



**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»**

## **СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Материалы XI Всероссийской научно-практической  
конференции, посвященной 75-летию  
Рубцовского индустриального  
института

26-27 ноября 2021 г.



Рубцовск 2021

УДК 62  
С 56

Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции 26-27 ноября 2021 г. / Под ред. к.т.н., О.А. Михайленко / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 382 с.

В сборник материалов научно-практической конференции «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы», проходившей в Рубцовском индустриальном институте 26-27 ноября 2021 года, вошли статьи ученых, аспирантов и студентов вузов России и зарубежья, посвященные различным направлениям естественных, гуманитарных и технических наук. Конференция проводилась в рамках мероприятий Года науки и технологий и была приурочена к 75-ти летнему юбилею РИИ АлтГТУ.

В материалах конференции представлены результаты поисковых, инновационных, инженерных работ в области строительства, компьютерных технологий, энергетики, транспортных систем, технологических процессов, оборудования, экологической безопасности, экономики и педагогики. Могут быть интересны широкому кругу читателей: студентам, аспирантам, преподавателям высших учебных заведений, среднеспециальных учреждений.

Стилистика текстов сохранена в авторской редакции.

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов.

**ISBN 978-5-6045267-4-3**

**Научные редакторы:**

**Дудник Е.А.** - к.ф.-м.н., доцент, председатель секции «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

**Гриценко В.В.** - к.т.н., доцент, председатель секции «Прогрессивные технологические процессы и оборудование»

**Ястребов Г.Ю.** - к.т.н., доцент, председатель секции «Наземные транспортные системы»

**Михайленко О.А.** - к.т.н., председатель секции «Строительные конструкции, материалы, технологии, машины и механизмы»

**Гончаров С.А.** - к.т.н., председатель секции «Энергосбережение и повышение энергоэффективности»

**Чернецкая Н.А.** - к.т.н., доцент, председатель секции «Проблемы экологической безопасности»

**Ремизов Д.В.** – к.э.н., председатель секции «Экономика и управление в машиностроительном производстве»

**Павлов А.Ю.** – к.ф.н., доцент, председатель секции «Образование. Педагогика. Гуманитарные науки»

**ISBN978-5-6045267-4-3**

© Рубцовский индустриальный институт, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

<b>Кнышов И.Ю., Дудник Е.А.</b> Разработка элементов информационной системы «Теплоснабжение» АО «Рубцовский тепловой комплекс СГК»	7
<b>Максимович К.Ю., Галимов Р.Р., Гарафутдинова Л.В.</b> Имитационная модель сроков созревания сельскохозяйственных культур в среде AnyLogic	13
<b>Матц Н.В.</b> Математическое моделирование в программе MATLAB	19
<b>Новоселова В.В., Дудник Е.А.</b> Микроконтроллерное управление роботом сумо	23
<b>Раджабов А.И., Попова Л.А.</b> Разработка приложения для регистрации программ и баз данных	34
<b>Раджабов А.И., Щетнев В.С., Попова Л.А.</b> Разработка голосового помощника для людей с ограниченными возможностями	42
<b>Сидоров И.А., Дудник Е.А.</b> Разработка программного обеспечения для навигации по институту в графическом редакторе Blender	49
<b>Фоминская В.П., Дудник Е.А.</b> Особенности автоматизированного учета офисной мебели на предприятии	55
<b>Шевченко А.С., Бексендеева Л.С.</b> Разработка информационной системы учета судебных дел для судебного участка №1 г. Рубцовска	61
<b>Шевченко А.С., Rogozin A.O.</b> Разработка приложения «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений»	67
<b>Шевченко А.С., Спиридонов А.А.</b> Разработка сайта для дополнительного образования в ВУЗе	75

### Секция 2. Прогрессивные технологические процессы и оборудование

<b>Алексеев Н.С., Иванов С.В., Плотников Т.Е.</b> Восстановление изношенных деталей нанесением металлизационных покрытий и их размерная обработка	88
<b>Ветлужских Д.Д., Сошина Т.О.</b> Исследование валкового способа нанесения полимерного материала на металлическую полосу	99
<b>Гриценко В.В., Павлов М.А.</b> Исследование процесса теплоотдачи в канале кольцевого сечения греющей рубашки теплообменного аппарата методами теории подобия	103
<b>Корякина М.Ю.</b> Разработка мероприятий по снижению бракованной продукции из ПВХ материалов прошедших вторичную переработку	108
<b>Марширов И.В.</b> Влияние химического состава на механические свойства и теплопроводность чугуна с вермикулярным графитом	114
<b>Павлов В.Д.</b> Движения исполнительных органов механизмов при двойных вращениях	118

<b>Тарбеева Н.А., Рублева О.А.</b> Оценка эффективности технологии изготовления облицовочной плитки из кусковых древесных отходов	126
<b>Частоедов А.А.</b> Интеграция элементов системы «умный дом» в учебно-исследовательскую лабораторию вуза	131

### Секция 3. Наземные транспортные системы

<b>Абрамов Н.А., Михайлов И.Р., Долматов С.Н.</b> Технология строительства насыпей дорог на переувлажненных и вечномёрзлых основаниях	136
<b>Гафиятуллин А.А., Снарский С.В., Назаров Ф.Л., Галиев И.Г., Нуретдинов Д.И.</b> Технологические решения для обеспечения заложенных уровней ресурса, надежности и межсервисного интервала двигателей КАМАЗ	140
<b>Карабанов Г.О.</b> Работа гидропривода машин при высоких температурах	146
<b>Орловский С.Н.</b> Модульное оборудование для тушения пожаров в удалённых посёлках и прилегающих к ним лесах	151
<b>Орловский С.Н.</b> Методика технологических расчётов плужных канавокопателей канатно-лебёдочной тяги	159
<b>Орловский С.Н.</b> Пересадка деревьев в зимних условиях	169
<b>Ястребов Г.Ю., Курсов И.В., Чернецкая Н.А., Маршалов Э.С.</b> Научные исследования кафедры «Наземные транспортные системы»	174

### Секция 4. Строительные конструкции, материалы, технологии, машины и механизмы

<b>Абраменков Д.Э., Богатырёва Т.В., Кутумов А.А., Серебрянников А.В.</b> Пневматический ударный механизм машины для технологий строительных работ	180
<b>Аксенов А.В., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.</b> Оптимизация проверки сводной модели проекта в Nevisworks на примере системы холодного водоснабжения	190
<b>Басманов Н.Н., Лопатина М.Л.</b> Реконструкция и модернизация зданий первых массовых серий	196
<b>Галдин Н.С., Семенова И.А.</b> Определение силы на гидроцилиндре при разрушении бетонных конструкций гидроразрывными экскаваторов	208
<b>Кириллова А.Е., Бахтина И.А., Иванова Т.Ю.</b> Подбор насосного оборудования с помощью программы Wilo-Select	214
<b>Матвеев К.В., Бахтина И.А., Гейко Н.В.</b> Преимущества и особенности проектирования систем вентиляции с применением BIM технологий	221
<b>Михайленко О.А.</b> Численные исследования объемного напряженно-деформированного состояния древесины опорных и коньковых узлов большепролетной трехшарнирной дощатоклееной арки	226

<b>Михайленко О.А.</b> Автоматизированное определение приведенных геометрических характеристик сечения армированного клефанерного элемента	233
<b>Стариченко Д.К., Бахтина И.А., Фок Н.А.</b> Создание семейства радиаторов в Revit для оптимизации рабочего процесса при проектировании системы отопления	240
<b>Тулин Д.Е.</b> Исследование упруго-пластического деформирования материала в вершине трещины компактного образца	244
<b>Яровая Е.Д., Бахтина И.А., Корнеев А.Н.</b> Автоматические установки водяного пожаротушения	250

### Секция 5. Энергосбережение и повышение энергоэффективности

<b>Балашов О.П.</b> Влияние обрыва PEN-проводника в системе цехового электроснабжения мини-предприятий на электропоражение	255
<b>Балашов О.П.</b> Выбор экономически целесообразных схем городских электрических сетей низкого напряжения	259
<b>Белых Е.А., Плеханов Г.В., Шипуля Т.В., Шишин А.А., Рогожин И.Ю.</b> Декарбонизация как метод повышения энергоэффективности	262
<b>Мезенцев С.И.</b> Регенеративные теплообменники для утилизации теплоты вентиляционных выбросов	268
<b>Павлов В.Д.</b> Перетоки реактивной мощности между фазами	271
<b>Соболева А.А., Долматов С.Н.</b> Повышение тепловой эффективности ограждающих конструкций спального места грузового автомобиля методами конечных элементов	274
<b>Черкасова Н.И., Гончаров С.А., Татарникова А.Н.</b> Обзор подходов для анализа интегрированного риска систем электроснабжения потребителей	280

### Секция 6. Проблемы экологической безопасности

<b>Верех-Белоусова Е.И.</b> Исследование гидрохимических характеристик реки Северский Донец на территории Луганщины	286
--	-----

### Секция 7. Экономика и управление в машиностроительном производстве

<b>Асканова О.В.</b> Экспортно-импортные операции РФ на рынке машинотехнической продукции	294
<b>Волкова О.В.</b> Состояние и перспективы развития предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь	303
<b>Сырейщикова Н.В., Гузеев В.И.</b> Организация контроля за нарушениями процесса производства машиностроительной продукции на базе метода «Jidoka»	310

## Секция 8. Образование. Педагогика. Гуманитарные науки

<b>Бабаев А.Б., Наташкина Е.А., Седых Ю.Н.</b> Компьютерная грамотность как инструмент цифровизации Тульской области и включение граждан предпенсионного и пенсионного возраста в информационное общество	324
<b>Базарова Л.В.</b> Урок английского языка в 6 классе в условиях реализации ФГОС	328
<b>Бактиева С.И.</b> Использование Web-дизайна при изучении темы «Механические колебания и волны»	333
<b>Дюдяева А.А.</b> Обучение компьютерному моделированию в школьном курсе информатики на примере физических явлений.	338
<b>Казанцева Ю.В.</b> Проектная деятельность учащихся как основа формирования универсальных компетенций в вузе	342
<b>Корниенко А.Н.</b> Формирование готовности субъектов образовательного процесса высшей школы к проектной деятельности на занятиях иностранным языком	347
<b>Красильникова М.Б.</b> Гуманитарное знание в информационном обществе: проблемы, стратегии, возможности	352
<b>Ксендзов В.О., Соснин В.П.</b> Жесты судей в волейболе	357
<b>Орлов А.В.</b> Формирование дистанционной образовательной среды при обучении студентов иностранному языку в техническом вузе	366
<b>Попов В.И., Чернобай А.Б.</b> К вопросу о социальных факторах политического экстремизма молодежи	370
<b>Прищепа М.А., Колесников В.И.</b> О важности воспитания в духе патриотизма в современной России	377

## СЕКЦИЯ 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

**Председатель секции:** кандидат физико-математических наук,  
заведующая кафедрой «Прикладная математика» Дудник Евгения  
Александровна

**УДК 004.65**

### **РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ» АО «РУБЦОВСКИЙ ТЕПЛОМ КОМПЛЕКС СГК»**

И.Ю. Кнышов, Е.А. Дудник

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются элементы информационной системы «Теплоснабжение» СГК, её функционал и практическое применение. Описываются инфологическая и даталогическая модели разработанной системы. Приведены проблемы перехода к автоматизированному регулированию процесса теплоснабжения и пути их решения, а также рассмотрены перспективы дальнейшего развития данного программного обеспечения.

**Ключевые слова:** информационная система, паттерн MVVM, C#, отопление, тепловая камера.

### **DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE INFORMATION SYSTEM «HEAT SUPPLY» OF JSC «RUBTISOVSKY THERMAL COMPLEX SGK»**

I.Y. Knyshov, E.A. Dudnik

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I.  
Polzunov*

**Annotation.** This article discusses the elements of the information system "Heat Supply" SGK, its functionality and practical application. The infological and datalogical models of the developed system are described. The problems of transition to automated regulation of the heat supply process and ways to solve them are presented, as well as prospects for further development of this software are considered.

**Keywords:** information system, MVVM pattern, C#, heating, heat chamber.

### **Введение**

АО Рубцовский тепловой комплекс Сибирской Генерирующей Компании (СГК) долгое время пытается решить техническую проблему - отсутствие полноценной связи между управляющей компанией (УК), источником тепловой энергии в лице СГК (ЮТС) и конечным потребителем.

УК занимается обеспечением отоплением города в осенний - зимний период времени: подготовка теплотрасс, тепловых камер, узлов соединения, проверка работоспособности счётчиков. Вследствие изношенности теплосетей города Рубцовска, генерирующей компании очень часто приходится устранять возникающие до и после начала отопительного сезона неисправности. Без единой информационной системы процесс поиска неисправностей является очень проблематичным, что причиняет неудобства потребителям тепловой энергии – жителям многоквартирных домов, учащимся образовательных

учреждение и т.д. СГК выступила заказчиком разработки программного обеспечения для упрощения эксплуатации системы отопления города Рубцовска.

Основная цель разработки – это решение данной проблемы в создании единого информационного поля. Необходимо разработать программу, в которой пользователи, диспетчера УК или СГК, могли получать актуальную информацию о состоянии объектов-потребителей теплоснабжения. На первом этапе предлагается установить датчики теплоснабжения в МКД (многоквартирные дома) и на объектах муниципального управления образования (детские сады, школы и т.д.) [1, с. 105-112].

Для достижения цели, необходимо выполнить следующие задачи:

- исследовать предметную область;
- разработать структуру теплоснабжающей системы;
- произвести анализ требований к программным и аппаратным средствам;
- составить инфологическую модель;
- разработать даталогическую модель базы данных;
- разработать программу, в которой диспетчера УК или СГК могли отслеживать актуальную информацию по состоянию объектов-потребителей теплоснабжения;
- проверить работу программы на контрольном примере

#### Постановка задачи

В качестве основной рабочей структуры системы отопления, предлагается карта тепловых камер. Собственно тепловые камеры представлены в виде древовидной формы, где камеры являются узлами, а потребители - элементами на ветвях (рис.1).

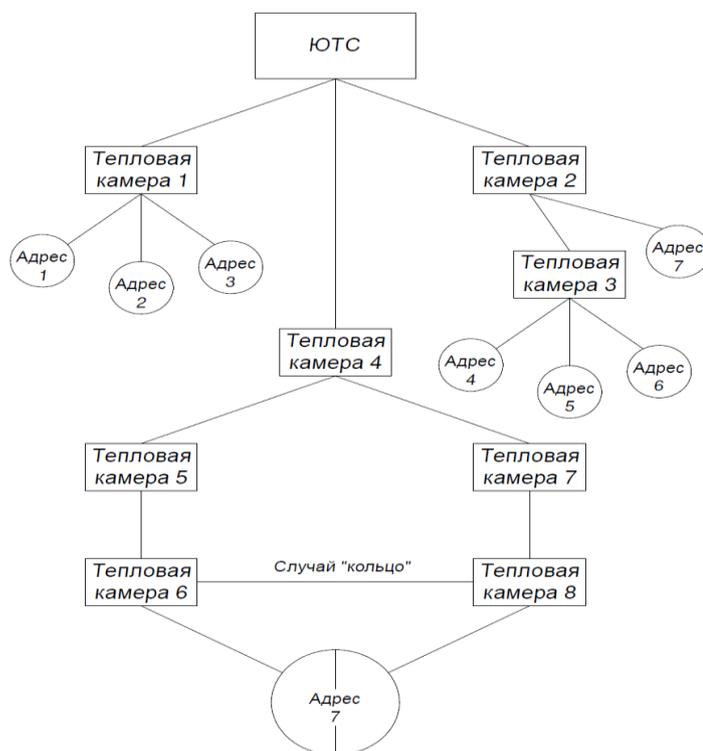


Рис. 1 – Схема работы системы отопления

Данная схема показывает формальную структуру взаимоотношения узлов теплосети между собой и условно описывает далее, как возможная реализация логики программы.

Примерный порядок работы диспетчера УК:

Диспетчер СГК вносит информацию о том, что тепловая камера № 1 находится в ремонте. Программа автоматически это обрабатывает и устанавливает, что у объектов по адресам 1, 2, 3 будет отсутствовать отопление (в описании объекта установится соответствующий флаг). Диспетчер указывает причину, место и время начала и ориентировочного завершения работ.

Диспетчер УК по запросу потребителя обращается к программе, вводит нужный ему адрес в поисковой строке (как вариант реализации интерфейса) и получает необходимую ему информацию, а именно уже озвученные выше причину, место и время начала и ориентировочного завершения работ.

Про уровни доступа:

Нет необходимости в том, чтобы у всех диспетчеров был доступ к информации обо всех узлах теплосети. Каждому диспетчеру нужно предоставлять доступ только к той информации, которая относится к объектам, контролируемым его организацией. Например, диспетчеру УК жилых домов только сведения о состоянии домов в зоне ответственности этой УК [2, с. 243-247].

Далее в виде списка представлен ориентировочный перечень полей, которые должен содержать каждый объект (потребитель тепловой энергии), находящийся в базе данных программы (рис. 2).

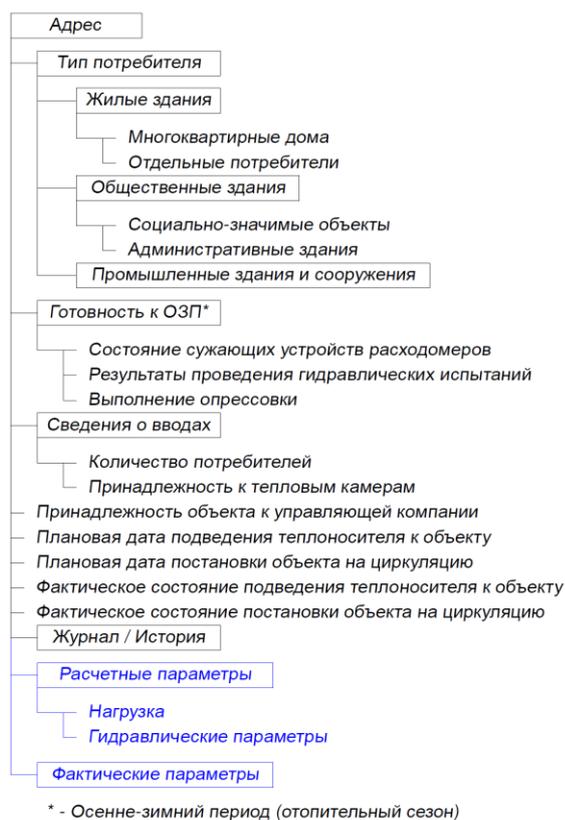


Рис. 2 – Необходимый перечень полей

### Описание исходных данных объектов.

Готовность к ОЗП – данное поле будет принимать значение истина, если все свойства данного поля возвращают положительный результат. В противном случае, например, при наведении на поле диспетчером, ему должна быть выведена информация с указанием причины, почему объект не готов к ОЗП.

Журнал / История – одно из обязательных условий работы программы это сбор и хранение информации об изменениях свойств объектов. То есть чтобы была возможность проследить, какие ремонты, когда производились. Кем и когда была изменена информация.

Основными пользователями программы будут являться диспетчера СГК и управляющих компаний.

Под управляющими компаниями понимаются не только ответственные за жилые дома, но и организации, под управлением которых находится целый ряд потребителей, например, МКУ Управление образования г. Рубцовска.

В случае изменения свойств узла теплосети, это должно отразиться во всех элементах за этим узлом во всей ветви. То есть если будет выведена в ремонт какая-либо тепловая камера, соответственно, вывести в ремонт должны и все остальные следующие за этой тепловой камерой (узлом) по ветви элементы.

Отдельно стоит отметить случай «кольцо», когда один потребитель имеет два ввода с двух разных, но взаиморезервируемых тепловых камер. При таком исполнении при выводе тепловой камеры №5 или №7 в ремонт – объект по адресу 7 останется подключенным к отоплению.

Составлена инфологическая модель, со следующими стержневыми сущностями: диспетчер УК, потребитель и тепловая камера (рис. 3).

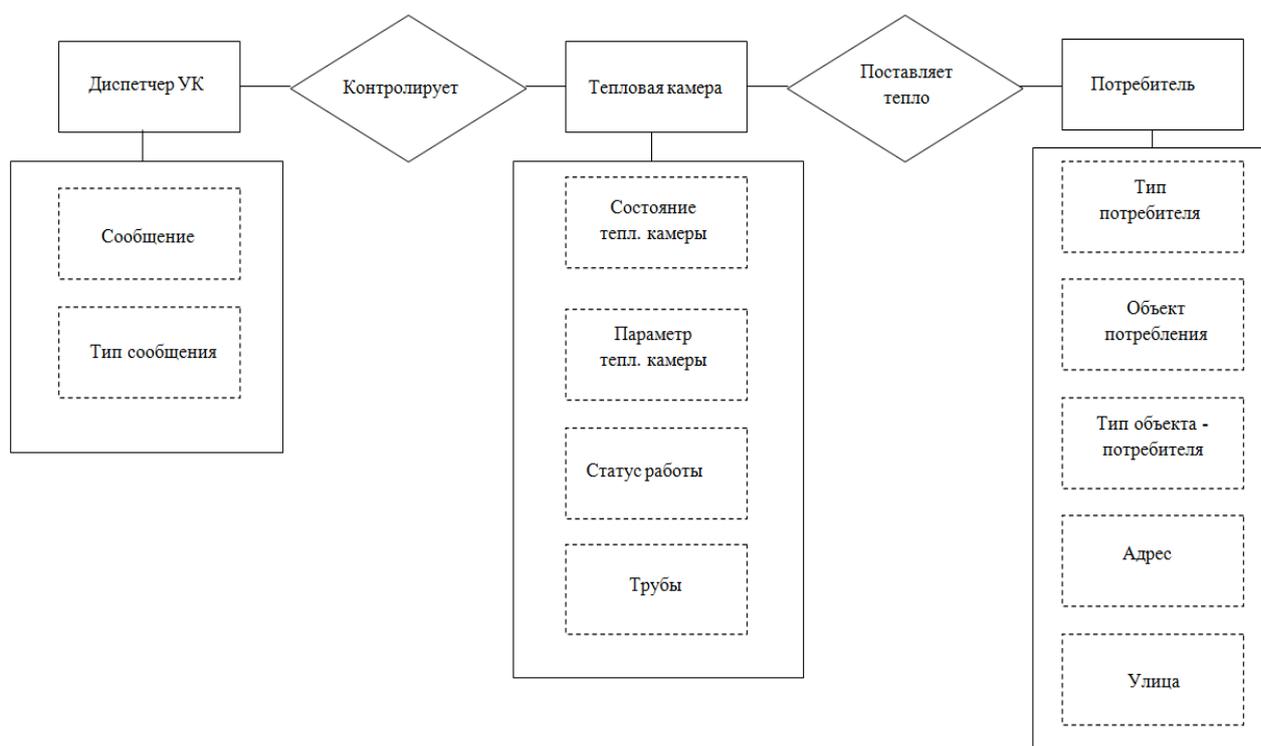


Рис. 3 – Инфологическая модель

На основе инфологической модели сформирована даталогическая модель базы данных (рис. 4).

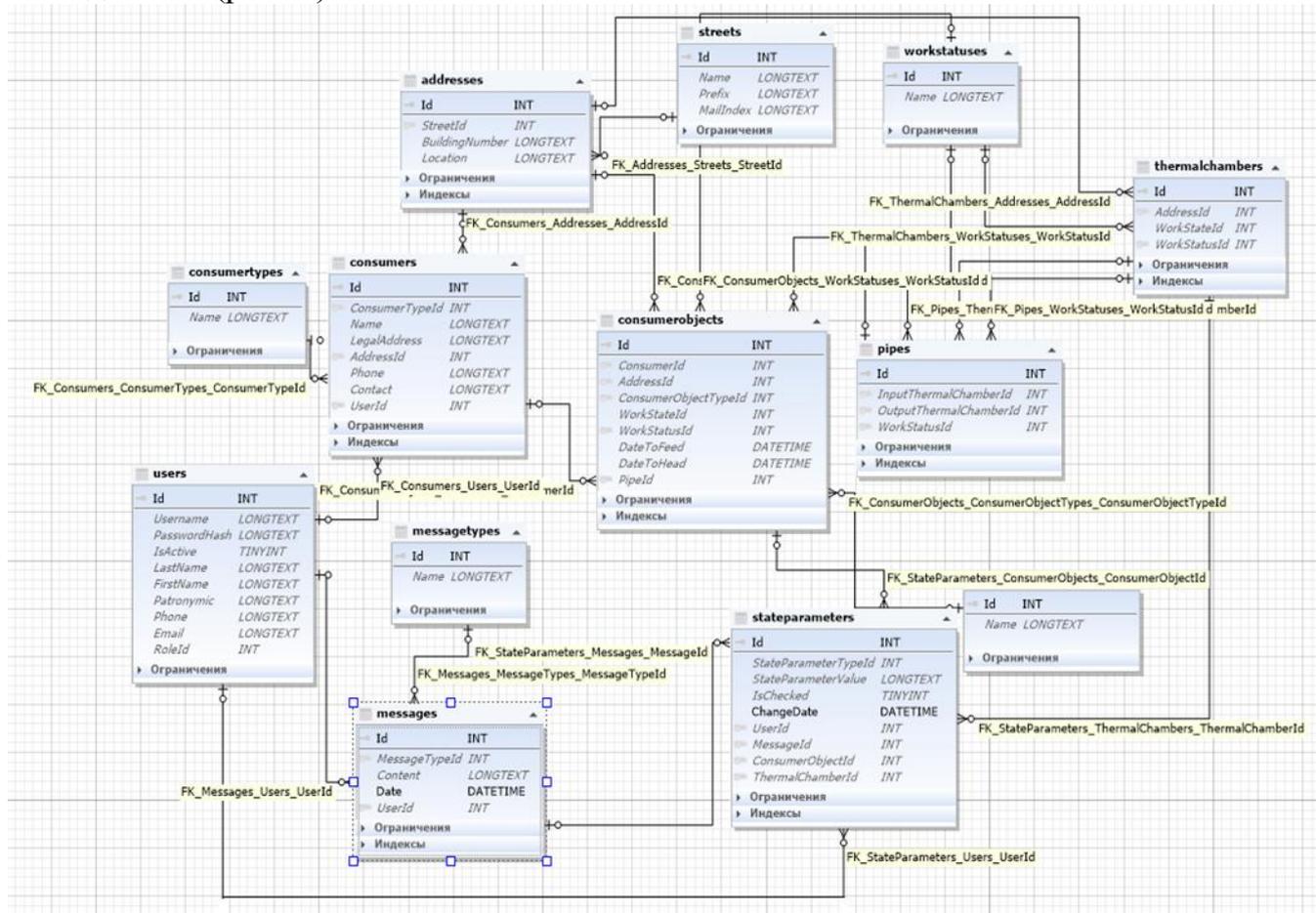


Рис. 4 –Даталогическая модель

На данный момент разработано: структура классов программы, графическое представление, логика взаимодействия между моделью данных и интерфейсом, пользовательское меню (рис. 5) [3, с. 236-247].

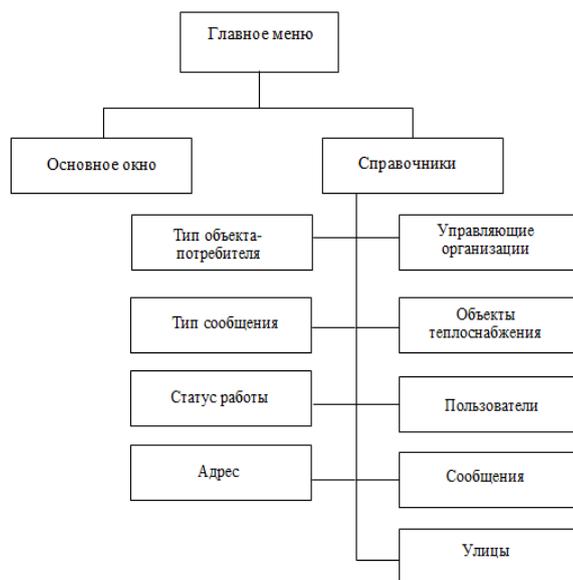


Рис. 5 – Пользовательское меню

Требования к программным средствам:

- Операционная система: Windows XP/7/8/10;
- База данных MySQL;
- Язык программирования C#(EntityFrameworkCore, Паттерн MVVM, MVVMLight);
- Среда разработки SQL Server БД DB Forge Studio.

Требования к ПК:

- Компьютеры семейства IBM PC или совместимые, стандартной комплектации, подключенные к локальной сети предприятия (организации);
- 1 Гб свободного пространства на жестком диске для хранения программы и БД;
- Наличие устройства вывода – дисплей, принтер.

### Результаты работы

Разработанная система позволяет ведение таблиц БД “СГК”. Создана модель БД, визуальное представление (формы и редакторы форм), проработана логика взаимодействия между сущностями модели БД и интерфейсом. При разработке использовались следующие возможности языка C#: EntityFrameworkCore, Паттерн MVVM, MVVMLight, SQL-сервер [4, с. 56-63].

Результаты работы программы представлены на рис. 6.

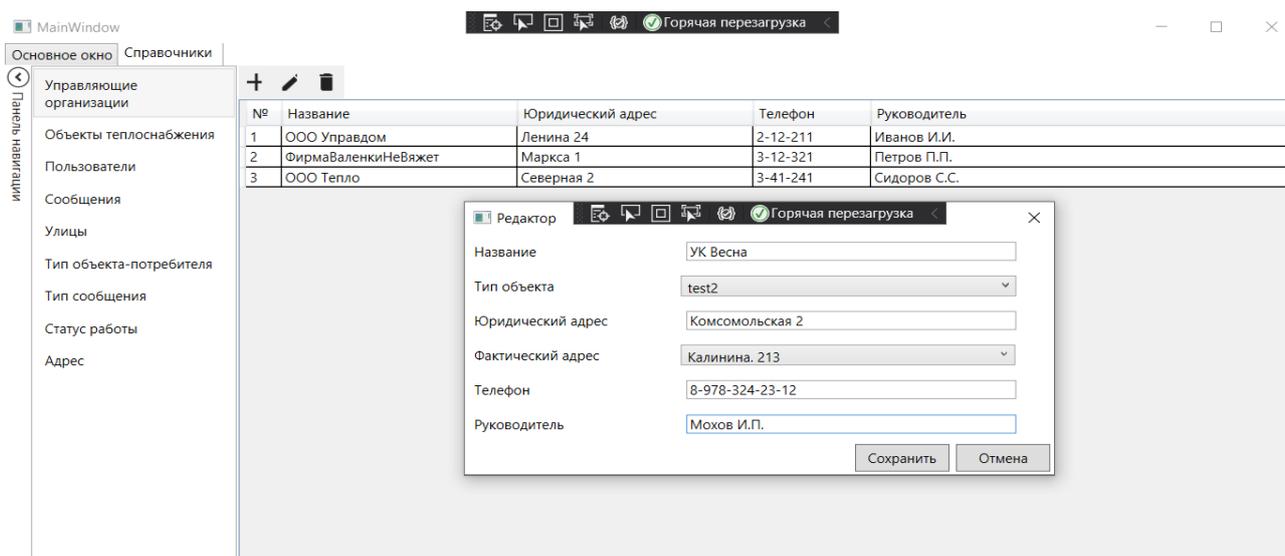


Рис. 6 – Результаты работы

### Заключение

Разработанная информационная система SGKDispatcherSystem, автоматизирующая учет теплоснабжения, написана на языке программирования C# с использованием базы данных MySQL[5, с. 123-127].

Информационная система «Теплоснабжение» АО «Рубцовский тепловой комплекс СГК» предусматривает режим работы пользователя – диспетчера УК, которые оперирует поступающими из датчиков данными и реагирует на все возможные неполадки системы отопления.

Практическая значимость работы заключается в снижении трудовых и временных затрат за счет автоматизации процесса теплоснабжения, вместо ручной обработки данных. Система позволяет следить и управлять параметрами системы, состоянием теплосетей, а также контролировать место и время начала и ориентировочного завершения ремонтных работ.

В дальнейшем планируется осуществить: регистрацию пользователей, проверку данных на корректность, ограничение уровня доступа для диспетчеров, а так же создать журнал/историю для сбора и хранения информации.

#### Список литературы

1. Фленов М. Е. Библия С#. — 4-е изд., перераб. и доп./ М. Е. Фленов СПб.: БХВ-Петербург. 2019. 512 с.: ил.
2. Подбельский В. В. Язык С#. Базовый курс / В.В. Подбельский. Москва: Гостехиздат. 2015. 408 с.
3. Хаббард Дж. Автоматизированное проектирование баз данных / Дж. Хаббард. М.: Мир. 1984. 296 с.
4. Ицик Бен-Ган MicrosoftSQLServer 2012. Высокопроизводительный код T-SQL. Оконные функции / Бен-ГанИцик. М.: Русская Редакция. 2013. 872 с.
5. Жилинский А. Самоучитель Misrosoft SQL Server 2008 / А. Жилинский. М.: БХВ-Петербург. 2009. 240 с.

#### УДК 510:004.5

### ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СРЕДЕ ANYLOGIC

К.Ю. Максимович, Р.Р. Галимов, Л.В. Гарафудинова

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий*

*Российской академии наук (СФНЦА РАН)*

**Аннотация.** Представлены результаты разработки имитационной модели сроков созревания культур на конкретном землепользовании в имитационной среде AnyLogic. В основу работы легли биологические требования сельскохозяйственных культур (26 базовых культур) и их назначений (зерновые, технические, кормовые). В основу математической функции модели заложена прямая зависимость сроков созревания от накопления сумм эффективных температур воздуха. Описана структура имитационной модели и работа ее основных блоков. Прогноз сроков строится на основе накопления необходимых для растения сумм температур от даты сева до фаз спелости, учитывая фактические и прогнозные данные суточных метеопараметров. Продемонстрирована возможность использования имитационной среды AnyLogic для решения частных задач из области сельскохозяйственного производства. Имитационная модель может быть использована в качестве инструмента поддержки принятия решений при планировании тактики и стратегии проведения уборочных работ.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, AnyLogic, урожайность, восковая спелость, полная спелость, биологические требования культуры.

# A MODEL OF THE MATURITY DATES OF AGRICULTURAL CROPS IN THE ANYLOGIC SIMULATION ENVIRONMENT

K. Yu. Maksimovich, R.R. Galimov, L.V. Garafutdinova.

*Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences*

**Annotation.** The results of the development of a simulation model of the maturity dates of crops on a specific land use in the AnyLogic simulation environment are presented. The work is based on the biological requirements of agricultural crops (26 basic crops) and their purposes (grain, technical, fodder). The mathematical function of the model is based on the direct dependence of the maturation period on the accumulation of sums of effective air temperatures. The structure of the simulation model and the operation of its main blocks are described. The timing forecast is based on the accumulation of the sums of temperatures necessary for the plant from the date of sowing to the ripeness phases, taking into account the actual and forecast data of daily meteorological parameters. The possibility of using the AnyLogic simulation environment for solving particular problems in the field of agricultural production is demonstrated. The simulation model can be used as a decision support tool when planning tactics and strategies for harvesting operations.

**Keywords:** simulation modeling, AnyLogic, yield, wax ripeness, full ripeness, biological requirements of culture.

## Введение

Внедрение цифровых методов в сельскохозяйственное производство, привело к изменениям в области исследования предметной области, с точки зрения моделирования поведения биологических систем. Становятся актуальными задачи по выбору системы имитационного моделирования, которая будет подходить под задачи из области сельскохозяйственного производства, а так же быстрое и доступное освоение инструментария. Недостаточно обширное применение моделирования в сельском хозяйстве, чаще всего связано как раз с отсутствием подходящего под нестандартные задачи инструмента для построения моделей и проведения с ними научных экспериментов. Современные системы моделирования, такие как: GPSS, Arena, Extend, SLAM, и т.п., не позволяют полноценно и системно использовать метод имитационного моделирования, что является сложностью при работе с процессами в сельскохозяйственном производстве [1-6]. Для реализации задачи, был выбран продукт, который совмещает в себе возможности системно-динамического, дискретно-событийного и агентного моделирования. AnyLogic позволяет осуществить все три подхода в рамках одной модели, что расширяет возможности применения этой имитационной среды по сравнению с аналогичными продуктами [1,2]. Целью работы стало освоение программного продукта и создание имитационной модели сроков созревания культур на конкретном землепользовании. Возможность применить моделирование и осуществить прогноз созревания культурного растения, позволяет решить широкий круг вопросов, связанных с тактикой и планированием проведения уборочных работ: прогнозирование сроков восковой и полной спелости зерновых культур, и возможную продолжительность фаз органогенеза [6,7]. Это позволяет заранее определить количество и вид техники [8,9].

## **Материалы и методы**

Для формирования имитационной модели землепользования, были выбраны поля с сельскохозяйственными культурами ОС «Элитная» Новосибирского района Новосибирской области (54°54'57"с.ш., 82°57'6"в.д.). Для формирования имитационной модели был сформирован электронный слой размещение сельскохозяйственных культур по рабочим участкам, с использованием программного обеспечения QuantumGIS (QGIS) с открытым кодом (<https://qgis.org/ru/site/>). При формировании электронного слоя, границы рабочих участков уточняли с помощью публичной кадастровой и топографической карт М 1:100 000, материалов дистанционного зондирования Земли. Исходные основы были переведены в электронные слои ГИС при помощи инструментов оцифровки, в системе координат 3857 WGS-84/Pseudo-Mercator. Для электронного слоя была сформирована база данных SpatiaLite, содержащая атрибутивную информацию о предшественнике, культуре и ее площади, высеваемой в 2021 г.

При прогнозировании сценария возможной теплообеспеченности территории, был задействован стохастический генератор погодных реализаций (Generator2ODB.exe) агрофизического научно-исследовательского института ([http://agrotool.ru/programmi\\_i\\_razrabotki](http://agrotool.ru/programmi_i_razrabotki)) [10-13]. Создана библиотека "Суммарная погода". Погодные данные внесены в таблицу 1-2-1\_WEATHER базы данных SIAM.mdb. В базу данных SIAM.mdb в 1-2\_METEOSTATION вносятся географические координаты и наименование метеостанции. Включены данные по метеопараметрам с 1972 года по 2020 год. В основу работы заложены биологические требования сельскохозяйственных культур (26), их назначение (зерновые, технические, кормовые). В основу математической функции модели заложены прямая зависимость сроков созревания от накопления сумм эффективных температур воздуха. Моделирование осуществлялось в среде AnyLogic (AnyLogic 8.7.5 Professional, режим Personal Learning Edition с бесплатным доступом). Переменные в модели изменялись с течением времени по закономерности, определяемой в заданном порядке, согласно процесса накопления сумм активных температур воздуха.

## **Результаты и обсуждения**

Урожайность сельскохозяйственных культур рассматривают как конечный продукт агроценоза, функционирующего при взаимодействии групп абиотических и биотических показателей [7]. Рост и созревание культурных растений, и потребление ими тепла и влаги очень тесно взаимосвязано. Значительное влияние оказывает температура воздуха в течение вегетации. Согласно Ф.М. Куперман, «в процессе прохождения этапов органогенеза растений изменяется их потребность в степени обеспеченности теплом, светом, влагой» [14]. Данные зависимости сроков созревания культуры и температурного режима, легли в основу имитационной модели. На примере конкретного землепользования, сформирована имитационная модель с использованием программного обеспечения AnyLogic (рис. 1,2). Для работы

модели, использовали полученный «синтетический» сценарий погоды на вегетационный период. Данный прогноз совместно с требуемыми суммами температур воздуха необходимыми для созревания культур загружается в программный пакет AnyLogic, где производится расчет раннего и позднего срока созревания культуры в зависимости от накопленных сумм температур воздуха и даты сева.

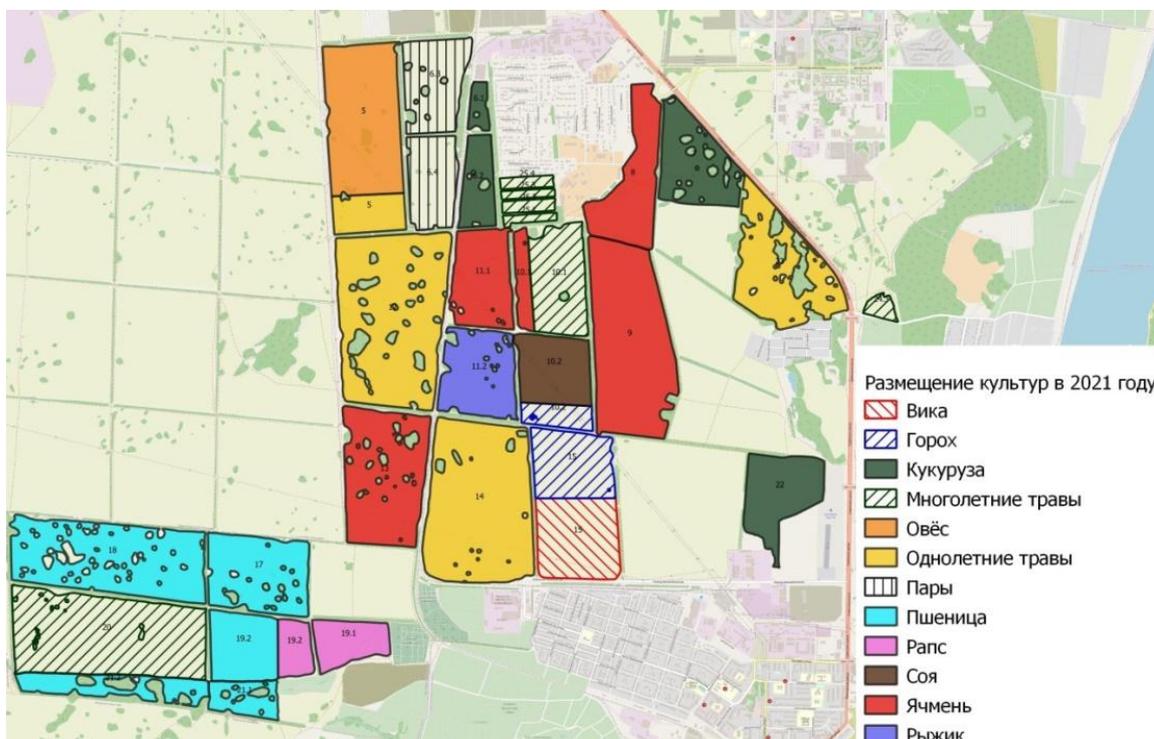


Рис. 1 – Электронный слой размещения сельскохозяйственных культур по рабочим участкам в ОС «Элитная»

Диалоговое окно программного обеспечения AnyLogic отображает даты сева и ID культуры для производства расчетов сроков созревания культур, а также на карте участка (поля) обозначен номер поля, культура и сроки созревания (ранний и поздний срок созревания). Данная имитационная модель выполняет симуляцию процесса созревания культур по рабочим участкам, где в режиме реального времени происходит расчет накопленных сумм активных температур воздуха и оценка состояния культуры в данный момент времени.

Представленная имитационная модель использует карты в формате ГИС. При помощи интеграции карты ГИС в модель AnyLogic появляется реальное представление расположения рабочих участков и повышается точность прогнозирования сроков созревания культуры за счет использования реального имитационного процесса.

В данной модели загружен прогнозный сценарий агрономического сезона с возможностью обновления по мере прохождения суточного шага. При проведении симуляционного процесса, на изображении каждого участка

наглядно видно номер участка, номер культуры и прогнозные даты раннего и позднего дня созревания культуры (рис. 2).

Модель, имитирующая продолжительность продукционного процесса культурных растений на рабочем участке, может стать эффективным инструментом поддержки принятия управленческих решений по улучшению проведения уборочных работ.

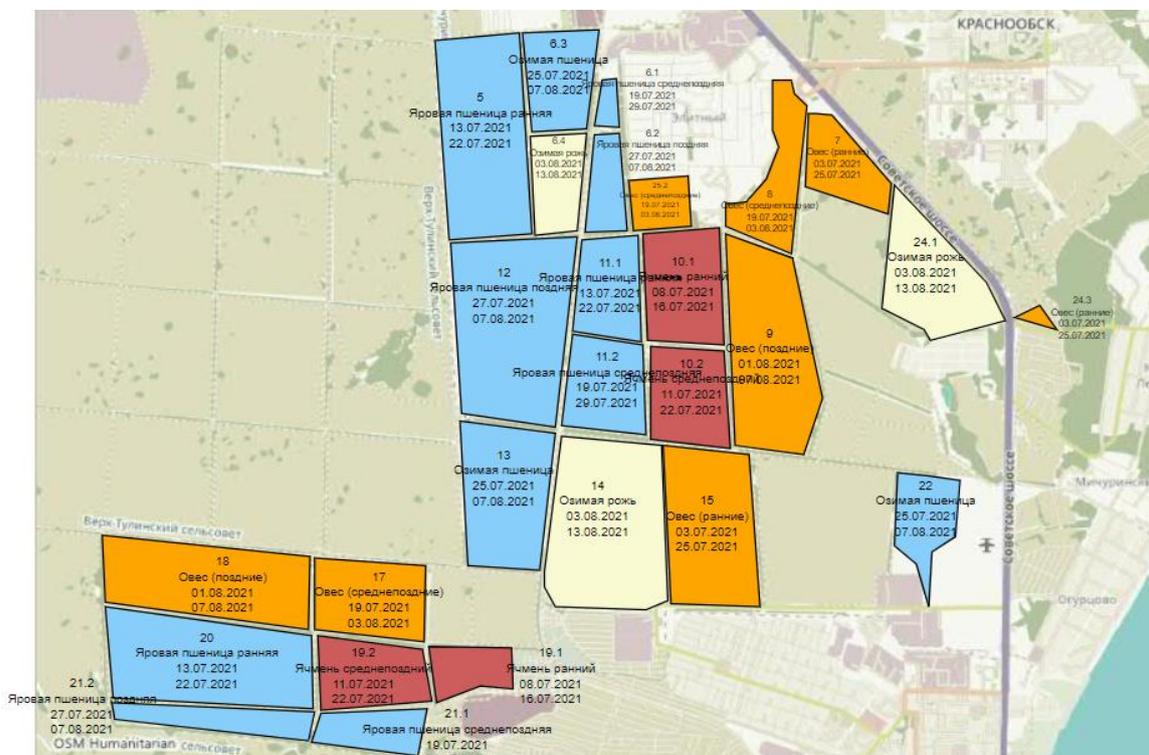


Рис. 2 – Модель сроков созревания культур, размещённых на ОС «Элитная» в системе имитационного моделирования AnyLogic

## Заключение

Предложен способ оценки и прогнозирования сроков созревания сельскохозяйственных культур в удобном и доступном интерфейсе имитационной среды AnyLogic. Разработанная имитационная модель, предоставляет агроному сведения о том, в каком состоянии находятся участки с разными культурами, относительно скорости их созревания. В момент окончания имитационного моделирования, прогнозные значения дат созревания культур удобно экспортировать во внешний файл для дальнейшего анализа и, в частности, автоматического построения плана-графика уборочных работ.

## Список литературы

1. Якимов И. М., Кирпичников А. П., Мокшин В. В. Моделирование сложных систем в имитационной среде AnyLogic // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 13.

2. Рахмангулов А. Н., Мишкурлов П. Н. Особенности построения имитационной модели технологии работы железнодорожной станции в системе AnyLogic //Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании. – 2012. – Т. 2. – №. 4. – С. 7.
3. Карпов Ю. Г. Изучение современных парадигм имитационного моделирования в среде AnyLogic //Компьютерные инструменты в образовании. – 2005. – №. 4. С. 3-4.
4. Karпов Y. G. AnyLogic: A new generation professional simulation tool //VI International Congress on Mathematical Modeling, Nizni-Novgorog, Russia. – 2004.
5. Borshchev A. et al. Multi-method modelling: AnyLogic //Discrete-event simulation and system dynamics for management decision making. – 2014. – С. 248-279.
6. Kumar S. et al. Emerging Trends and Statistical Analysis in Computational Modeling in Agriculture. – 2015.
7. Полуэктов Р. А., Смоляр Э. И., Терлеев В. В., Топаж А. Г.. Модели производственного процесса сельскохозяйственных культур. – 2006. – 396 с.
8. Каличкин В. К., Корякин Р. А., Максимович К. Ю., Сигитов А. А., Галимов Р. Р. Концептуальная модель агроэкологических свойств земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50. – №. 1. – С. 72-80.
9. Кадасев Д. А., Воронин Н. В. Оптимизация параметров транспортных систем с помощью программы ANYLOGIC // Организация и безопасность дорожного движения. – 2018. – С. 304-309.
10. Галимов Р. Р., Максимович К. Ю., Тихоновский В. В. и Войнаш С. А. Оценка эффективности работы транспортного обслуживания кормоуборочных комбайнов при уборке кукурузы на силос в условиях Новосибирской области //Тракторы и сельхозмашины. – 2021. – №. 1. – С. 73-80.
11. Полуэктов Р. А., Топаж А. Г., Якушев В. П., Медведев С. А. Использование динамической модели агроэкологической системы для оценки влияния климатических изменений на продуктивность посевов (теория и реализация) //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – Т. 2. – С. 7-12.
12. Гавриловская Н. В., Топаж А. Г., Хворова Л. Моделирование погодных сценариев для оценки урожайности зерновых культур в условиях Западной Сибири //Известия Алтайского государственного университета. – 2011. – Т. 69. – №. 1-1.
13. Калинин Н. А. Мониторинг, моделирование и прогноз состояния атмосферы в умеренных широтах. – 2015.

14. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. – М., Высшая школа, 1973. – 253 с.

**УДК 519.6**

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ MATLAB**

Н.В. Матц

*Рубцовский аграрно-промышленный техникум*

**Аннотация.** В статье кратко изложена информация о моделировании в программе MATLAB, приведены практические примеры ее использования.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, MATLAB, построение графиков, использование матриц и векторов в MATLAB, функции и возможности MATLAB

## **MATHEMATICAL MODELING IN THE MATLAB PROGRAM**

N.V. Matz

*Rubtsovsky Agricultural and Industrial College*

**Annotation.** The article summarizes information about modeling in the MATLAB program, provides practical examples of its use.

**Keywords:** mathematical modeling, MATLAB, plotting, use of matrices and vectors in MATLAB, functions and capabilities of MATLAB.

### **Введение**

Математическое моделирование это очень важный инструмент в науке и технике, который применяется для решения огромного количества задач.

Оно позволяет нам с большой точностью определить законы окружающего мира, а также понять работу системы, явления или процесса путем математических вычислений без проведения практических опытов и экспериментов.

Примером использования математического моделирования являются: создание ядерных технологий, авиационных и аэрокосмических систем, прогноз атмосферных и океанических явлений, погоды и т.д.

Математическая модель - это упрощенная картина какого-либо явления или процесса. Модель имеет только те свойства, которые необходимы для решения текущей задачи и пренебрегает второстепенными свойствами.

Простыми словами, это просто математическое выражение. Оно состоит из переменных, функций, арифметических операций и других математических элементов.

Логично предположить, что все математические выражения подчиняются законам математики, поэтому без неё было бы и не было моделирования.

Помимо алгебраических компонентов, модель может включать в себя вероятности событий, где каждое из событий может иметь разную вероятность того, что оно произойдет, а также можно учитывать отношения между двумя или более событиями.

В современное время математическим моделированием заниматься гораздо легче, чем раньше.

Текущий подход к моделированию – использования простых компьютерных программ, таких как MATLAB или интерпретатор Python.

Программы подобного рода включают в себя все самое необходимое для моделирования и упрощают жизнь пользователям.

MATLAB содержит алгоритмы, с помощью которых можно легко решать линейные уравнения и находить значения определенных интегралов, решать даже целые системы дифференциальных уравнений.

Помимо мощного математического аппарата, MATLAB имеет очень хорошие средства визуализации двумерных и трехмерных данных, то есть вы можете строить графики и наблюдать за изменением тех или иных параметров моделируемого явления или процесса.

### **Работа с программой MATLAB**

Вы можете установить программу MATLAB на свой компьютер или использовать ее *в режиме online без установки*.

Она поддерживает все современные операционные системы: Linux, MacOS и Windows.

Вы можете работать с программой MATLAB в двух режимах:

1) в командном режиме, то есть вы вводите команду и она выполняется после подтверждения

2) путем вызова программы, записанной на языке программирования MATLAB. В этом случае, у вас уже имеется написанная программа на языке MATLAB и вам остается только выполнить ее.

Я покажу работу именно на примере командного режима.

После запуска программки вы увидите окно с приглашением для ввода команд.

Чтобы выполнить команду нужно нажать клавишу Enter.

Если вы не хотите увидеть результат выполнения команды, то вы можете поставить точку с запятой в конце выражения.

Теперь рассмотрим самое главное, что входит в MATLAB и часто используется для работы.

### **Переменные**

Как в большинстве языков программирования, так и в MATLAB, имена переменных состоят из букв английского алфавита, цифр и символа подчеркивания. Первым символом в имени должна быть именно буква, не цифра.

В основном, переменные используются для сохранения какого-нибудь промежуточного результата для последующих вычислений.

```
>> a=10;  
>> |
```

Рис. 1 – Переменные в MATLAB

## Векторы и матрицы

По умолчанию все переменные в MATLAB, которые относятся к числовому типу, то есть являются цифрами считаются матрицами. Это может немного смутить тех, кто только начинает пользоваться этой программой. Но так уж вышло, что такое представление переменных проще для самой программы.

Как известно из линейной алгебры, матрицей принято называть прямоугольную таблицу чисел или выражений.

Скалярная величина, то есть обычное число есть матрица порядка  $1 \times 1$ .

Вектором является матрица, которая либо имеет только одну строку (вектор-строка), либо только один столбец (вектор-столбец).

Как вы уже могли вспомнить, матрицы широко используются для решения

```
>> v=[4,0]; % вектор строка (4, 0)
>> u=[5;6]; % вектор столбец
>> m=[1,2; 3,4]; % квадратная матрица
>> n=ones(5, 6); % задание единичной матрицы 5x6
>> z=zeros(3); % задание нулевой матрицы 3x3
>>
```

линейных уравнений.

Рис. 2 – Матрицы и векторы в MATLAB

## Функции

Функция это всего лишь определенный кусок кода, который решает какую-либо проблему за нас и который мы используем, не задумываясь о внутреннем его устройстве.

MATLAB уже включает в себя некоторые встроенные распространенные математические функции.

Чтобы использовать функцию, вам нужно написать ее имя, затем поставить круглые обрамляющие скобки, внутрь которых поместить аргументы (значения параметров функции).

В качестве аргументов можно использовать выражения и другие функции.

```
>> sqrt(4); % квадратный корень из 4
>> sin(pi); % синус угла
>> cos(pi); % косинус угла
>> exp(10); % экспонента
>> sign(-10); % знак числа
>> |
```

Рис. 3 – Функции в MATLAB

## Построение графиков

Ну и наиболее интересным, что предлагает нам MATLAB является конечно же рисование обычных графиков. В этой программке реализована возможность гибко изменять параметры графика (цвет линий, надписи осей и так далее).

```
>> % значения от 0 до 2*pi с шагом pi/50  
>> x=0:pi/50;2*pi;  
>> % синус функция  
>> y = sin(x);  
>> % построение графика  
>> plot(x, y);  
>>
```

Рис. 4 – Построение графика в MATLAB

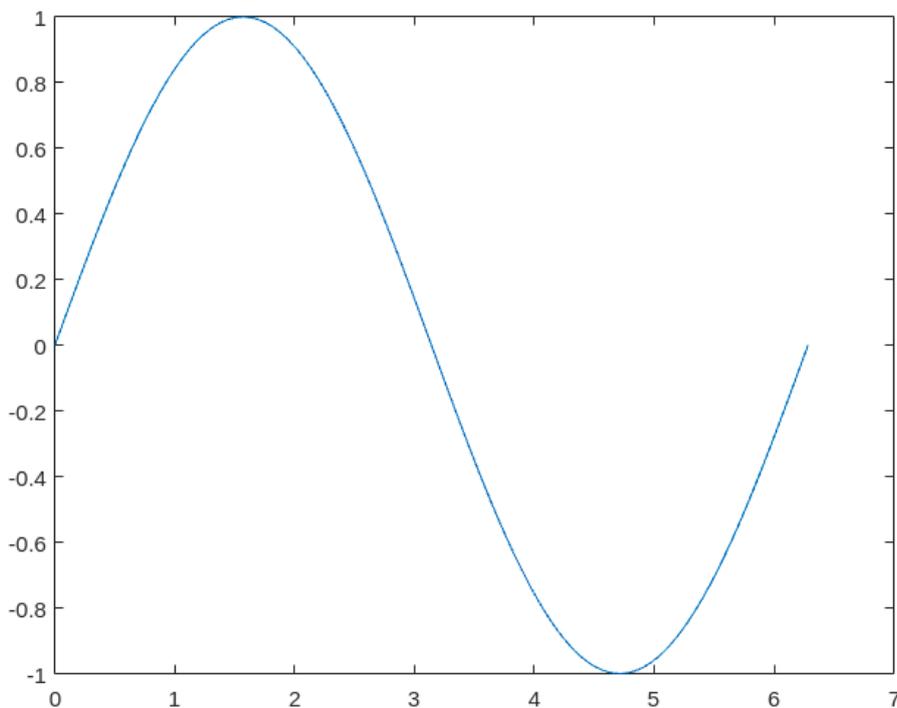


Рис. 5 – График синуса в MATLAB

Функция  $plot(x, y)$  принимает два вектора: вектор значений  $x$  и вектор значений  $y$ .

Ну что ж, мы рассмотрели самые распространенные компоненты программки MATLAB, которые используются почти всегда при работе с ней.

К сожалению, я не смога охватить все, что есть в этой программе, это невозможно.

И поэтому осталось довольно много неосвещенных тем:

- 1) математические операции над матрицами и векторами;
- 2) возможность рисовать 3D графику;
- 3) писать программы на языке программирования MATLAB;

4) решать дифференциальные уравнения с помощью встроенных функций.

### **Заключение**

Современное моделирование, как вы уже догадались, не может жить без компьютерной техники, как и многие другие области нашей с вами жизни.

Таким образом, почти любой человек, у которого есть компьютер, может заниматься этим увлекательным и интересным процессом, узнавая много нового об окружающем нас мире.

В заключении, отмечу, что MATLAB наделяет пользователя всеми необходимыми инструментами и средствами, с помощью которых можно строить очень сложные модели реального мира.

Помимо того, что MATLAB мощная и многофункциональная программка, в ней реализован простой и понятный интерфейс, а это не менее важно.

Ну и конечно же, я считаю, что MATLAB – это одна из самых лучших альтернатив для разработки математических моделей, которая даже предоставляет возможность использовать ее с другими языками программирования, такими как Python или Java.

### **Список литературы**

1. Безручко Б. П., Смирнов Д. А. Математическое моделирование и хаотические временные ряды. - Саратов: ГосУНЦ «Колледж», 2005. - 376 с.
2. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Н.Г. Прикладная математика - 5-е изд., испр. и доп. - М.: УРСС, 2018. - 376 с.
3. Введение в математическое моделирование. Учебное пособие. Под ред. П. В. Трусова. - : Логос, 2004. - ISBN 5-94010-272-7.
4. Звонарев, С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. - 112 с
5. Сидорик В.В., Погирницкая С.Г., Практикум по моделированию в среде MATLAB. - Учебно-методическое пособие для студентов и слушателей системы повышения квалификации и переподготовки. - Минск: БНТУ, 2012. - 116 с

**УДК 373.167**

### **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОМ СУМО**

**В.В. Новоселова, Е.А. Дудник**

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье представлены современные идеи и актуальные направления развития науки и техники на примере робота сумо. Робот-сумо имеет множество преимуществ: он автономен, запрограммирован на микроконтроллере для поиска необходимой цели до тех пор, пока она не будет выполнена. Представлены структурная, электрическая схемы и описаны их составляющие. Разработаны блок-схема алгоритма устройства и программный код. Большое внимание уделяется сборке и программированию роботов, которые могут облегчить многие аспекты повседневной жизни.

**Ключевые слова:** робот сумо, программирование, микроконтроллер, Arduino nano, ультразвуковой датчик.

# MICROCONTROLLER ROBOT SUMO

*V.V. Novoselova, E.A.Dudnik*

*Rubtsovsk Industrial Institute Altai State Technical University  
named after I.I.Polzynov*

**Abstract.** The article presents modern ideas and current trends in the development of science and technology using the example of a sumo robot. A sumo robot has many advantages: it is autonomous, programmed into the microcontroller to search for the desired target until it is completed. Structural and electrical circuits are presented and their components are described. The block diagram of the device algorithm and program code have been developed. Much attention is paid to the assembly and programming of robots that can facilitate many aspects of daily life.

**Keywords:** sumo robot, programming, microcontroller, Arduino nano, ultrasonic rangefinder.

## Введение

Актуальность выбранной темы и интерес к роботам-сумо обусловлены тем, что это хорошая платформа для отработки алгоритмов, механики, программирования, особенностей конструкции, электротехники, электроники и автоматического управления.

К насущным задачам можно выделить следующие: развитие инновационной творческой деятельности; развитие навыков готовности к самообразованию и личностному самоопределению; обучение чтению схем сборки, инструкции;

В сфере программируемой техники очень популярны зрелищные мероприятия. Среди них поиск выхода из лабиринта, скоростное движение по линии, танцы роботов отслеживание линии, ковботы, и двуногие гонки, а также роботы сумо.

Цель работы является разработка на платформе Arduino робота сумо с автономным питанием, который будет поворачиваться до тех пор, пока не будет найдена цель. После нахождения противника он должен ускориться и вытолкнуть его за пределы поля.

## Метод проектирования микроконтроллерной системы

Робот сумо – это программируемый механизм, использующийся для робототехнических соревнований, основанный на алгоритме, который позволяет решать поставленные интеллектуальные задачи и выполнять намеченные цели. Справиться с этим роботу помогает микроконтроллерная система, например, ArduinoNano.

Для начала познакомимся с общими правилами соревнований.

Соревнования проводятся среди команд, которые составляют авторы роботов, по принципу борьбы сумо. Задача поединка - вытолкнуть соперника за пределы ринга в течение заданного времени. Если за заданное время ни один робот не покидает ринг, то победителем считается робот, находящийся ближе всего к центру ринга. Бой между двумя роботами называется матч. Матч состоит из нескольких раундов. Цель турнира определить наиболее “сильного” робота с точки зрения конструкции и программного обеспечения. Поле для состязания представляет собой круг диаметром 1100 мм (рис. 1).

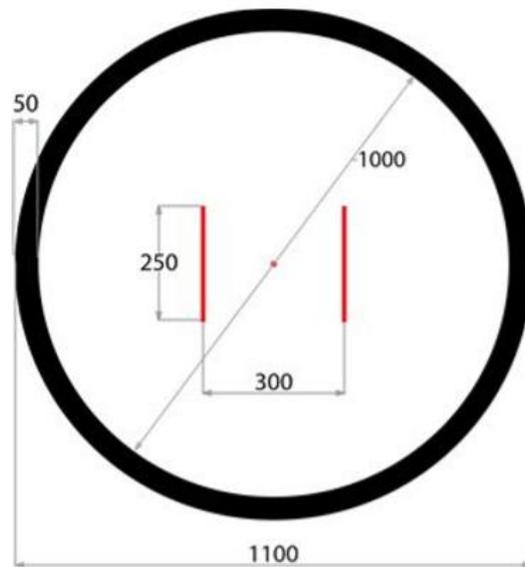


Рис. 1 – Поле для соревнований

Цвет его внутренней части белый. Граница представляет собой окружность черного цвета шириной 50 мм. Диаметр внутреннего круга составляет 1000 мм. Центр круга помечен красной точкой. Эта отметка используется, когда встает вопрос определения победителя (например, вышло время соревнования или в круге осталось несколько роботов). Стартовые позиции роботов имеют красный цвет и находятся симметрично центра поля на расстоянии 150 мм от центра и 300 мм друг от друга [1].

### Структурная схема устройства

Устройство управления роботом подключено к плате управления моторами, которая задает направление этих моторов, управляющихся при помощи драйвера двигателей (рис. 2). К плате управления подключен ультразвуковой дальномер для обнаружения цели. Для того, чтобы робот «видел» границы поля, подключим к Arduino ультразвуковой сенсор. В качестве питания моторов были взяты АКБ ICR18650-22F *Samsung*.

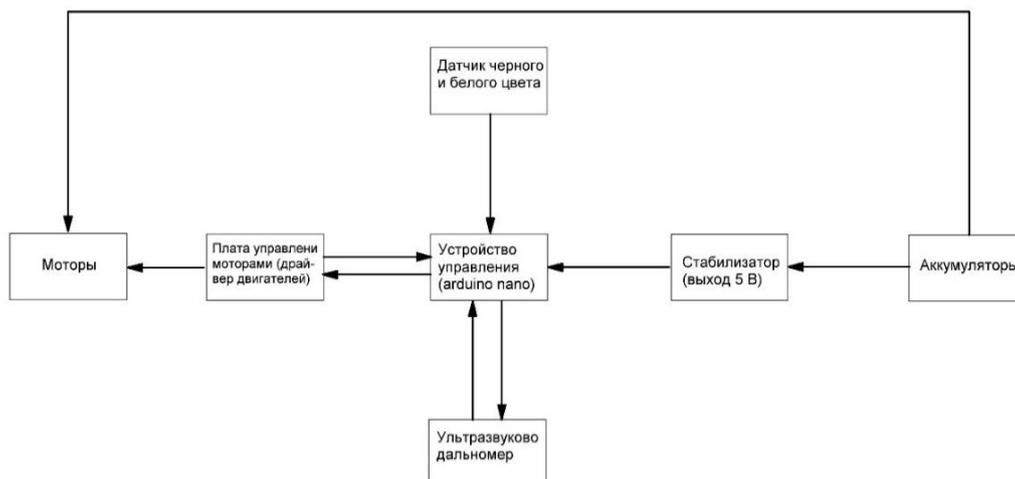


Рис. 2 – Структурная схема устройства

## Электрическая схема

Устройство управления (Arduinonano) (pinsD3-D7, D11) подключено к плате управления моторами(L298N) на выводах IN1, IN2, IN3 иIN4 (задают направления моторов) и к выводам ENA и ENB (которые в свою очередь работают в активном и пассивном режиме). Драйвер двигателей управляет моторами при помощи выводов OUT1-OUT4. К плате управления подключен ультразвуковой дальномер (pins 8, 9) для обнаружения цели.

Для того, чтобы робот «видел» границы поля, подключим к Arduino (pin13) ультразвуковой сенсор (рис. 3).

В качестве питания моторов были взяты АКБ tr 18650.При параллельном соединении они дают более 5В, поэтому было принято решение сделать стабилизатор на 5В (для питания Arduinonano).

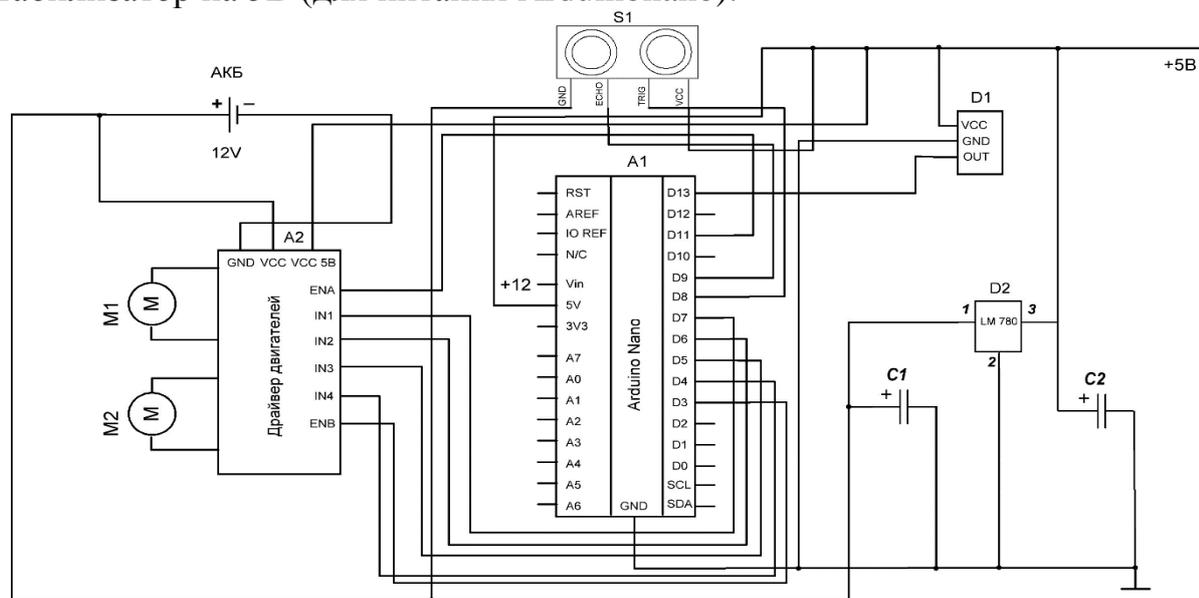


Рис. 3 – Электрическая схема робота

Рассмотрим подробнее элементы электрической схемы.

Для обнаружения роботом противника используется **ультразвуковой дальномер**.

Принцип работы рассматриваемой модели HC-SR04 состоит в том, что сенсор излучает короткий ультразвуковой импульс, который отражается от объекта и принимается сенсором. Расстояние рассчитывается исходя из времени до получения эха и скорости звука в воздухе. Два цилиндра в передней части сонара это ультразвуковые динамики, один из них излучает импульс, а другой работает как микрофон – улавливает отраженный сигнал.

В отличие от *инфракрасных дальномеров*, на показания ультразвукового дальнера не влияют засветки от солнца или цвет объекта. Даже прозрачная поверхность будет для него препятствием. Но могут возникнуть трудности с определением расстояния до пушистых или очень тонких предметов.

В отличие от *ультразвукового дальнера URM37*, этот дальномер не обладает таким большим выбором интерфейсов и режимов работы. Но этот «недостаток» компенсируется простотой работы с ним(рис.4).

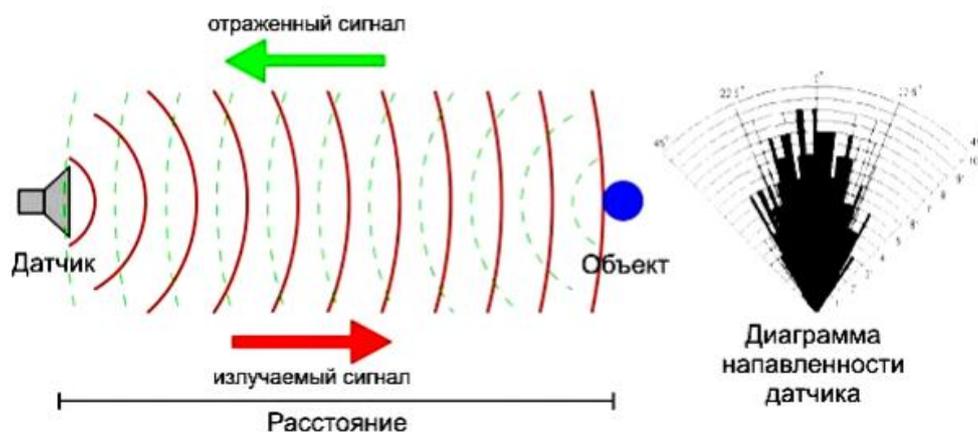


Рис. 4 - Принцип действия ультразвукового дальномера

Характеристики ультразвукового дальномера HC-SR04:

- Напряжение питания: 5 В
- Потребление в режиме тишины: 2 мА
- Потребление при работе: 15 мА
- Диапазон расстояний: 2–400 см
- Эффективный угол наблюдения: 15°
- Рабочий угол наблюдения: 30° [2].

Чтобы моторы начали работу, используется **драйвер двигателей** (к примеру, модель L298N) MotorShield – плата расширения для Arduino, которая обеспечивает работу двигателей постоянного тока и шаговых двигателей. На плате установлен комплект сквозных колодок Arduino Rev3, позволяющий устанавливать другие платы расширения. Также на плате имеется возможность выбора источника напряжения – MotorShield может питаться как от Arduino, так и от внешнего источника. На плате имеется светодиод, который показывает, работает ли устройство.

Для того, чтобы подключить двигатели к Arduino будем использовать специальную схему подключения, называемую Н-мостом, с помощью которой мы можем изменять направление движения шпинделя двигателя. Сегодня можно без проблем найти как микросхемы, содержащие два или больше Н-моста, так и отдельные модули и платы расширения, построенные на этих микросхемах [3] (рис.5).

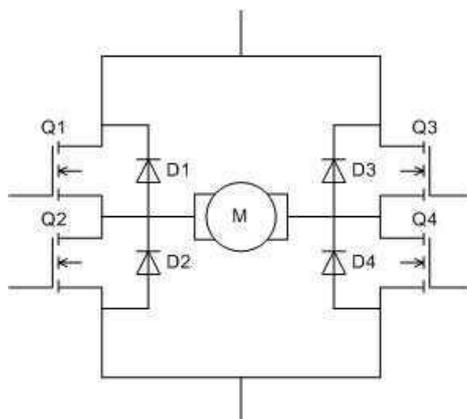


Рис. 5 – Схема драйвера двигателей

Принцип работы драйвера двигателя основан на принципе работы Н-моста [3]. Н-мост является электронной схемой, которая состоит из четырех ключей с нагрузкой. Схема моста изображена на рисунке 5 Q1...Q4 0 полевые, биполярные или IGBT транзисторы. Последние используются в высоковольтных сетях. Биполярные транзисторы практически не используются, они могут присутствовать в маломощных схемах. Для больших токов берут полевые транзисторы с изолированным затвором. Ключи не должны быть замкнуты вместе одновременно, чтобы не произошло короткого замыкания источника. Диоды D1...D4 ограничительные, обычно используются диоды Шоттки. С помощью изменения состояния ключей на Н-мосте можно регулировать направление движения и тормозить моторы.

Для того, чтобы робот не выходил за пределы поля, используется **цифровой инфракрасный датчик** обхода препятствий (в данной статье YL-63 или FC-51). Этот датчик применяется тогда, когда нужно определить наличие объекта, а точное расстояние до объекта знать необязательно. Датчик состоит из инфракрасного излучателя, и фотоприемника [4]. ИК-источник излучает инфракрасные волны, которые отражаются от препятствия и фиксируются фотоприемником. Датчик обнаруживает препятствия в диапазоне расстояний от нуля до установленной предельной границы. Он построен на основе компаратора LM393, который выдает напряжение на выход по принципу: обнаружено препятствие – логический уровень HIGH, не обнаружено – логический уровень LOW. Данное состояние показывает и находящийся на датчике красный светодиод. Пороговое значение зависит от настройки датчика и регулируется с помощью установленного на модуле потенциометра. Для индикации питания на датчике установлен зеленый светодиод. Датчик применяется в робототехнике для обнаружения препятствий при движении колесных или гусеничных роботов (рис.6).

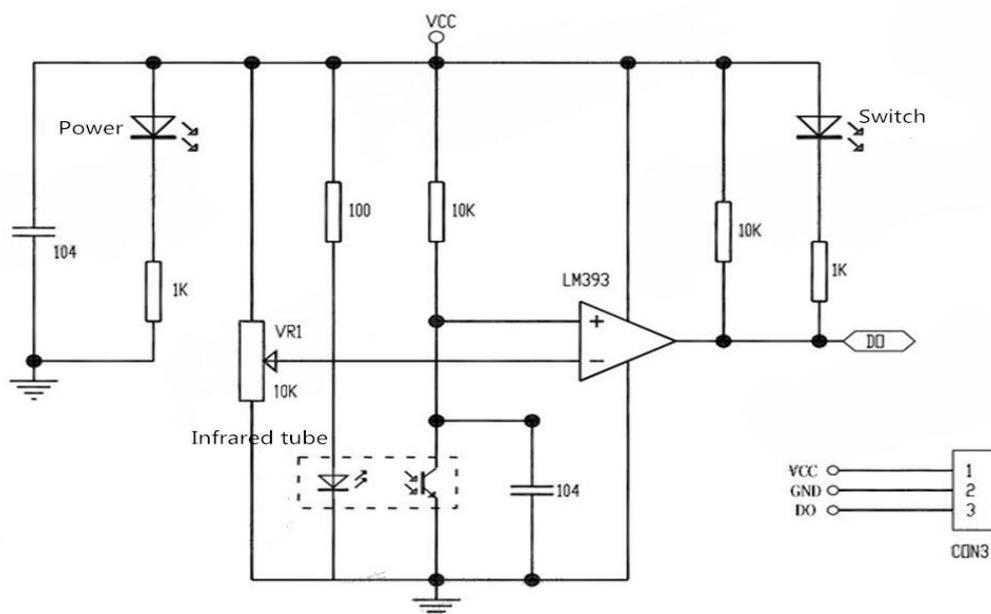


Рис. 6 - Схема инфракрасного сенсора

Технические характеристики датчика препятствия YL-63:

- напряжение питания: 3.3–5 В;
- тип датчика: диффузионный;
- компаратор: LM393;
- расстояние обнаружения препятствий: 2 – 30 см;
- эффективный угол обнаружения препятствий: 35°;
- потенциометр для изменения чувствительности;
- светодиод индикации питания [4].

Внешнее напряжение VCC 3,3 V-5 В (можно напрямую подключить к микроконтроллеру 5 v и 3,3 v). GND заземление.

Расчет потребляемой мощности и требования к источнику питания

$$I * U = P \quad (1)$$

$$I=P/U \quad (2)$$

$$AB(\text{емкость аккумулятора})/I=\text{Полный заряд} \quad (3)$$

Моторы  $U=7,4\text{в } 5 \text{ Вт}$

Arduino nano  $U=5\text{в } 0,1\text{Вт}$

Драйвер двигателей  $U=5-12\text{в } 0,1 \text{ Вт}$

Ультразвуковой сонар  $U=5\text{в } 0,075 \text{ Вт}$

Инфракрасный сенсор  $U=5\text{в } 0,0075 \text{ Вт}$ .

Используя формулу(1) проводим расчет мощности.

$$P=5+0,1+0,1+0,075+0,0075=5,2825 \text{ Вт}.$$

I потребления рассчитаем по формуле (2).

$$I=5,2825/7,4=0,71385 \text{ А}$$

Для расчета полного заряда применяем формулу (3).

$$9900\text{мА}: 713 \text{ мА} =13,48\text{ч}$$

Для питания работа применяем аккумулятор TR 18650, полного заряда которого хватит на 13ч 48 мин.

Таким образом, при расчете потребляемой мощности, было выяснено, что на аккумуляторах TR 18650 робот будет работать ~13 часов.

### **Разработка алгоритма работы МК**

Управляющим микроконтроллером всего робота является плата Arduino nano (рис.7).

После подачи питания к данному устройству управления поэтапно подключаются:

- Датчик черного и белого цвета, отвечающий за ориентацию в пространстве;
- Ультразвуковой дальномер, позволяющий найти цель и вытолкнуть ее за пределы поля;
- Драйвер двигателей, к которому подключаются моторы;
- Стабилизатор с выходом 5В.

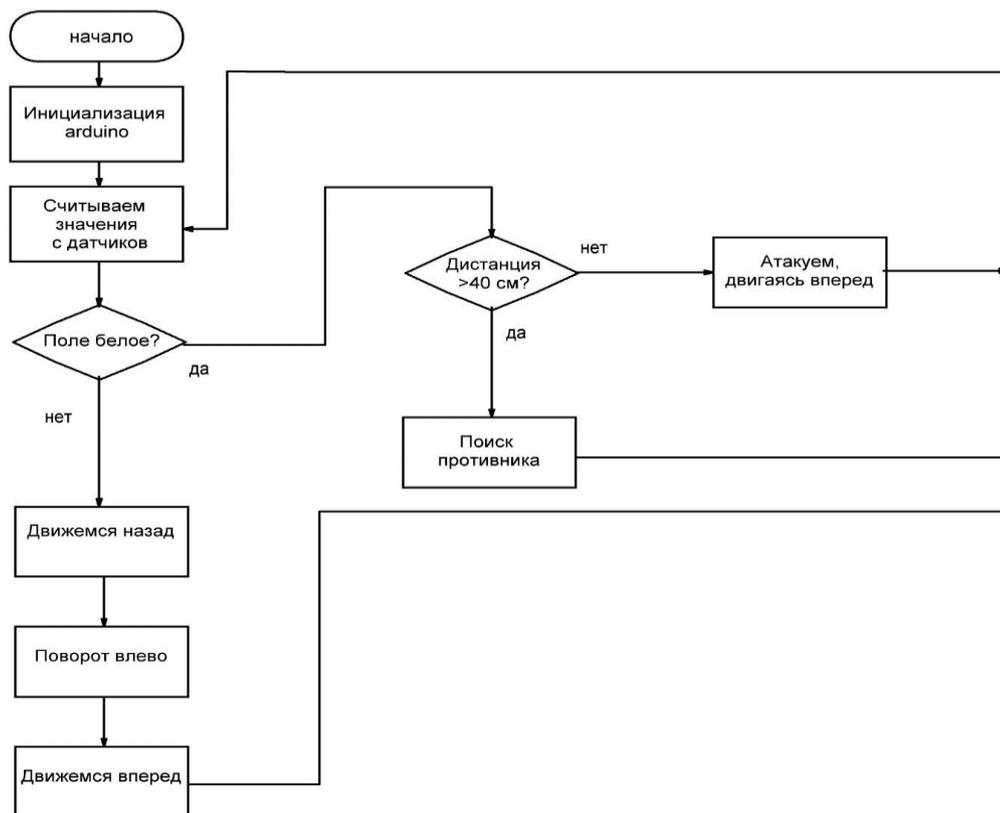


Рис. 7 - Алгоритм работы робота

### Разработка программы МК

Программирование проводилось в программной среде Arduino IDE.

*ArduinoIDE* — кросс-платформенное приложение (для *Windows*, *MacOS*, *Linux*), разработанное на *C* и *C++*. Оно используется для написания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей.

Ниже приведено описание программного кода, который использовался в создании робота [5]:

Происходит инициализация портов ультразвукового сонара Echo (Эхо OUTPUT) pin 8 и Trigger (Триггер INPUT) pin 9

```

#define TRIGGER_PIN 9
#define ECHO_PIN 8
#define MAX_DISTANCE 350 //максимальная дистанция в сантиметрах
// инициализация драйвера двигателей, подключение по номерам пинов
const int in1 = 7; // L298N-1 pin 7
const int in2 = 6; // L298N-1 pin 6
const int en1 = 11; // L298N-1 pin 11
const int in3 = 5; // L298N-1 pin 5
const int in4 = 4; // L298N-1 pin 4
const int en2 = 3; // L298N-1 pin 3
const int analogPin1 = 13; // подключение инфракрасного сенсора
// драйвер двигателей
const int in1 = 7; // L298N-1 pin 7
  
```

```

const int in2 = 6; // L298N-1 pin 6
const int en1 = 11; // L298N-1 pin 11
const int in3 = 5; // L298N-1 pin 5
const int in4 = 4; // L298N-1 pin 4
const int en2 = 3; // L298N-1 pin 3
const int analogPin1 = 13; // подключение инфракрасного сенсора
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Задаем скорость работы монитор порта
  ультразвукового сенсора
  pinMode(13, INPUT); // подключение к ардуино
  pinMode(in1, OUTPUT); // подключение L298n
  pinMode(in2, OUTPUT); // подключение L298n
  pinMode(ena, OUTPUT); // подключение L298n
  pinMode(in3, OUTPUT); // подключение L298n
  pinMode(in4, OUTPUT); // подключение L298n
  pinMode(enb, OUTPUT); // подключение L298n}
  void loop() {
    delay(50); // алгоритм расчета дистанции ультразвукового сенсора
    unsigned int uS = sonar.ping();
    unsigned int cm = (uS / US_ROUNDTRIP_CM);
    Serial.print("Ping: ");
    Serial.print(cm.);
    Serial.println("cm");
    Serial.println(digitalRead(13)); // Выводим значение в порт
    if (digitalRead(13) == LOW)
      { if (cm <= 40) // если расстояние больше 40 сантиметров, то
        поворачиваемся по кругу и ищем цель [6]
          // if (distance_sm < 40 ) // если расстояние от 0 до 40 сантиметров, то
        выталкиваем цель
          { digitalWrite(in1, HIGH); // команда выталкивания цели
            digitalWrite(in2, LOW);
            analogWrite(ena, 150);
            digitalWrite(in3, HIGH);
            digitalWrite(in4, LOW);
            analogWrite(enb, 150)
          } else // вращаемся по кругу и ищем препятствие (соперника)
          { digitalWrite(in1, LOW);
            digitalWrite(in2, HIGH);
            analogWrite(ena, 100);
            digitalWrite(in3, HIGH);
            digitalWrite(in4, LOW);
            analogWrite(enb, 100);
            delay(100);
          }
        }
  }

```

```
digitalWrite(in1, LOW)
digitalWrite(in2, LOW);
analogWrite(ena, 100);
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, LOW);
analogWrite(enb, 100);
delay(200); } }
```

else // analogpin 13 low после пересечения черной полосы, робот едет назад 0.5 сек и разворачивается 0.8 сек, после чего робот ждет 0,05 сек и выполняет программу повторно

```
{ digitalWrite(in1, LOW);
digitalWrite(in2, HIGH);
analogWrite(ena, 160);
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
analogWrite(enb, 160);
delay(500); // задержка
digitalWrite(in1, HIGH);
digitalWrite(in2, LOW)
analogWrite(ena, 100);
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
analogWrite(enb, 100);
delay(800); // задержка}
delay(50); // задержка }
```

### **Техника безопасности при ремонте и эксплуатации робота сумо**

Нельзя забывать об опасности работы с электрическими устройствами.

Перед началом работы необходимо:

- Убедиться в исправности и целостности всех рабочих элементов робота, элементов крепления, электропроводки, переключателей, при помощи которых блоки питания робота включаются в сеть, наличии заземления.

- Убедиться в исправности и правильности подключения автономных источников питания робота (аккумуляторных батарей).

- Проверить исправность и выполнить установку на работе плавких предохранителей для защиты слаботочных цепей робота.

При работе с Arduinonano следует соблюдать несколько правил.

Напряжение питания должно быть в норме. Нельзя превышать напряжение питания микроконтроллера, если запускать его от батарей или источника, в качестве стабилизации которого вы не уверены – лучше установить дополнительный линейный или LDO-стабилизатор;

Нельзя замыкать пины. Производитель установил рекомендуемый ток через пин микроконтроллера, не более 30 мА. При напряжении питания в 5

Вольт, это значит, что нужно подключать незнакомую (новую) нагрузку, через резистор не менее 200 Ом, что установит максимальный ток в 25 мА;

Нельзя превышать логические уровни. Если на микроконтроллере в качестве логической единицы выбран уровень 5 В, то и датчик, кнопка или другой микроконтроллер должен посылать сигнал с таким же напряжением.

Если подать напряжение уровнем выше 5,5 В – пин сгорит. Внутри установлены ограничительные элементы, но при их срабатывании токи начинают расти пропорционально приложенному вольтажу. Нельзя подавать переменное по знаку напряжение, а уж тем более сетевое – 220 В.

Нельзя нагружать стабилизатор. Если запитать нагрузку от пина 5V – можно сжечь линейный стабилизатор, эта шина питает микроконтроллер и рассчитана на него, однако, пару маленьких сервомоторчиков он выдержит.

Также нельзя подключать источник внешнего напряжения к этой ножке, стабилизатор не имеет защиты от обратного напряжения. Чтобы питать дополнительные исполнительные устройства нужно *брать напряжение от внешнего источника питания.*

Необходимо помнить про условия эксплуатации робота:

- Напряжение питания: 12 V ( $\pm 10\%$ ) (47 ... 63 Гц);
- Температура окружающей среды: -10 ... +30°C.

После окончания работы надо выключить робота и все зарядные устройства.

### **Заключение**

В данной статье были представлены роботы сумо, разработанные на платформе Arduino, которая проста для освоения и имеет открытый код на основе встроенного микроконтроллера и среды разработки с программным интерфейсом. К ней могут присоединяться различные аналоговые и цифровые датчики, которые регистрируют состояние окружающей среды и передают данные в микроконтроллер.

Благодаря структурной и электрической схемам, были показаны аспекты сборки представленной модели робота. С помощью прописанного кода собранный робот может выполнить поставленную перед ним задачу, а именно заниматься поиском противника, а после его нахождения – ликвидацией по всем правилам соревнования.

Развитие робототехники идет стремительными шагами во всех областях применения. Работы школьников и студентов могут использоваться для отработки навыков управления различными типами роботов. Промышленные роботы помогают человечеству избавиться от тяжелого физического труда. А рассмотренные нами роботы сумо являются частью сферы развлечений. Простые в сборке и управлении, такие роботы могут стать отличными развивающими помощниками, однако полностью заменить человека они не способны.

### **Список литературы**

1. Сайт ROBOCITY – сообщество любителей робототехники

[http://robocity.dp.ua/wp-content/uploads/2015/09/lego\\_sumo\\_rules\\_v1.pdf](http://robocity.dp.ua/wp-content/uploads/2015/09/lego_sumo_rules_v1.pdf)

2. Сайт 3DiY / <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/>

3. Сайт Российское ардуино сообщество «ARDUINOMASTER» /<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/drajver-dvigatelya-i-motor-shield-arduino/>

4. Сайт 3DiY / <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/infrakrasnyj-datchik-prepyatstvij-y1-63/>

5. Эванс Б. Arduino блокнот программиста / Б. Эванс // Программирование 2007. С. 20-21.

6. Монк. Э. Програмируем Arduino / Э. Монк. // Программирование 2017. С. 65-68.

**УДК 004.42**

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПРОГРАММ И БАЗ ДАННЫХ**

А.И. Раджабов, Л.А. Попова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается автоматизация процесса регистрации программ и баз данных для ЭВМ и разработка на языке программирования С# приложения, предназначенного для решения данной задачи.

**Ключевые слова:** С#, регистрация программ, базы данных, автоматизация.

## **DEVELOPMENT OF THE APPLICATION FOR REGISTRATION OF PROGRAMS AND DATABASES**

A.I. Radzhabov, L.A. Popova

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I.  
Polzunov*

**Annotation.** This article discusses the automation of the process of registering programs and databases for computers and the development of an application in the C # programming language designed to solve this problem.

**Keywords:** C#, registration of programs, databases, automation.

Оформление документов на регистрацию программ является достаточно времязатратным процессом. Для подачи заявки на регистрацию одной программы необходимо подготовить комплект документов, заполненный по определенным правилам. Была поставлена задача, автоматизировать и упростить этот процесс. Разработанная программа решает проблемы, связанные с хранением и редактированием данных об авторах, регистрируемых программах, заявках на регистрацию программ для ЭВМ и баз данных, а также составлением отчетов. С такими проблемами сталкиваются сотрудники государственных учебных учреждений технического направления, а также специалисты, занимающиеся разработкой программного обеспечения.

Целью является разработка программы для автоматизации процесса составления заявки для государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных, хранения информации и составления отчетов о зарегистрированных программах.

Программы для ЭВМ и базы данных должны быть защищены авторским правом и зарегистрированы в Роспатенте. В российском законодательстве программный код приравнивается к литературному произведению. Это означает, что права на программу действительны в течение всей жизни авторов [1]. Чтобы зарегистрировать программу или базу данных, нужно подать заявку с описанием и распечатанным кодом. Данная процедура нужна для того, чтобы защитить программный продукт от ряда нарушений авторских прав, а именно:

- копирование авторских программ и данных конечными пользователями;
- установка авторских программ на жесткие носители;
- подделка авторских программ;
- использование авторских программ с нарушением действия лицензий;
- Интернет-пиратство (практически не поддается диагностике).

Для реализации данной работы был выбран язык программирования C# [2]. Возможностей данного языка достаточно, чтобы запрограммировать весь необходимый функционал.

На основе изученных материалов по выбранной теме было разработано прикладное программное обеспечение для автоматизации процесса подачи заявки на регистрацию программ и баз данных для ЭВМ и формирования отчетов. Пользовательский интерфейс разработан на основе технологии Windows Presentation Foundation [3, 4]. Приложение предоставляет возможность удобным способом вводить информацию о программе и его авторах, генерировать комплект документов, необходимых для подачи заявки и формировать отчеты.

Было выполнено тестирование программы на контрольных примерах, использующих несуществующие данные, приближенные к реальным.

Данная программа разработана для преподавателей и студентов РИИ АлтГТУ. Она позволит сократить время на оформление документов, устранить возможность появления ошибок при формировании заявок и отчетов о зарегистрированных программах и базах данных.

Информация, необходимая для работы программы, хранится в базе данных, разработанной на основе модели данных. Связь между классами модели и таблицами БД выполняется по объектно-ориентированной технологии доступа к данным – ORM (object-relational mapping) с использованием Entity Framework, который дает разработчикам возможность работать с данными на более высоком уровне абстракции, создавать и сопровождать приложения, ориентированные на работу с данными [5, 6]. Entity Framework является компонентом платформы .NET Framework и позволяет работать на любом компьютере, где установлена эта платформа.

На рисунке 1 представлена инфологическая модель базы данных (ER-диаграмма). Сущностями являются: авторы, программы и заявки, тип связи между ними «многие-ко-многим».

На рисунке 2 представлена даталогическая модель, соответствующая инфологической модели БД. На ее основе были разработаны классы модели данных.

Все документы, необходимы для оформления заявки, и отчеты составлены на основе шаблонов текстового процессора MicrosoftWord [7].

Для работы с API MicrosoftWord в приложение были добавлены классы WordDocument и StaticMethods (рисунок 3).

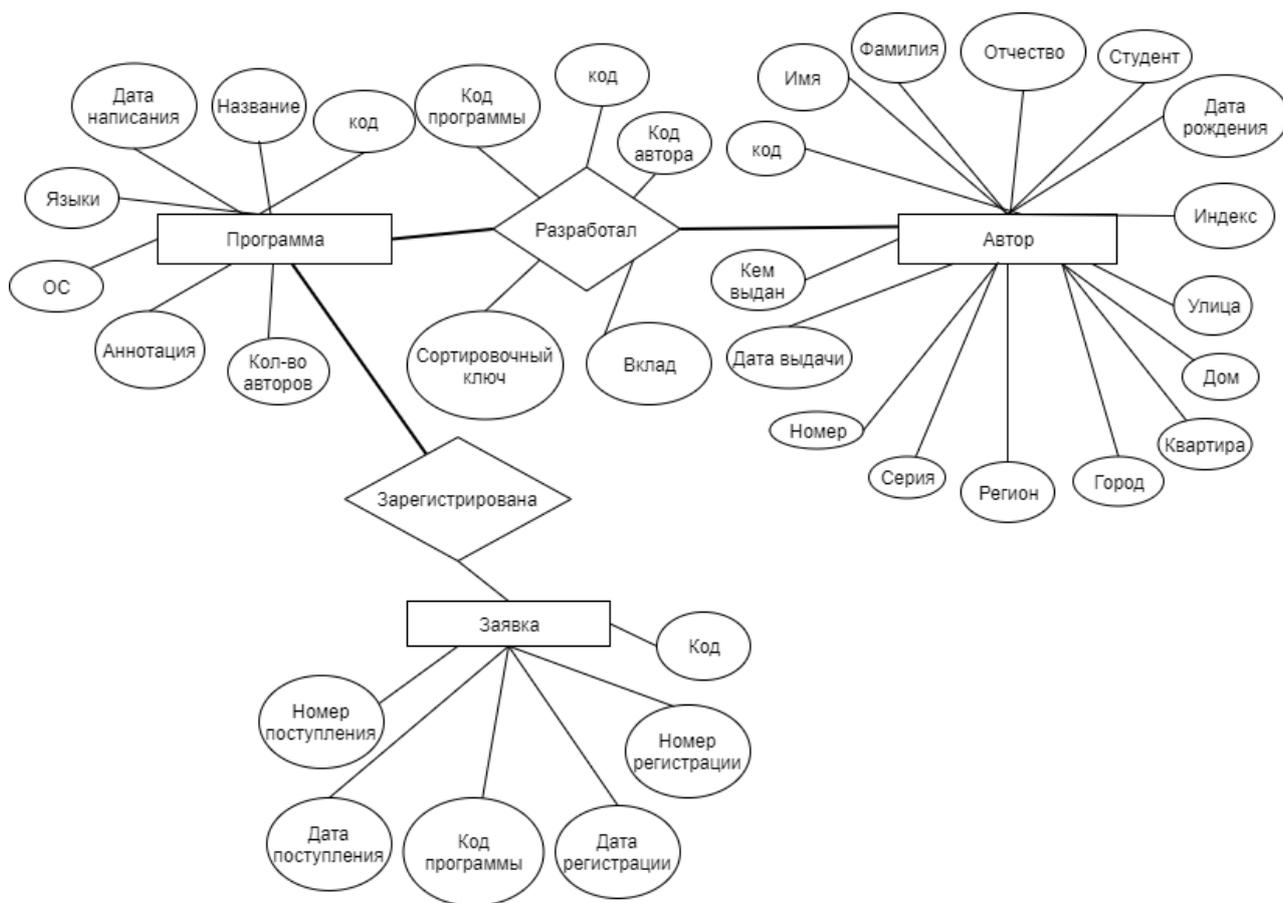


Рис. 1 – ER-диаграмма

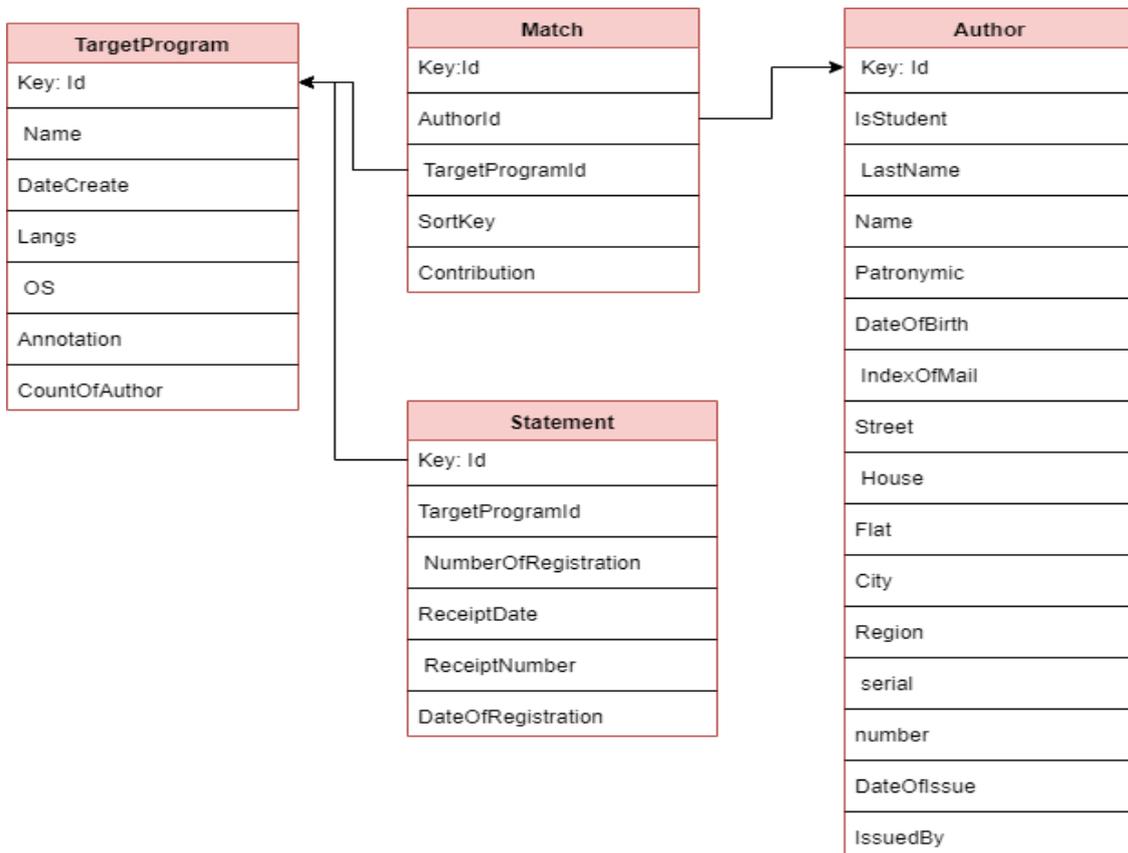


Рис. 2 – Дatalogическая модель БД

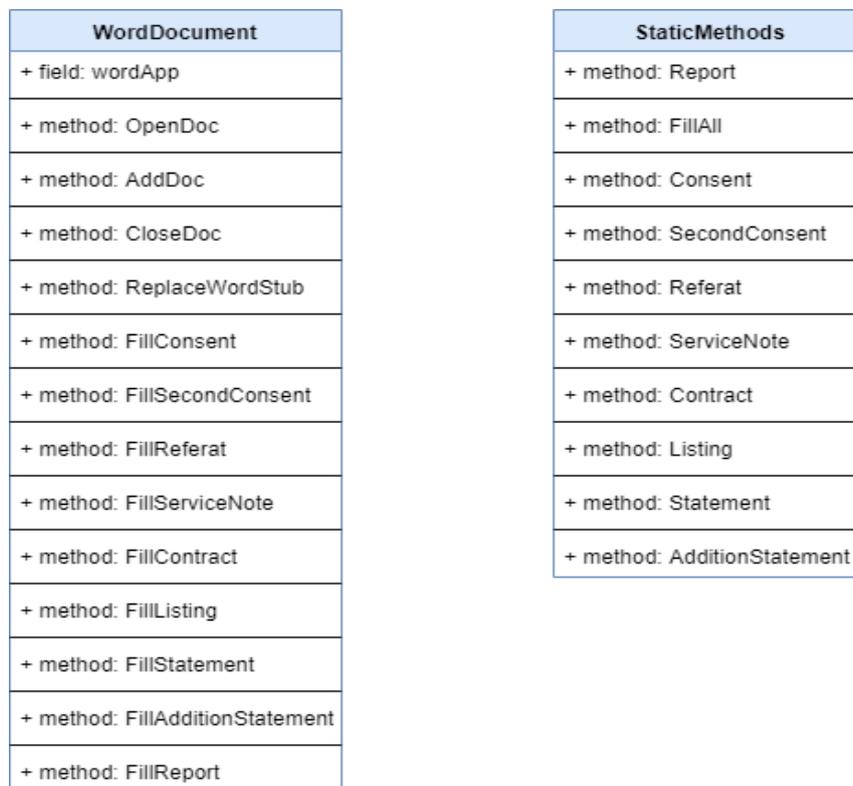


Рис. 3 – Структура классов, отвечающих за заполнение документов Word

Структура программы представлена на рисунке 4.

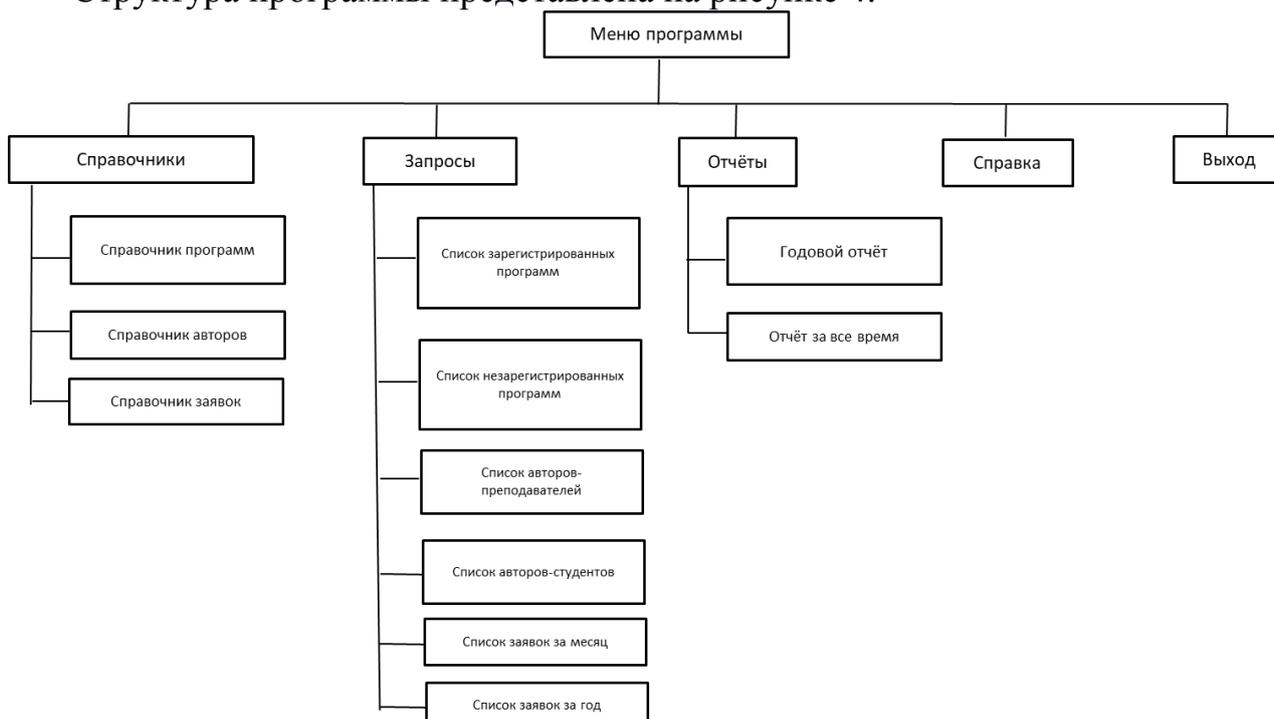


Рис. 4 – Структура программы

На рисунках 5-10 показаны основные функциональные возможности программы.

Программа позволяет хранить и редактировать информацию в справочниках. Информацию о добавленных программах можно посмотреть в справочнике программ (рисунок 5).

Назад

Программы

Фильтр: Все

Название	Дата написания	Языки	ОС	Количество авторов	Аннотация
Agatotto- Мониторинг цен в сети	03.04.2020	C#	Windows	1	Мониторинг цен на различные тов
Автоматизация документооборота	02.07.2020	Caml	Windows	1	Аннотация

Рис. 5 – Справочник программ

Информацию об авторах можно посмотреть в справочнике авторов (рисунок 6). Данные об авторах, которые оформляют заявки на программы, автоматически заносятся в этот справочник. При формировании новых заявок они автоматически выбираются.

Статус	ФИО	Дата рождения	Адрес
Студент	Иванов Иван Иванович	06.05.1999	13234, ул. Ленина, д. 23, кв. 32, г. Рубцов
Преподаватель	Петров Владимир Егорович	03.03.2001	242131, ул. Ленина, д. 45, кв. 54, г. Барна

Рис. 6 – Справочник авторов

Информация о зарегистрированных программах отображается в справочнике зарегистрированных программ (рисунок 7).

Программа	Номер регистрации	Дата регистрации	Номер поступления	Дата поступления
Adamoto- Мониторинг цен в сети	2021660863	04.05.2021	2021660072	09.05.2021
Автоматизация документооборота	1434133	01.03.2007	41454345	05.07.2004

Рис. 7 – Справочник заявок

Информация о программе вводится через форму (рисунок 8).

The screenshot shows a window titled "Регистрация программ" (Registration of programs) with a "Назад" (Back) button in the top left. The main heading is "Введите информацию о программе" (Enter program information). The form contains the following fields:

- Название программы\*** (Program name): Text input with "Agamoto-Мониторинг цен в сети" (Agamoto-Internet price monitoring).
- Дата написания\*** (Date of writing): Date picker with "8" (Day), "6" (Month), and "2020" (Year).
- Языки программирования\*** (Programming languages): Dropdown menu with "C#, C" selected.
- Операционная система\*** (Operating system): Dropdown menu with "Windows" selected.
- Количество авторов\*** (Number of authors): Spinners with "1" in the center, "-" on the left, and "+" on the right.
- Аннотация\*** (Annotation): Text area with "Программа для мониторинга цен в интернете" (Program for monitoring prices on the internet).

A "Дальше" (Next) button is located in the bottom right corner.

Рис. 8 – Форма для добавления информации о программе

Информация об авторе вводится на специальной форме (рисунок 9).

The screenshot shows a window titled "Регистрация программ" (Registration of programs) with a "Назад" (Back) button in the top left. The main heading is "Введите информацию об авторе" (Enter author information). The form contains the following fields:

- Выбрать из Базы данных:** (Select from database): Dropdown menu with a red "X" button.
- Внести в Базу данных:** (Enter in database):
- ФИО\*** (Full name): Three text inputs with "Петров" (Surname), "Владимир" (First name), and "Егорович" (Patronymic).
- Дата рождения\*** (Date of birth): Date picker with "4" (Day), "6" (Month), and "2000" (Year).
- Адрес\*** (Address): Multiple inputs for "Индекс" (114134), "Улица" (Комсомольская), "Дом" (2), "Квартира" (44), "Город" (Рубцовск), and "Регион" (Алтайский Край).
- Паспортные данные\*** (Passport data): Inputs for "Серия" (3467), "Номер" (423255), "День" (5), "Месяц" (9), "Год" (2006), and "Кем выдан" (УФНС России по гор.).
- Статус\*** (Status): Dropdown menu with "Студент" selected.
- Вклад автора\*** (Author's contribution): Dropdown menu with "Написание исходного кода программ" selected.

A "Дальше" (Next) button is located in the bottom right corner.

Рис. 9 – Форма для добавления информации об авторе

Рис. 10 – Форма для добавления информации о государственной регистрации

Таким образом, в результате работы было разработано приложение для автоматизации процесса подачи заявок на регистрацию программ и баз данных с использованием языка С#, на платформе WPF. Программа является полноценной и выполняет свою работу без сбоев и отклонений.

Основными достоинствами разработанного приложения являются:

- долговременное хранение всей информации о зарегистрированных программах;
- удобный интерфейс пользователя;
- выполнение монотонную работу за короткое время.

#### Список литературы

1. Регистрация программы для ЭВМ [Электронный ресурс] – URL: <https://legal-support.ru/services/programms/>.

2. Васюткина, И.А. Разработка клиент-серверных приложений на языке С# : учебное пособие : [16+] / И.А. Васюткина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 112 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576570> (дата обращения: 17.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2932-7. – Текст : электронный.

3. Абрамян, А.В. Разработка пользовательского интерфейса на основе технологии Windows Presentation Foundation: учебник по курсу «Основы разработки пользовательского интерфейса» для студентов направления 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (бакалавриат) / А.В. Абрамян, М.Э. Абрамян; Южный федеральный

университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 302 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499453> (дата обращения: 17.12.2020). – Библиогр.: с. 294. – ISBN 978-5-9275-2375-7. – Текст : электронный.

4. Руководство по WPF [Электронный ресурс] – URL: <https://metanit.com/sharp/wpf/>.

5. Суханов, М.В. Основы Microsoft .NET Framework и языка программирования С# : учебное пособие / М.В. Суханов, И.В. Бачурин, И.С. Майоров ; Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2014. – 97 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312313> (дата обращения: 18.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-261-00934-4. – Текст : электронный.

6. Введение в Entity Framework [Электронный ресурс] – URL: <https://metanit.com/sharp/entityframework/1.1.php>.

7. Программная работа с документами Word с помощью библиотеки Microsoft.office.interop.word [Электронный ресурс] – URL: <https://nationalteam.worldskills.ru/skills/programmnyaya-rabota-s-dokumentami-word-s-pomoshchyu-biblioteki-microsoft-office-interop-word/>.

**УДК 004.42**

## **РАЗРАБОТКА ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

А.И. Раджабов, В.С. Щетнев, Л.А. Попова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО “Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова”*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается технология распознавания голоса и разработка программы – голосового помощника для управления персональным компьютером, с использованием языка программирования Python. Приложение предназначено для людей с ограниченными возможностями.

**Ключевые слова:** Python, голосовой помощник, ассистент, управление голосом.

## **DEVELOPMENT OF A VOICE ASSISTANT FOR PEOPLE WITH DISABILITIES**

A.I. Radzhabov, V.S. Shetnev, L.A. Popova

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University named after I.I.  
Polzunov*

**Annotation.** This article discusses the technology of voice recognition and the development of a program - a voice assistant for controlling a personal computer, using the Python programming language. The application is intended for people with disabilities.

**Keywords:** Python, voice assistant, voice control, computer control.

В настоящее время голосовые ассистенты все больше развиваются и широко используются большинством людей в мире. Также создаются

голосовые станции для управления умным домом. Крупные IT-компании ежегодно предлагают новые применения технологии распознавания речи. Существуют минимум три крупнейших нейронных сети с данной технологией (Гугл ассистент, Сири, Алиса), обладающих широким спектром возможностей. Все они в основном направлены на то, чтобы упростить работу с Интернет-ресурсами для поиска нужной информации. Однако они не имеют достаточного доступа к системе компьютера, чтобы управлять или делегировать определенными процессами.

В данной статье описано другое применение технологии распознавания речи, а именно, разработка приложения для управления персональным компьютером. Созданное приложение предназначено, в первую очередь, для людей с ограниченными возможностями.

Целью работы является изучение особенностей технологий распознавания речи и синтеза речи, а также разработка приложения с их применением.

Задачи:

- изучить основной материал по выбранной теме;
- ознакомиться с работой других голосовых помощников;
- выявить возможности языка Python по реализации распознавания речи;
- изучить библиотеки для работы с системой Windows;
- разработать рабочий модуль для распознавания речи;
- разработать модуль для обработки и синтеза речи;
- реализовать свою версию голосового помощника;

Распознавание речи – это технология, которая позволяет преобразовать речь в цифровую информацию для дальнейшей обработки [1]. Первое устройство с данной технологией было создано в 1952 году, которое могло распознать произнесённое человеком цифры. К нынешнему времени технология распознавание речи развилась очень сильно и дает возможность распознать любую произнесённую речь с высокой точностью [2]. Обратной операцией к распознаванию речи является его синтез. Синтез речи – это операция преобразования цифровой информации в речь. Технологии распознавания и синтеза речи были использованы в разработке приложения для диалога с пользователем.

Для того чтобы разработать приложение, которое может управлять системными процессами компьютера, необходимо изучить множество библиотек [3]. Проблема состоит в том, что не существует готовых библиотек со всеми необходимыми функциями. Модуль распознавания речи может быть написан на одном из многих языков программирования: C#, PHP, Python и т.д.

Python обладает наиболее широкими возможностями и простыми средствами для их реализации [4, 5].

На основе изученных материалов по выбранной теме был разработан программный продукт, позволяющий с помощью голосовых команд выполнять работу с файловой системой на персональном компьютере и другие второстепенные команды, а именно:

- поиск информации через поисковую систему Google и вывод результата;
- включение запрошенного видео на платформе YouTube;
- озвучивание определений с Википедии по запросу;
- перевод фраз и выражений с английского на русский и наоборот;
- озвучивание информации о погоде в городе пользователя;
- поиск доступной информации о запрошенном человеке во всех возможных ресурсах;
- создание папок или файлов;
- удаление папок или файлов;
- поиск папок и файлов на компьютере;
- изменение яркости;
- изменение громкости;
- выполнение простых арифметических вычислений;
- управление браузером (открытие и закрытие вкладок, обновление и т.д.).

Разработанная программа состоит из взаимосвязанных библиотек, с помощью которых были реализованы выше приведенные операции. Все выполнимые программой команды можно разделить на несколько групп в зависимости от их предназначения. Соответственно каждая библиотека написана для определенной группы команд. В программе поддерживается два языка: русский и английский. Это расширяет круг будущих пользователей. Интерфейс программы выполнен в виде чата, где отображаются запросы пользователя и ответы голосового помощника.

На рисунках 1-4 приведены описания основных классов и библиотек.

OwnerPerson	Пользователь
name	имя
home_city	город проживания
native_language	нативный язык
target_language	основной язык

Рис. 1 – Класс пользователя

Класс OwnerPerson описывает информацию о пользователе программы (рисунок 1).

VoiceAssistant	Голосовой помощник
name	имя
sex	пол
speech_language	язык синтеза речи
recognition_language	язык распознавания речи

Рис. 2 – Класс голосового помощника

Класс VoiceAssistant описывает данные голосового помощника (рисунок 2).

Brow	Класс для работы с браузером
create_request	Создание запроса
all_bookmark	Количество вкладок
current_bookmark	Текущая вкладка
close_bookmark	Закрытие вкладки
choice_bookmark	Активирование вкладки
find_element	Поиск по запросу
open_element	Открытие найденных результатов

Рис. 3 – Класс для работы с браузером

Для работы с браузером был разработан класс Brow (рисунок 3).

Также программа имеет возможность персонализации [4]. При первом запуске голосовой помощник запрашивает информацию о пользователе, а именно:

- имя, по которому голосовой ассистент будет обращаться к пользователю;
- город, погоды которого будет мониторить программа;
- язык, на котором разговаривает пользователь;

Пользователь, в свою очередь, может дать имя, по которому он будет обращаться к голосовому помощнику.

Таким образом, разработанная программа позволяет значительно упростить работу с персональным компьютером, выполняя основные операции с помощью голосовых команд.

На рисунках 5-8 показаны внешний вид программы и контрольные примеры её работы.

app	точка входа в программу
setup_assistant_voice	Установка голоса по умолчанию
record_and_recognize_audio	Запись и распознавание аудио
use_offline_recognition	Переключение на оффлайн-распознавание речи
play_voice_assistant_speech	Проигрывание речи
play_greetings	Проигрывание случайной приветственной речи
play_farewell_and_quit	Проигрывание прощательной речи и выход
search_for_term_on_google	Поиск в Google с автоматическим открытием ссылок
search_for_video_on_youtube	Поиск видео на YouTube
search_for_definition_on_wikipedia	Поиск в Wikipedia определения
get_translation	Получение перевода текста
get_weather_forecast	Получение и озвучивание прогноза погоды
change_language	Изменение языка голосового ассистента
run_person_through_social_nets_database	Поиск человека по базе данных социальных сетей
find_and_open_folder	Нахождение и открытие папки
find_and_open_file	Нахождение и открытие файла
create_folder_or_file	Создание папок или файла
delete_folder	Удаление папки
brightness_change	Изменение яркости экрана

Рис. 4 – Основной класс программы

KATALIN

Приветствую тебя пользователь!

Введи информацию о себе

Имя

Город

Язык

OK

Рис. 5 – Окно приветствия программы

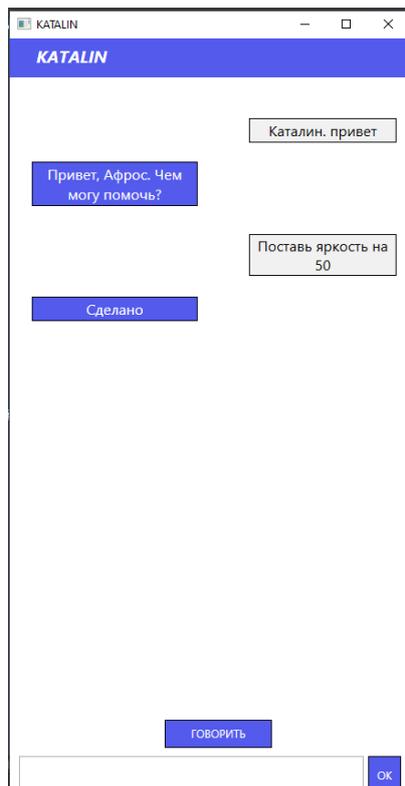


Рис. 6 – Начало работы с программой

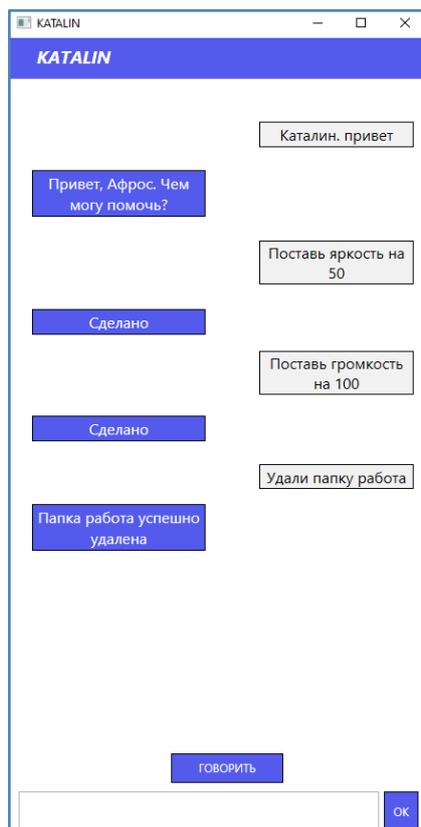


Рис. 7 – Пример удаления папки

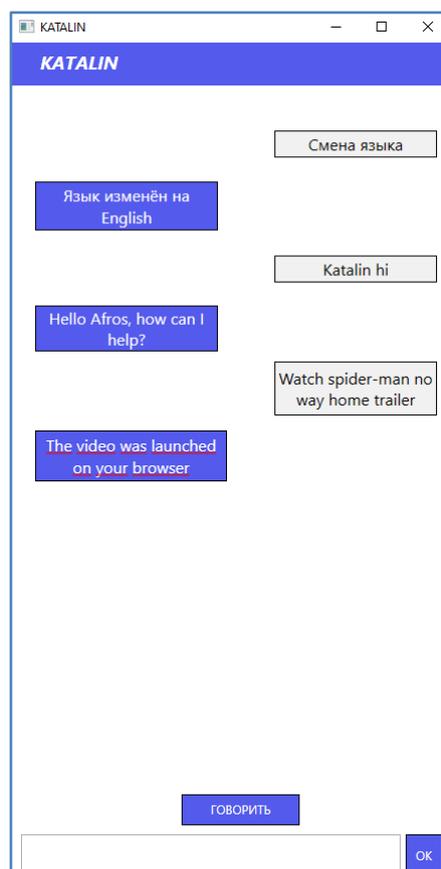


Рис. 8 – Пример изменения языка на английский

Приведём основные плюсы разработанного голосового помощника:

- высокая точность распознавания речи;
- персонализация под каждого пользователя;
- поддержка нескольких языков;
- экономия времени.

Из минусов можно отметить, что некоторые команды, связанные с файловой системой, например, поиск папок и файлов, происходят медленно. Это объясняется тем, что для нахождения определенного файла программе нужно совершить поиск по всем существующим дискам на компьютере, что является очень долгой операцией.

Основные ресурсы, которые были использованы при разработке программы, это документация по использованным библиотекам. Весь функционал был разработан с нуля, а дизайн интерфейса был вдохновлен с дизайна голосового помощника Алисы от Яндекса.

Таким образом, в результате работы были изучены особенности технологий распознавания и синтеза речи, определены основные тонкости их применения, изучены возможности языка программирования Python по реализации распознавания голосовых команд и разработан свой образец голосового помощника, которым могут пользоваться люди с ограниченными возможностями для упрощения работы с персональным компьютером. У разработанного голосового помощника есть огромная перспектива развития. В

будущем планируется расширить список команд, выполняемых программой. Также планируется разработать нейронную сеть, чтобы сделать голосового помощника более развитым и добавить больше динамики при общении с пользователями. В будущем планируется сделать мобильную и web-версию программы.

#### Список литературы

1. Введение в распознавание речи с Python [Электронный ресурс] – URL: <https://dev-gang.ru/article/vvedenie-v-raspoznavanie-reczi-s-python-uxr050lia2/>.
2. Начало работы с преобразованием текста в речь [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/cognitive-services/speech-service/get-started-text-to-speech?tabs=script%2Cwindowsinstall&pivots=programming-language-csharp>.
3. Бизли Д. Python. Подробный справочник. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2010. – 864 с, ил.
4. Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Д. Ю. Федоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 161 с. – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-10971-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/437489> (дата обращения: 13.02.2020).
5. Любанович Билл. Простой Python. Современный стиль программирования. – СПб.: Питер, 2016. – 480 с.: – (Серия «Бестселлеры O’Reilly»).
6. Лутц М. Программирование на Python, том II, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 992 с.

УДК 004.92

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ПО ИНСТИТУ В ПРИЛОЖЕНИИ BLENDER

И.А. Сидоров, Е.А. Дудник

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается программное обеспечение, которое предоставляет помощь в навигация внутри образовательного учреждения. Функционал реализован в среде графического программного обеспечения Blender. Рассмотрены возможности создания 3D моделей, а также их логики.

**Ключевые слова:** Blender, 3D - модели, Pythonapi, навигация по зданию, компьютерное моделирование.

## DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR NAVIGATION IN THE INSTITUTE IN THE BLENDER APP

I. A. Sidorov, E. A. Dudnik

*Rubtsovskiy Industrial Institute (branch) of FGBOU VO "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova "*

**Annotation.** This article discusses software that provides navigation assistance within an educational institution. The functionality is implemented in the Blender graphics software environment. The possibilities of creating 3D models, as well as their logic, are considered.

**Keywords:** Blender, 3D models, Python api, 3D, building navigation, computer modeling.

## **Введение**

Компьютерное моделирование на данный момент развивается семимильными шагами. Оно внедрено в такие области как: медицина, архитектура, образование, ландшафтный дизайн, геология, игровая индустрия и т.д. Трехмерное моделирование значительно упрощает представления геометрических объектов гораздо легче. Также научно доказано, что информация, воспринимаемая визуально, запоминается и воспроизводится намного легче.

Многие здания, в том числе и институты, усложнены своим расположением помещений и коридоров. Студенты, попадая в учебное заведение, дезориентируются и месяцами изучают местонахождение кабинетов, что оказывает негативное влияние на тайм - менеджмент, который крайне важен в современном мире. Также, проблема перемещения по институту ярко выражена как для школьников, так и для любых других его посетителей, поскольку, они являются новыми лицами внутри стен института и не знакомы с его инфраструктурой. Данный процесс перемещения и изучения можно и нужно ускорить посредством 3D визуализации здания института, вместе с ботом-поводырем, за которым будет следовать пользователь от его текущего местоположения до необходимой пользователем точки завершения маршрута. Начальная и конечная точка маршрута будет определяться при помощи пользователя: он будет указывать заранее подготовленные ключевые точки инфраструктуры.

Целью работы является создание навигации внутри здания института. Для создания навигации было выбрано программное обеспечение Blender.

## **Методика разработки программного обеспечения для навигации по зданию**

В наше время Blender пользуется огромной популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и отзывчивой технической поддержкой [1].

Выбор данного программного обеспечения обусловлен тем, что все его функции распространяется бесплатно. ПО включает в себя средства моделирования, скульптинга (Скульптинг — это такой способ моделирования объектов, при котором можно манипулировать объектом интуитивно, придавая форму и добавляя новые детали. Данный вид моделирования подобен лепке из пластилина или глины), анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (NodeCompositing), создания 2D-анимаций, а также apiPython (программный интерфейс приложения).

Далее в виде списка представлен план создания 3D–модели института и бота – поводыря:

1. Идея (Создать ПО, которое бы помогало людям легче ориентироваться внутри зданий. Для этого необходимо воссоздать 3D-модель здания и бота-поводыря, за которым бы следовал человек);

2. Поиск референсов (Референс – вспомогательный образ: изображение либо фото, которые 3D артист или художник исследует перед работой, для того чтобы конкретнее представить детали, извлечь вспомогательные данные, идеи). В данном проекте референсом выступал план здания РИИ;

3. Драфтом (Драфт – упрощенная форма модели, которая делается из простых фигур) для института выступает этап моделирования, в котором выстраивается его фундамент при помощи референсов, это позволяет считать первоначальные формы объекта;

4. Сетка lowpoly (LowPoly — это легкая 3D-модель, в которой каждая плоскость, грань и вершина имеют функциональную задачу: влияют на силуэт, правят блик, влияют на развертку. При этом полигоны, которых не видно, удаляются, вся геометрия оптимизируется, цилиндры строятся с сохранением длины ребра) и highpoly (HighPoly — это детализированная модель, которая не имеет ограничений по количеству полигонов). LowPoly объектами в проекте являются стены и пол, а highpoly объектами: окна, двери и бот – поводырь [2];

5. Развёртка (Развёртка – разрезание 3D-модели на 2D-кусочки из которых она состоит. Важно сделать развёртку с наименьшим числом швов и убедиться, что текстуры не тянутся, островки не пересекаются, повторяющиеся элементы лежат друг на друге, а плотность пикселей на текстуре соответствует требованиям проекта) используется во всех во всех 3D объектах [3];

6. Запечка (Запечка — этап переноса детализации с highpoly на lowpoly);

7. Текстурирование (Это этап покраски lowpoly модели) архитектуры выполнена в однотонном цвете, для того чтобы внимание пользователя не рассеивалось на прочие объекты, не связанные с маршрутом пользователя. Маршрут пути выделен зелеными стрелками, указывающими направление. Начало пути указывается синим номером аудитории, а конец пути – красным. По достижению ботом-поводырем конечной точки маршрута, необходимая локация подсвечивается в зеленый цвет;

8. Создание анимации бота – поводыря [4].

После создания 3D – модели нужно установить группы точек начала и конца маршрута в соответствии с местоположением аудитории, затем проложить пути, по которым будет передвигаться бот – поводырь. Также необходимо создать меню, в котором будет задаваться маршрут от пункта

начала движения и до его конца, и подменю регулировки скорости бота-поводыря для удобства перемещения вместе с ним [5].

Программные требования:

- Операционная система: Windows XP/7/8/10;
- Blender 2.9

Требование к ПК:

- Центральный процессор IntelPentiumG440(2 ядра, 3.3 ГГц);
- Оперативная память не менее 4 Гб;
- Видеокарта: 1GB RAM, OpenGL 3.3
- Место на диске: 500 MB

### Результаты и их обсуждение

Используя вышеперечисленные возможности ПО Blender, разработана модель навигации внутри Рубцовского Индустриального Института (РИИ). На данном этапе программа позволяет:

1. Ознакомиться с необходимой 3D местностью.
2. Выбрать необходимый маршрут и отрегулировать скорость бота.
3. Следовать за ботом с начала до конца маршрута.

На рисунке 1 представлено 3D - изображение бота-поводыря.

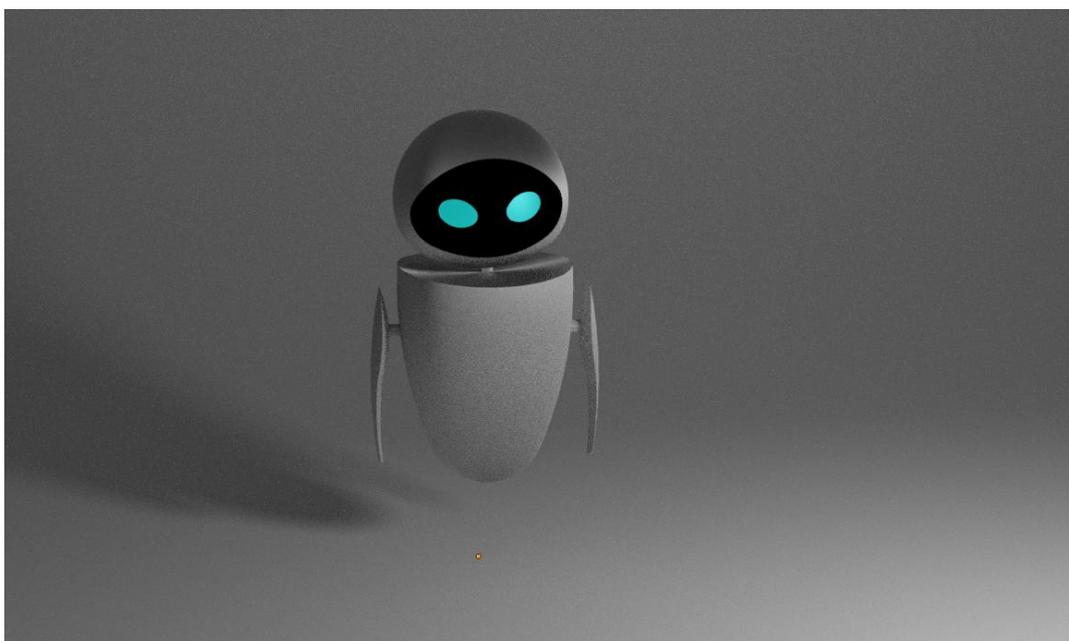


Рис. 1 - Бот-поводырь за которым будет следовать пользователь

Затем пользователю предлагается осмотреться, ознакомиться со структурой учебных и не учебных аудиторий института. В институте есть библиотека, актовый зал, поточные аудитории, компьютерные залы, кафедры по различным направлениям, спортзал, бухгалтерия. На рисунке 2 представлено 3D изображения аудиторий 333-338.

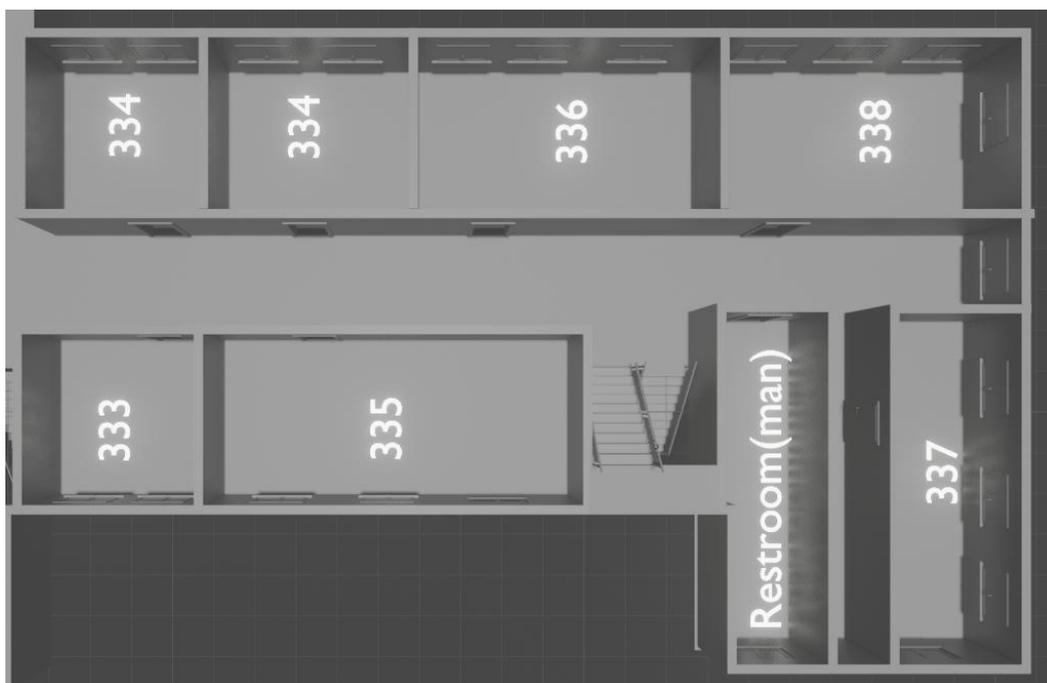


Рис. 2 - 3D изображение аудиторий в здании института

Далее пользователь может выбрать необходимый маршрут, для этого нужно указать свое месторасположение и номер нужной аудитории, в которой заканчивается маршрут.

На рисунке 3 представлена панель входящей информации, в которой указывается скорость, с которой будет перемещаться бот-поводырь, например, пошагово или по проложенной линии, также вводятся номер начальной аудитории 337 и номер аудитории 334 конечного маршрута.



Рис. 3 - Выбор необходимого маршрута и скорости бота

На рисунке 4 показано, как Бот-поводырь начинает двигаться от аудитории 337, которая подсвечена синим цветом, зелеными стрелками показано пошаговое движение робота.

На рисунке 5 представлен процесс передвижения робота – поводыря.

На рисунке 6 робот поводырь заканчивает маршрут около аудитории 334, которая по достижению конца маршрута окрашивается в зеленый цвет.

Программа проверена на контрольном примере, иллюстрированном на рисунках 4-6, тестирование прошло успешно.



Рис. 4 - Начало маршрута бота-поводыря



Рис. 5 - Середина маршрута бота-поводыря



Рис. 6 - Конец маршрута бота – поводыря

## Заключение

С использованием Blender было разработано ПО по навигации в РИИ АлтГТУ. Данное ПО позволяет ознакомиться с 3D – моделью учреждения, проложить необходимый маршрут, установить удобную скорость бота – поводыря и следовать за ним до конца маршрута.

Польза заключается в том, что первокурсники или посетители РИИ не знакомые с инфраструктурой здания никак не смогут оптимально перемещаться по институту. Данную проблему отлично решает вышеописанное ПО.

Планируется расширить возможности ПО, например, применить технологию для других объектов инфраструктуры города, таких как: другие образовательные, медицинские учреждения; а также способ добавления здания в ПО посредством сканирования QR – кода и переход логики программы на среду разработки Unity.

## Список литературы

1. Прахов А.А. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / А. Прахов. - М.: БХВ-Петербург, 2009. 272 с. ил.
2. Цветов В.А. электронное учебное пособие «3D-моделирование в программе Blender3D»: выпускная квалификационная работа / В. А. Цветов; Рос.гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. информ. систем и технологий. — Екатеринбург, 2019. 72 с
3. Слаква А. Инструменты моделирования в Blender [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://blender3d.com.ua/modeling-tools-book/> (дата обращения: 06.11.2021)
4. Уроки по Blender [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://blender3d.com.ua> (дата обращения: 06.11.2021).
5. Прохоренок Н. А. Python. Самое необходимое / Н.А. Прохоренок. - М.: БХВ-Петербург, 2010. 416 с.

УДК 004.67

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ОФИСНОЙ МЕБЕЛИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

В.П. Фоминская, Е.А. Дудник

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Разработан программный продукт для автоматизированного учета офисной мебели на предприятии для хранения и обработки данных об «Учет офисной мебели», изменения данных, ввода данных в таблицы, вывода данных на экран, печать отчетов и справок. Проведен сравнительный анализ данного программного продукта с аналогом 1С Предприятия.

**Ключевые слова:** база данных, учет офисной мебели, инфологическая модель, Visual C#

# FEATURES OF AUTOMATED ACCOUNTING OF OFFICE FURNITURE IN THE ENTERPRISE

V.P. Fominskaya, E.A. Dudnik

*Rubtsovsk Industrial Institute Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** A software product has been developed for automated accounting of office furniture at an enterprise for storing and processing data on "Accounting for office furniture", changing data, entering data into tables, displaying data on the screen, printing reports and references. A comparative analysis of this software product with an analogue of 1C Enterprise is carried out.

**Keywords:** database, office furniture accounting, infological model, Visual C #

## **Введение**

Офисная мебель – один из важнейших компонентов любого офиса, как правило, учет офисной мебели имеет свои особенности, которые зависят от стоимости мебели. С 2021 года, если офисная мебель используется более 12 месяцев, то это уже основные средства (ОС), которым необходимо начислять амортизацию. Ранее офисная мебель, которая стоила менее 10000 рублей проводилась как материально-производственные запасы (МПЗ) на счете 10, и списывалась сразу в расходы.

Офисная мебель играет важную роль в обеспечении комфорта сотрудников предприятия. Красивая и удобная офисная мебель может дополнять общее дизайнерское решение для каждого кабинета, подчеркивать корпоративный стиль и статус фирмы. Однако в отличие от домашней мебели, рабочая является не столько элементом обстановки, сколько инструментом эффективной работы [1].

Положительный эффект от грамотного применения расстановки мебели трудно переоценить, особенно для тех предприятий, которые работают с клиентами. Все выше сказанное говорит о необходимости качественного и тщательного учета офисной мебели, который может быть обеспечен с помощью разработки автоматизированной программы учета офисной мебели.

Для принятия обоснованных и эффективных решений в производственной деятельности, в управлении экономикой и в политике, современный специалист должен уметь с помощью компьютеров и средств связи получать, накапливать, хранить и обрабатывать данные, представляя результат в виде наглядных документов.

Основной целью работы является разработка программы учета офисной мебели для повышения эффективности учета.

## **Постановка задачи**

Автоматизация учетов до сих пор является актуальной проблемой в организациях потому, что до сих пор многие компании ведут учет вручную. Разработанный программный продукт уменьшит число рутинных операций, упростит работу бухгалтера, за счет автоматизированного ведения базы данных, формирования и выдачи на печать необходимых отчетов и информационных справок.

В связи с определенной целью необходимо выполнить следующие задачи:

1. Исследование области автоматизации,
2. Ознакомление с функциями и структурой различных учетов (алгоритм работы с документами)
3. Разработка инфологической модели, составление ER-модели диаграммы,
4. Описывающей взаимосвязи между перечнем офисной мебели, архивом и кабинетами;
5. Создания базы данных для хранения информации об общем перечне офисной мебели, архиве, кабинетах, применяемыми в бухгалтерских учетах офисной мебели.
6. Разработка программы, реализующей функции: ведение базы данных и осуществление запросов (поиск, изменение, удаление и списание) к её таблицам (перечень офисной мебели, кабинеты, архив); формирование и вывод справки о программе и отчетов (о перечне офисной мебели за месяц/за все время, архивная сводка и паспорт кабинета), на печать.
7. Провести сравнительный анализ разработанной программы с программой 1С Предприятия.

### **Бухгалтерский учет**

Бухгалтерский учет определяется учетной политикой предприятия. Офисную мебель учитывают через счет 01 «Основные средства» в составе ОС либо в составе МПЗ на счете 10 «Материалы», в зависимости от стоимости покупаемого предмета мебели и срока его полезного использования. Сроки и стоимость прописаны в учетной политике предприятия, согласно последним приказам Минфина.

С учетом выбора варианта определения офисной мебели, как ОС или МПЗ, постановка на учет, порядок списания ведется по разным проводкам, хотя все дополнительные расходы, например, демонтаж, утилизация, ремонт, списываются на прочие расходы.

В случае приобретения мебели назначается материально ответственное лицо и место расположения мебели. В разных вариантах учета порядок списания мебели отличается.

Составлена **инфологическая модель**, которая содержит следующие сущности:

1. «Перечень офисной мебели» состоит из следующих полей: код, инвентарный номер, номенклатура, наименование, стоимость, номер кабинета, МОЛ, статус, дата поступления, дата списания;
2. «Архив» -код, инвентарный номер, номенклатура, МОЛ, стоимость, дата поступления, дата списания;
3. «Кабинеты» -МОЛ, номер кабинета;

ER-диаграмма представлена на рисунке 1.

В программном продукте для реализации выделены основные функции:

1. . Введение базы данных, содержащих таблицы: «Перечень офисной мебели»; «Архив»; «Кабинеты».

2. . Формирование отчетов: перечень офисной мебели за месяц/за все время, архивная сводка, паспорт кабинета, справка о программе.

3. . Формирование запросов по учету материально ответственных лиц и расположение мебели.

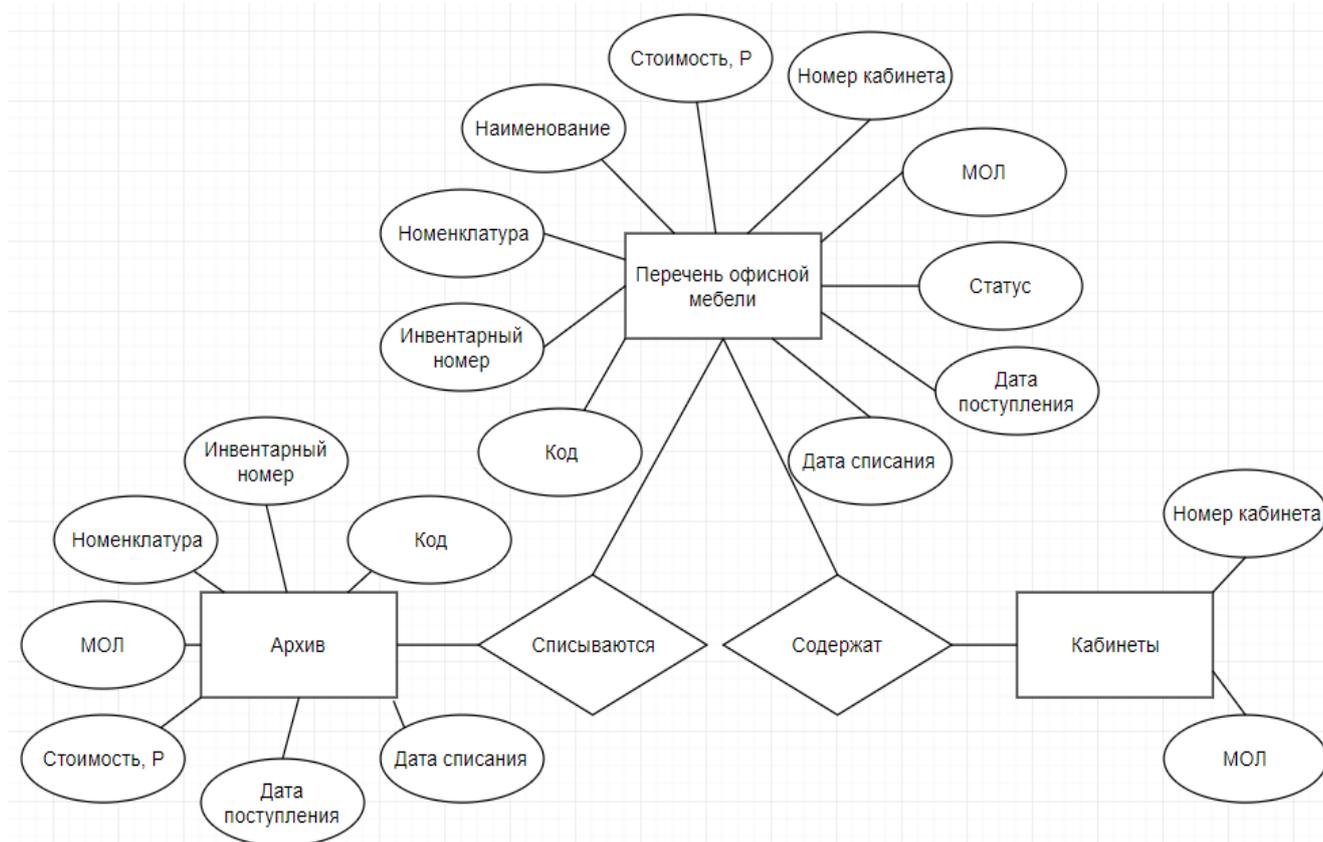


Рис. 1 – ER-диаграмма

Алгоритм решения задачи предназначен для хранения и обработки данных, разработанное главное меню содержит следующие пункты:

«Справочники»:

вводить данные таблиц, выводить данные на экран, редактировать и удалять введенные данные;

«Отчеты»: выводить на печать отчеты;

«Запросы»: вывод необходимой информации по запросу пользователя;

«Справку о программе».

Пользователю предоставлена возможность с помощью дружественного интерфейса добавлять/удалять/изменять/списывать данные в перечне офисной мебели, архиве, кабинетах и выводить отчеты (о перечне офисной мебели за месяц/за все время, архивная сводка, паспорт кабинета) и справку о программе, вывод документов на печать.

**Необходимое программное и аппаратное обеспечение:**

- ПК стандартной конфигурации с наличием ввода/вывода;
- Принтер;

Для запуска программы необходимы следующие характеристики:

- Операционная система Windows 7/8/10;
- Текстовый процессор MS Word;
- Среда программирования Visual Studio 2017 и выше с установленным пакетом языка C#;

Программа написана на языке программирования C#[2-3].

Для работы Базы данных необходимые файлы:

- Uchet.sql; uchet.sln; uchet.pdb – создается автоматически при отсутствии;
- uchetdbModel.dll; uchetdbModel.dll.config; EntityFramework.dll; EntityFramework.SqlServer.dll.

Если существуют все необходимые файлы, то для дальнейшей работы с программой необходимо запустить файл «Uchet.exe»

### Обсуждение результатов

Разработана программа, в которой предусмотрены следующие возможности: заполнение базы данных; поиск интересующей записи в таблице перечня офисной мебели, архиве или кабинетах; печать справок и отчетов о перечне офисной мебели за все время/за месяц, архивная сводка, паспорт документа. Результаты работы программы, которая предоставляет перечисленные функции для пользователя, изображена на рисунках 2 и 3.

Код	Инвентарный номер	Номенклатура	Наименование	Стоимость, р	Кабинет	МОЛ	Статус	Дата поступления	Дата списания
1001	10011	Кресло офисное Элега М2 черное (сетка/ткань, металл)	"Компьютерное кресло со спинкой"	5146	1	Погов А.В.	Списан	27.08.2021	27.08.2021
1001	10012	Кресло офисное Элега М2 черное (сетка/ткань, металл)	"Компьютерное кресло со спинкой"	5146	1	Погов А.В.	В Эксплуатации	27.08.2021	
1001	10013	Кресло офисное Элега М2 черное (сетка/ткань, металл)	"Компьютерное кресло со спинкой"	5146	2	Врицель Г.В.	В Эксплуатации	27.08.2021	
1002	10021	Кресло для руководителя Easy Chair 640 TC черное (ткань, пластик)	"Компьютерное кресло со спинкой"	8996,89	1	Погов А.В.	В Эксплуатации	27.08.2021	
1002	10022	Кресло для руководителя Easy Chair 640 TC черное (ткань, пластик)	"Компьютерное кресло со спинкой"	8996,89	2	Врицель Г.В.	Списан	27.08.2021	27.08.2021
1002	10023	Кресло для руководителя Easy Chair 640 TC черное (ткань, пластик)	"Компьютерное кресло со спинкой"	8996,89	3	Иванова А.И.	В Эксплуатации	27.08.2021	
1003	10031	Компьютерный стол СКЛ-Кры120 Карамель (дубий)	"Компьютерный стол"	8367	1	Погов А.В.	В Эксплуатации	27.08.2021	

Рис. 2 - Результат поиска по форме перечня офисной мебели

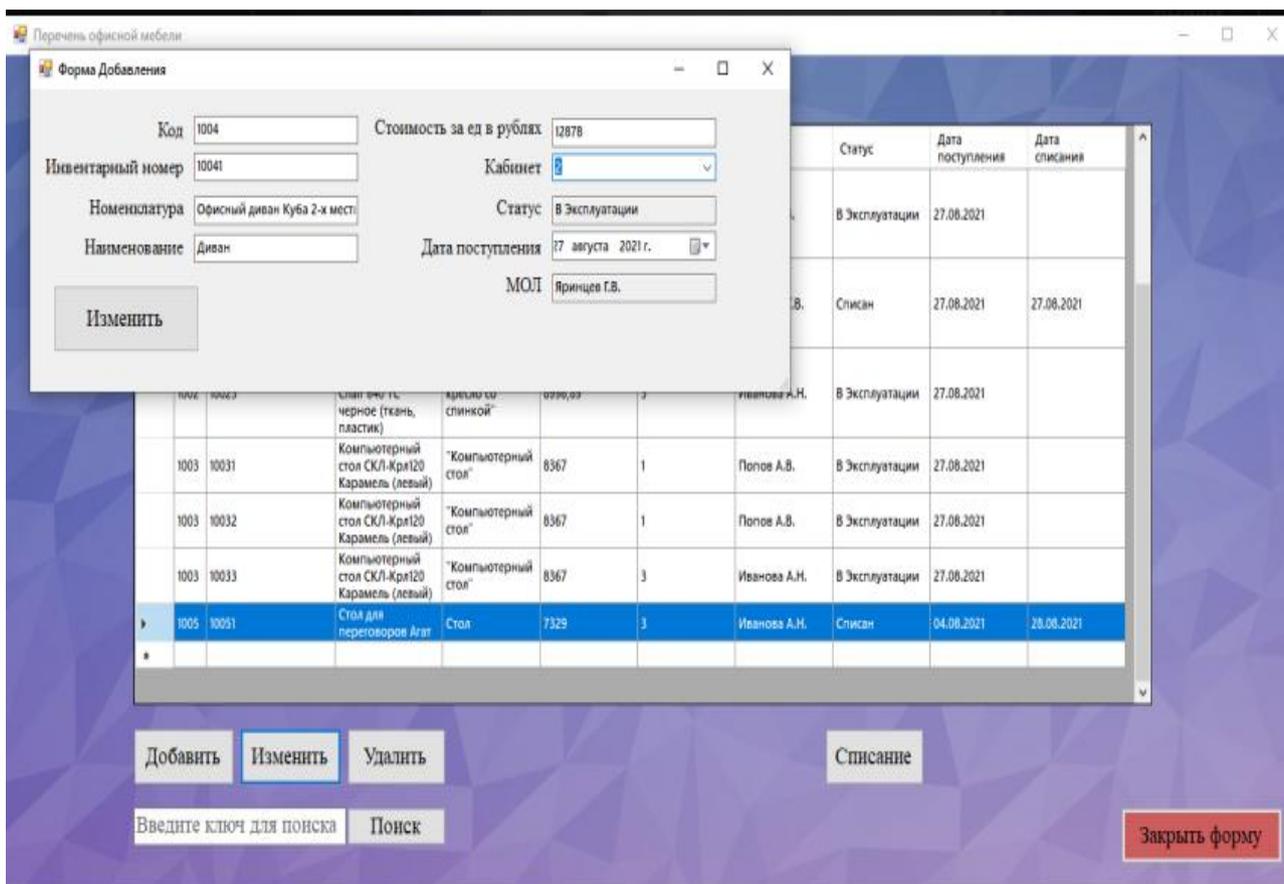


Рис. 3 – Изменение выделенной записи в перечне офисной мебели

Проанализировав схожие примеры учета офисной мебели в среде 1С, можно обнаружить, что выбранная среда программирования С# имеет свой ряд достоинств и недостатков.

Например, несмотря на то, что учет может быть проще реализован в 1С, существует множество недостатков по сравнению с программным продуктом реализованным в С#.

Программа учета на 1С требует постоянного сопровождения, так как с каждым обновлением версии, необходимо вносить изменения.

Учет, который был реализован на 1С, будет востребован только в странах СНГ, и не будет иметь распространения в других странах; язык 1С имеет ограниченный круг применения, а количество специалистов, изучающих его, постоянно падает.

### Заключение

Данная программа повышает эффективность ведения учета офисной мебели в организации, упрощает работу бухгалтера, позволяет формировать ответы на запросы и увеличивать скорость обработки данных за счет организации быстрой связи с базами данных.

Разработана инфологическая модель баз данных для хранения информации учета офисной мебели.

Описан алгоритм решения задачи, на основе которого было разработано

программное обеспечение, предназначенное для оптимизации работы бухгалтера, обладающее необходимым функционалом, удобным и интуитивно понятным интерфейсом.

#### Список литературы

1. Головизина А.Т., Архипова О.И. Теория бухгалтерского учета. Курс лекций. - М.: ООО "ТК Велби", 2008.
2. Джон Шарп. Visual C# 2010 Step by Step: Учебное пособие / Microsoft Press, 2010.
3. Карли Уотсон, Кристиан Нейгел, Якоб Хаммер. Visual C# 2010. Полный курс. / Изд.: Вильямс, 2010.

#### УДК 004.4

### РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА СУДЕБНЫХ ДЕЛ ДЛЯ СУДЕБНОГО УЧАСТКА №1 Г. РУБЦОВСКА

А.С. Шевченко, Л.С. Бексендеева

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова"*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка информационной системы учета судебных дел для судебного участка №1 г. Рубцовска. Описаны объект, предмет, цель и задачи исследования. Разработанная информационная система содержит три подсистемы: «Справочники», «Судопроизводство» и «Шаблоны документов». Разработанная ИС позволит повысить эффективность работы коллектива судебного участка №1 мирового судьи, вести более полный учет и анализ деятельности.

**Ключевые слова.** Информационная система, судебное производство, C#, VisualStudio.

### DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE ACCOUNTING OF COURT CASES FOR THE COURT SECTION # 1 IN RUBTSOVSK

A. S. Shevchenko, L.S. Beksendeeva

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University named after I.I.Polzunova*

**Abstract.** This article discusses the development of an information system for accounting of judicial for the court area No. 1 of Rubtsovsk. The object, subject, purpose and objectives of the research are described. The developed information system contains three subsystems: «Reference books», «Legal proceedings» and "Document templates». The developed IS will make it possible to increase the efficiency of the work of the team of the judicial sector No. 1 of the magistrate, to keep a more complete record and analysis of activities.

**Keywords.** Information system, legal proceedings, C#, Visual Studio.

Судебный участок мирового судьи – это участок суда, где осуществляется процесс судопроизводства, в качестве суда первой инстанции, по четко определенным параметрам территориальной подведомственности.

Приоритетными задачами судебного участка мирового судьи являются: рассмотрение дел в первой инстанции, повторное рассмотрение дел,

единоличное рассмотрение дела мировым судьёй.

Чтобы судебный участок нормально функционировал необходимо создать базу данных (БД), которая будет удобной в использовании. Перевод бумажной информации в электронный формат обладает рядом преимуществ, среди которых экономия денежных средств, возможность анализа и структурирования данных по критериям, а также сохранение данных. Актуальность создания информационной системы для судебного участка очень высока на сегодняшний день, поскольку деятельность судебного участка №1 мирового судьи до сих пор, плохо автоматизирована, что влечёт за собой снижение эффективности работы.

Объектом исследования является судебный участок №1 г. Рубцовска Алтайского края.

Предметом исследования является процесс учета участников судебного процесса.

Целью исследования является разработка информационной системы учёта судебных дел на судебном участке №1 г. Рубцовска Алтайского края.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучена деятельность судебного участка №1 мирового судьи;
- построены модели предметной области «как есть» и «как должно быть»

[2];

– выполнен обзор современного программного обеспечения, которые предназначены для автоматизации деятельности судебных участков.

– разработана информационная система учета судебных дел на судебном участке №1 г. Рубцовска Алтайского края.

Информационная система (ИС) предназначена для:

- ведения справочников;
- учета сотрудников судебного участка №1 мирового судьи и судебных дел;

– ведения реестра письменной корреспонденции, отправленной сторонам судебного процесса;

– заполнения шаблонов документов, таких как извещение, судебная повестка, уведомление, сопроводительная.

Для разработки ИС выбрана среда разработки MSVisualstudio 2017. Языком разработки стал C# [3]. Для хранения данных в приложении используется MSSQLServer.

Логическая модель БД представлена на рисунке 1.

При входе в систему необходимо авторизоваться. После успешного входа на экране появляется главная форма приложения, которая состоит из пяти пунктов меню: «Файл», «Справочники», «Судопроизводство», «Шаблоны документов», «Настройки» (рисунок 2).

Пункт меню «Справочники» позволяет получить доступ к разделам «Сотрудники», «Физические лица», «Юридические лица».

При выборе подпункта меню «Сотрудники» появляется форма (рисунок 3), на которой содержится информация о сотрудниках, разбитая по вкладкам:

«Общие сведения», «Паспортные данные», «Информация об образовании».

Подпункт меню «Физические лица» содержит информацию об участниках судебного заседания, которые являются физическими лицами (рисунок 4). В случае, если физическое лицо является ответчиком, в деле с взысканием налогов, собираются и паспортные данные.

Пункт меню «Юридические лица» содержит сведения о юридических лицах. Во всех справочниках предусмотрена возможность внесения, удаления, редактирования и печати информации.

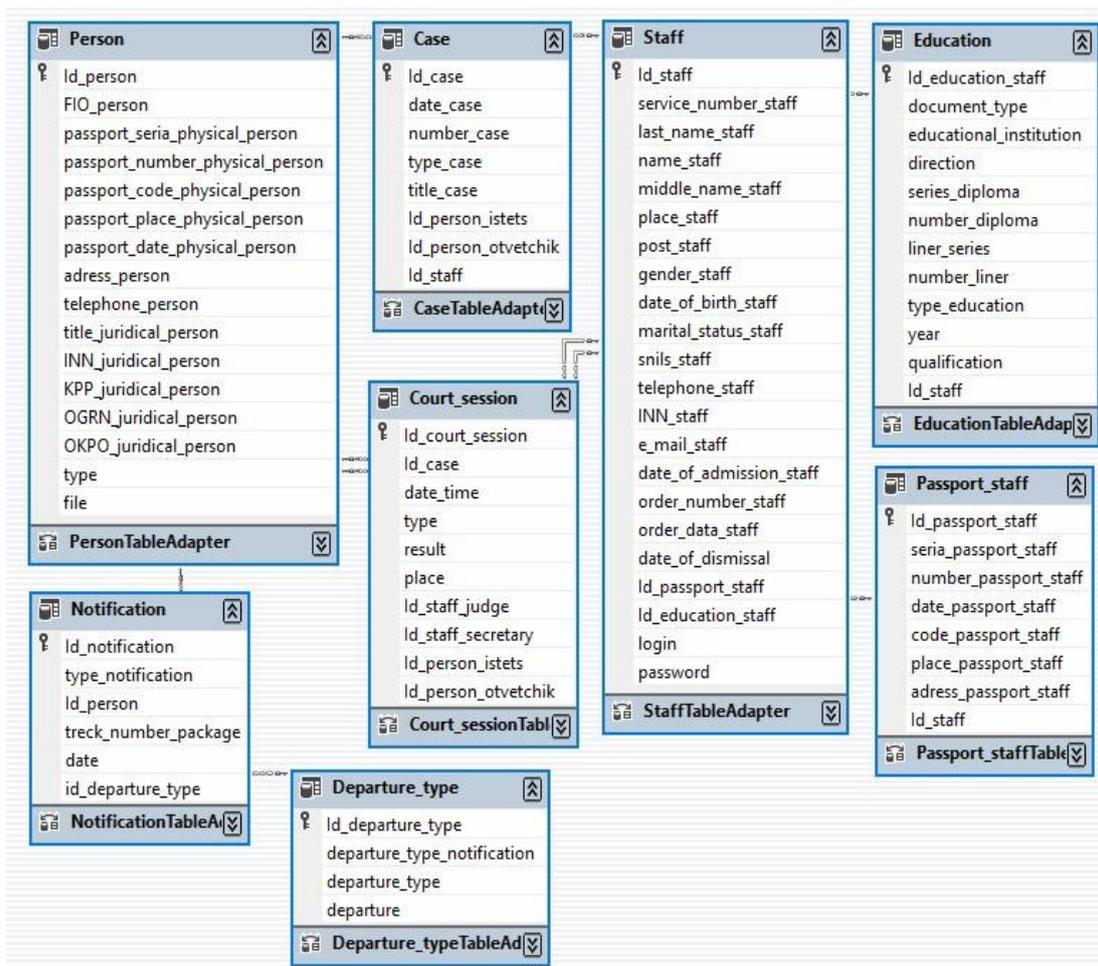


Рис. 1 – Модель БД на логическом уровне



Рис. 2 – Основная форма программы

Сотрудники

Поиск по ФИО

	№	Фамилия	Имя	Отчество	Должность	Телефон
▶	123	Шишигина	Наталья	Николаевна	мировой судья	89099009090
	124	Кудина	Ксения	Владимировна	секретарь судебного участка	89098766565
	125	Рязанова	Татьяна	Сергеевна	секретарь судебного заседания	89097654343

Общие сведения | Паспортные данные | Информация об образовании

Фамилия: Шишигина Семейное положение: замужем Табельный номер: 123

Имя: Наталья СНИЛС: 459-265-025 23 Дата приёма на работу: 9 сентября 2019 г.

Отчество: Николаевна ИНН: 123123123123 № приказа: 134

Пол: женский Телефон: 89099009090 Дата приказа: 9 сентября 2019 г.

Дата рождения: 1 января 1980 г. E-mail: rubcovsk1@altjust.r Дата увольнения:

Должность: мировой судья

Добавление Сохранить изменения Удаление Информация о сотрудниках

Рис. 3 – Форма справочника «Сотрудники»

Физические лица

Поиск по ФИО

	ФИО	Адрес	Телефонный номер
▶	Першина Лидия Витальевна	г. Рубцовск, ул. Тракторная, 64, кв. 17, 658204	89098765454
	Попова Ирина Олеговна	г. Рубцовск, ул. Красная, 65, кв. 10, 658210	89028764532
	Папъшев Виктор Викторович	г. Рубцовск, ул. Маяковского, 67, 658212	89098765432
	Семёнов Сергей Витальевич	г. Рубцовск, ул. Ленинградская, 1, кв. 5, 658204	89098742312
	Сергеев Константин Петрович	г. Рубцовск, ул. Ленинградская, 1а, кв. 6, 658204	89132344545

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

ФИО: Першина Лидия Витальевна

Адрес: г. Рубцовск, ул. Тракторная, 64, кв. 17, 658204

Телефон: 89098765454

**ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ**

Номер: 123123

Серия: 0112

Место выдачи: О. УФМС России по АК

Дата выдачи: 10.10.2012

Код подразделения: 220-044

Загрузить согласие Просмотреть

Добавление Сохранить изменения Удаление Выгрузка в Excel

Рис. 4 –Форма справочника «Физические лица»

Пункт меню «Судопроизводство» позволяет получить доступ к разделам «Дело» (рисунок 5), «Судебное заседание», «Уведомление».

Подпункт «Дело» содержит информацию о деле: дату принятия, истца и ответчика, вид и номер.

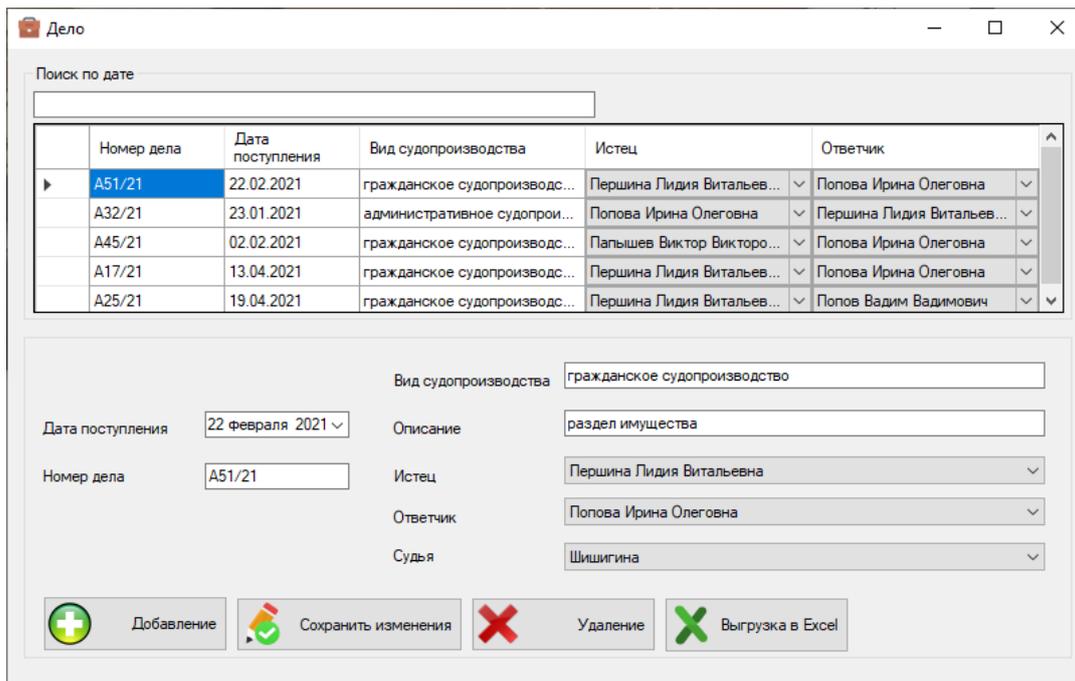


Рис. 5 – Подпункт меню «Дело»

Предусмотрена возможность удаления, добавления и редактирования информации, а так же выгрузки в MicrosoftExcel отчёта о «Судебных делах».

Подпункт «Судебное заседание» содержит информацию о заседании: время, номер, а также результат слушания. Дополнительной функцией является синхронизация с календарём «Outlook».

Пункт меню «Уведомление» ведет учёт письменной исходящей корреспонденции.

Пункт меню «Шаблоны документов позволяет формировать шаблоны следующих документов: «Извещение» (рисунок 6), «Судебная повестка» (рисунок 7), «Уведомление» (рисунок 8), «Сопроводительная».

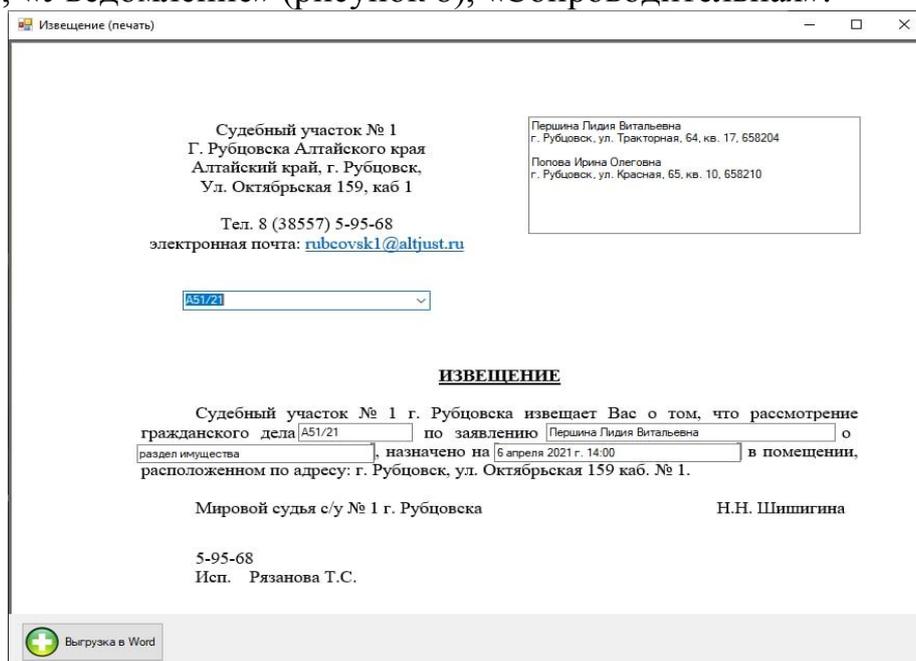


Рис. 6 –Формирование шаблона «Извещение»

Судебная повестка (печать)

Вручается адресату Форма №31

**СУДЕБНАЯ ПОВЕСТКА**  
по гражданскому делу №

**Мировой судья суд. участка**

**Куда**

**вызывает Вас в качестве**

**Кому**

к  час  апреля   г.

по делу

**по адресу**

**Секретарь суда**

 Выгрузка в Word

Рис. 7 – Формирование шаблона «Судебная повестка»

Уведомление (печать)

Российская Федерация  
Судебный участок № 1  
г. Рубцовска Алтайского края  
Алтайский край, г. Рубцовск, 658201  
ул. Октябрьская, 159, каб 7  
тел., факс: 8 (38557) 5-95-68  
электронная почта: [rubeovsk1@altjust.ru](mailto:rubeovsk1@altjust.ru)

**Должнику:**

**Адрес:**

В Ваш адрес направляется копия судебного приказа мирового судьи судебного участка №1 г. Рубцовска Алтайского края, для сведения.  
Вам разъясняется, что в течении 20 **дней с момента направления** Вам копии судебного приказа, Вы **вправе** представить мировому судье возражения (в письменной форме) относительно его исполнения по адресу: ул. Октябрьская 159 каб. 7 г. Рубцовск, (658201).

Мировой судья с/у № 1 г. Рубцовска

8 (38557) 5-95-68  
Исп. Рязанова Т.С.

 Выгрузка в Word

Рис. 8 –Формирование шаблона «Уведомление»

Созданная информационная система позволит вести более полный учет деятельности, сократить время на обработку и получение оперативных данных, повысить степень достоверности обрабатываемой информации, ее защищенности, своевременно формировать необходимые отчеты, свести к минимуму появление ошибок.

Созданная информационная система не является закрытой и обособленной, поэтому в перспективе система будет расширена путем добавления новых отчетов.

### Список литературы

1. Информационные системы в экономике: учебник для вузов / В. Н. Волкова, В. Н. Юрьев, С. В. Широкова, А. В. Логинова; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Юрьева. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 402 с.
2. Долганова, А.О. Моделирование бизнес-процессов / А.О. Долганова. – М.: Юрайт, 2019. – 289 с.
3. Казанский, А. А. Программирование на Visual C#: учебное пособие для вузов / А. А. Казанский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 192 с.
4. Маркин, А. В. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / А. В. Маркин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 403 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. URL: <https://urait.ru/bcode/452357>. – Загл. с экрана.

### УДК 519.622.1

#### **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ»**

А.С. Шевченко, А.О. Рогозин

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка приложения для решения обыкновенных дифференциальных уравнений численными методами. Приложение разрабатывалось на языке программирования C# в среде Microsoft Visual Studio. В работе описаны объект, предмет, цель и задачи исследования, приведен обзор и анализ существующих разработок. Приложение позволит сократить время на обработку и получение результатов в электронном виде и устранить появление ошибок.

**Ключевые слова.** Дифференциальные уравнения, численные методы, приложение Windows, программирование на C#, задача Коши, краевая задача.

#### **DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE ACCOUNTING OF COURT CASES FOR THE COURT SECTION # 1 IN RUBTSOVSK**

A. S. Shevchenko, A.O. Rogozin

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

**Abstract.** This article discusses the development of an application for solving ordinary differential equations by numerical methods. The application was developed in the C # programming language in the Microsoft Visual Studio environment. The article describes the object, subject, purpose and objectives of the study, provides an overview and analysis of existing developments. The application will reduce the time for processing and receiving results in electronic form and eliminate the appearance of errors.

**Keywords.** Differential equations, numerical methods, Windows application, C # programming, Cauchy problem, boundary value problem.

Математическое моделирование многих задач механики, физики, химии и других областей науки и техники приводит к дифференциальным уравнениям, обыкновенным или в частных производных. Дифференциальными называются уравнения, содержащие одну или несколько производных [2].

Задача Коши (1) – одна из основных задач теории дифференциальных уравнений, которая состоит в нахождении решения (интеграла)  $y = y(x)$

дифференциального уравнения  $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ , удовлетворяющего так называемым начальным условиям (начальным данным)  $y(a) = y_0$  [1-2]:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x, y), & x \in [a, b], \\ y(a) = y_0. \end{cases} \quad (1)$$

В отличие от задачи Коши, в которой все необходимые условия задаются в начальной точке, в краевых задачах (2) часть условий задается в начальной точке, а другая часть условий – в конечной точке отрезка, на котором определено дифференциальное уравнение:

$$\begin{cases} y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x), \\ \alpha_0 y'(0) + \beta_0 y(0) = y_0, \\ \alpha_1 y'(l) + \beta_1 y(l) = y_1. \end{cases} \quad (2)$$

Поэтому краевые задачи часто называют задачами с нелокальными условиями.

Инженеру часто приходится сталкиваться с ними при разработке новых изделий или технологических процессов, так как большая часть законов физики формулируется именно в виде дифференциальных уравнений [2]. В сущности, большинство задач проектирования, связанных с расчетом потоков энергии или движения тел, в конечном счете, сводится к решению дифференциальных уравнений. Также дифференциальные уравнения используются в экономике, медицине, биологии, экологии и других областях науки.

Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений можно разбить на следующие группы: графические, аналитические, приближенные и численные.

К сожалению, лишь очень немногие из них удается решить без помощи вычислительных машин. Поэтому численные методы решения дифференциальных уравнений играют важную роль в практике инженерных расчетов. Более того, в настоящее время являются основным инструментом при исследовании научно-технических задач, описываемых дифференциальными уравнениями.

Объектом исследования являются обыкновенные дифференциальные уравнения.

Предметом исследования являются задача Коши и краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ).

Целью исследования является разработка приложения «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить численные методы для решения краевой и задачи Коши для ОДУ;
- выполнить обзор программных продуктов;
- выполнить обоснование проектных решений по видам обеспечения;
- разработать приложение «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений».

Для решения дифференциальных уравнений можно использовать различные системы компьютерной алгебры (СКА или математические пакеты), которые изменялись на протяжении нескольких поколений [3]. Самые распространенные – MathCad, MatLab, Maple, Maxima и Mathematica, которые используют современный и удобный интерфейс пользователя, различные символьные и численные анализаторы, а также различные графические средства визуализации данных. Более того, СКМ не требуют от студентов и преподавателей знания языков программирования, позволяют экономить огромное количество времени на отладку программ, отслеживания ошибок.

Основной проблемой использования СКА является то, что надо знать синтаксис и команды.

Рассмотрим решение задачи Коши с помощью математического пакета Maple [3] на конкретном примере [8].

Пример. Вычислите интеграл дифференциального уравнения  $\frac{dy}{dx} = \frac{xy}{2}$ ,  $y(0) = 1$  на отрезке  $[0,1]$  с шагом  $h = 0.1$ .

Получим численное решение методом Рунге–Кутта и Эйлера. Численные и точные решения задачи представлено на рисунке 1.

```
>de:=diff(y(x),x)-x*y/2; ic:=y(0)=1;
arr:=array([0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1]);
```

$$de := \left( \frac{\partial}{\partial x} y(x) \right) - \frac{1}{2} x y \quad ic := y(0) = 1$$

$$arr := [0, .1, .2, .3, .4, .5, .6, .7, .8, .9, 1]$$

```
>F:=dsolve({de,ic},y(x),type=numeric,method=classical[rk4],value=arr);
```

```
>F1:=dsolve({de,ic},y(x),type=numeric,method=classical[foreuler],value=arr);
```

$$F := \begin{bmatrix} [x, y(x)] \\ 0 & 1. \\ .1 & 1.002503127 \\ .2 & 1.010050169 \\ .3 & 1.022755034 \\ .4 & 1.040810773 \\ .5 & 1.064494456 \\ .6 & 1.094174280 \\ .7 & 1.130319116 \\ .8 & 1.173510863 \\ .9 & 1.224460072 \\ 1 & 1.284025404 \end{bmatrix}$$

$$F1 := \begin{bmatrix} [x, y(x)] \\ 0 & 1. \\ .1 & 1.002377630 \\ .2 & 1.009796067 \\ .3 & 1.022365966 \\ .4 & 1.040276893 \\ .5 & 1.063802086 \\ .6 & 1.093305411 \\ .7 & 1.129250758 \\ .8 & 1.172214199 \\ .9 & 1.222899353 \\ 1 & 1.282156574 \end{bmatrix}$$

```
>p1:=plots[odeplot](F, [x,y(x)], 0..1, title="График решения дифференциального уравнения", titlefont=[TIMES,ITALIC,14], labels=["ось x","ось y"], labelfont=[TIMES,ITALIC,13], labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL], xtickmarks=4, ytickmarks=6, color=green, legend="Метод Рунге-Кутта",thickness=1):
```

```
>p2:=plots[odeplot](F1, [x,y(x)], 0..1, labels=[x,"y"], color=blue, legend="Метод Эйлера",thickness=1):
```

```
>p3:=plot(exp(x^2/4), x=0..1, color=red, legend="Точное решение", thickness=1):
```

```
>plots[display]({p1,p2,p3});
```

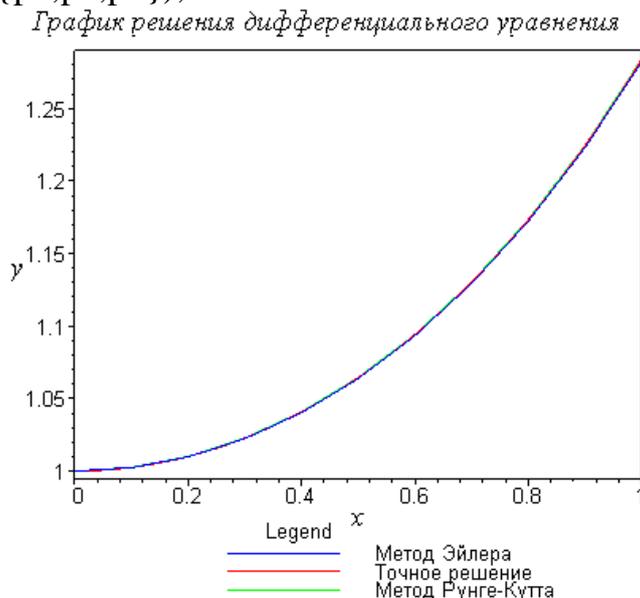


Рис. 1 – Решение задачи Коши в Maple

Так же существуют целые сайты с математическими разделами онлайн калькуляторов [5]. С помощью бесплатных математических онлайн – калькуляторов можно легко и быстро выполнять необходимые расчеты (рисунок 2).

Такие калькуляторы имеют существенный недостаток: при отсутствии интернета, доступ к ним запрещен.

**НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА.** Онлайн калькулятор можно использовать для проверки решения задачи Коши вида  $y' = f(x, y)$ .

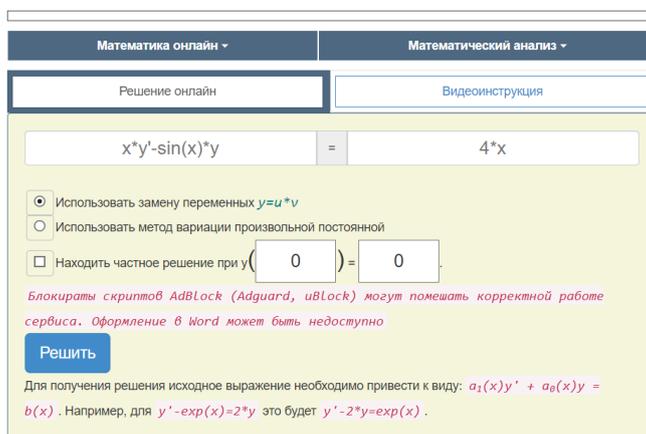


Рис. 2 – Онлайн калькулятор

Выполнив обзор готовых программных продуктов, можно сделать вывод о том, что готового решения не нашлось. В связи с этим принято решение о разработке собственного приложения.

Целью разработки приложения является автоматизация расчета таблицы значений решения ОДУ первого порядка.

Разработанное приложение предназначено для:

- ввода дифференциального уравнения и задания параметров;
- нахождения численного решения задачи Коши одношаговыми методами (метод Эйлера, усовершенствованные методы ломаных (метод хорд, усовершенствованный метод Эйлера-Коши, метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой), метод Рунге-Кутты четвертого порядка;
- нахождения численного решения задачи Коши многошаговыми методами (метод Адамса, метод Милна);
- нахождения численного решения краевой задачи методами конечных разностей и прогонки;
- представления таблицы значений решения краевой задачи и задачи Коши в виде графиков функции;
- выгрузки численных решений в Microsoft Excel.

Задачиразрабатываемого приложения:

- интерфейс должен быть простым, удобным и приятным для визуального восприятия пользователя;
- приложение должно быть направлено на снижение временных затрат пользователя.

Для успешного функционирования разрабатываемого приложения необходимо наличие следующего технического обеспечения: процессор IntelPentiumXeonCoreDuo/Core 2 Duo, AMDOpteronDualCore/Quad-Core; тактовая частота 1 ГГц или выше (рекомендуется 1,6 ГГц); 1024 МБ оперативной памяти; 80 МБ свободного дискового пространства; монитор с разрешением 1024x768 (или выше) с 32-битными (или больше) цветами, клавиатура, мышь.

При проектировании приложения использовались:

- среда разработки Microsoft Visual Studio 2019;
- EPPlus – библиотека для создания файлов Excel с помощью формата Office Open XML;
- NCalc2 – библиотека для вычисления математических выражений;
- OxyPlot – библиотека для построения графиков.

Microsoft Visual Studio – линейка продуктов компании , включающих программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данные продукты позволяют разрабатывать как , так и приложения с , в том числе с поддержкой технологии , а также , веб-приложения [4, 6-7].

Выбор именно Microsoft Visual Studio 2019 [4,6], заключается в том, что он содержит набор инструментов для создания программного обеспечения: от планирования до разработки пользовательского интерфейса, написания кода,

тестирования, отладки, анализа качества кода и производительности, быстрая компиляция, запускается на любой Windows.

Основные языки программирования VS 2019 – это Visual C#, Visual Basic, Visual C++, Visual F# (функциональный язык). Также доступны дополнения, позволяющие программировать в Visual Studio на языках Python, Rube и других.

В качестве языка программирования был выбран C# [6].

Входной информацией для задачи Коши в разрабатываемом приложении будет:

- функция  $f(x, y)$  от двух переменных, служащая правой частью дифференциального уравнения;
- параметры краевых условий;
- число разбиения отрезка;
- точность вычислений;
- методы решения задачи Коши.

Входной информацией для краевой задачи в разрабатываемом приложении будет:

- функции  $p(x)$ ,  $q(x)$ ,  $f(x)$ ;
- значения начала и конца исследуемого отрезка;
- начальное приближение;
- число разбиения отрезка;
- точность вычислений;
- методы решения краевой задачи.

Выходной информацией является:

- таблица значений, полученная при решении ОДУ и содержащая столбцы: номер шага  $i$ , значение  $x$ , значение  $y$ .
- график решения;
- предупреждения о неверно введенных данных;
- выгрузка полученных численных решений в MSExcel.

На рисунке 3 представлена форма для решения задачи Коши, которая содержит области: «Ввод функции», «Параметры», «Методы», «График решения», «Результаты вычислений».

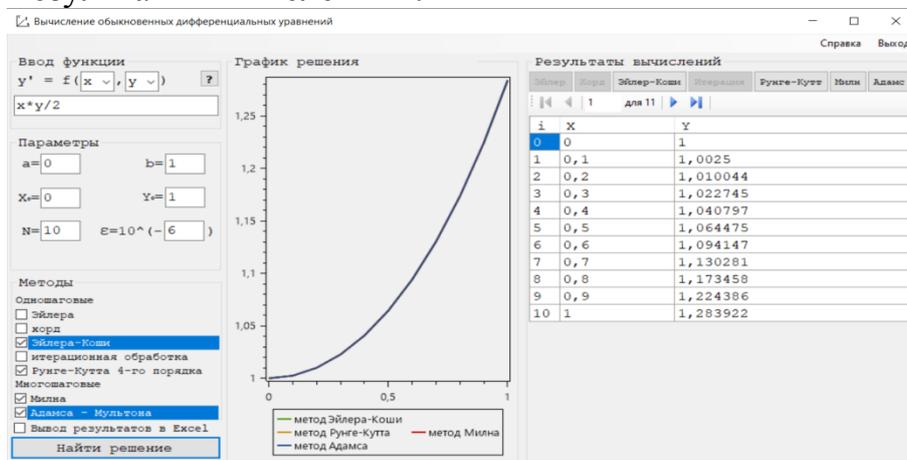


Рис. 3 –Форма «Решение задачи Коши»

Рассмотрим работу приложения на примере.

Шаг 1. Введите функцию  $\frac{xy}{2}$ . Правила ввода содержатся в справке .

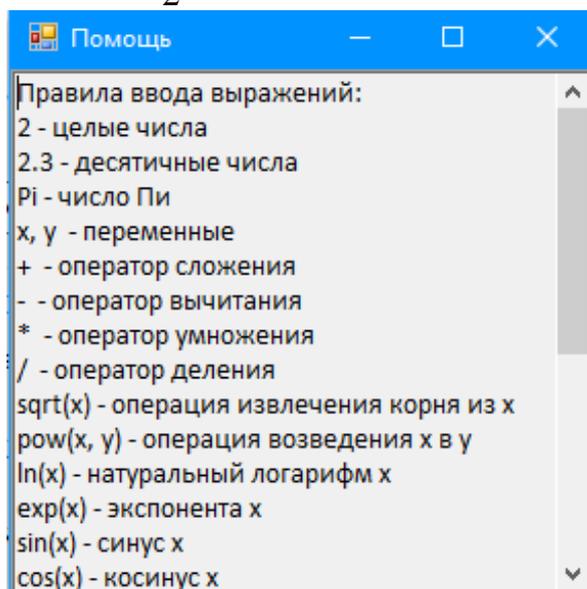


Рис. 4 – Справка по вводу функции

Шаг 2. Задайте параметры:  $a=0$ ,  $b=1$ ,  $x_0=0$ ,  $y_0=1$ ,  $N=10$ ,  $\epsilon=10^{-6}$ .

Шаг 3. Выберите методы.

Шаг 4. Нажмите кнопку «Найдите решение».

Шаг 5. Сохраните результаты. Для этого необходимо указать галочку в поле «Вывод результатов в Excel» и выбрать место сохранения файла (рисунок 5, рисунок 6).

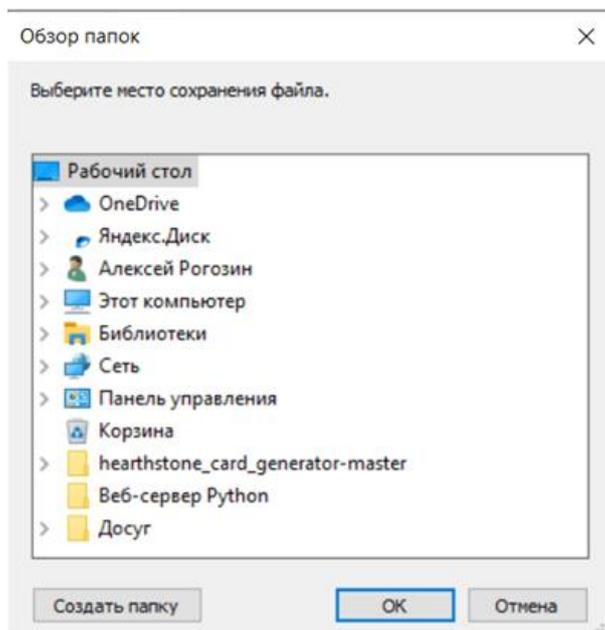


Рис. 5 – Выбор места сохранения файла с результатами

Новая книга 02-03-2021 21.48.32 - Excel

ФАЙЛ ГЛАВНАЯ ВСТАВКА РАЗМЕТКА СТРАНИЦЫ ФОРМУЛЫ ДАННЫЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ ВИД

Буфер обмена Вставить Шрифт Выравнивание Число Стили

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2		метод Эйлера-Коши				метод Рунге-Кутты				метод Милна				метод Адамса		
3		i	X	Y		i	X	Y		i	X	Y		i	X	Y
4		0	0	1		0	0	1		0	0	1		0	0	1
5		1	0,1	1,0025		1	0,1	1,002503		1	0,1	1,002503		1	0,1	1,002503
6		2	0,2	1,010044		2	0,2	1,01005		2	0,2	1,01005		2	0,2	1,01005
7		3	0,3	1,022745		3	0,3	1,022755		3	0,3	1,022755		3	0,3	1,022755
8		4	0,4	1,040797		4	0,4	1,040811		4	0,4	1,040811		4	0,4	1,040811
9		5	0,5	1,064475		5	0,5	1,064494		5	0,5	1,064494		5	0,5	1,064494
10		6	0,6	1,094147		6	0,6	1,094174		6	0,6	1,094174		6	0,6	1,094174
11		7	0,7	1,130281		7	0,7	1,130319		7	0,7	1,130319		7	0,7	1,130319
12		8	0,8	1,173458		8	0,8	1,173511		8	0,8	1,173511		8	0,8	1,173511
13		9	0,9	1,224386		9	0,9	1,22446		9	0,9	1,22446		9	0,9	1,22446
14		10	1	1,283922		10	1	1,284025		10	1	1,284025		10	1	1,284025

Рис. 6 – Результаты, сохраненные в Excel

На рисунке 7 представлена форма для решения краевой задачи.

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Задача Коши Краевая задача

Ввод функции

$y'' + p(x)y' + q(x)y = f(x)$

$y'' + 2y' + 3y = 5*x$

Параметры

a = 0 b = 1  
a0 = 1 b0 = 1  
a1 = 1 b1 = 1  
A = 1 v = 1  
N = 1000 ε = 4

Методы

конечных разностей  
 прогонки

Вывод результатов в Excel

Найти решение

График решения дифференциального уравнения

Результаты вычислений

i	X	Y
0	0	1,3846
1	0,001	1,3842
2	0,002	1,3838
3	0,003	1,3834
4	0,004	1,383
5	0,005	1,3826
6	0,006	1,3822
7	0,007	1,3818
8	0,008	1,3814
9	0,009	1,381
10	0,01	1,3805
11	0,011	1,3801
12	0,012	1,3797
13	0,013	1,3793
14	0,014	1,3788
15	0,015	1,3784
16	0,016	1,378
17	0,017	1,3775
18	0,018	1,3771
19	0,019	1,3766
20	0,02	1,3762
21	0,021	1,3757
22	0,022	1,3753
23	0,023	1,3748
24	0,024	1,3743
25	0,025	1,3739
26	0,026	1,3734
27	0,027	1,373

Рис. 7 – Форма «Решение краевой задачи»

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучены численные методы решения краевой задачи и задачи Коши;
- выполнен обзор программных продуктов;
- выполнено обоснование проектных решений по видам обеспечения;

– разработано приложение.

Разработанное приложение, быстро и надежно позволит численно решить обыкновенные дифференциальные уравнения.

Данное приложение может быть использовано студентами и преподавателями в учебном процессе при изучении теории численных методов и дифференциальных уравнений.

#### Список литературы

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – 9-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 637 с.
2. Буйначев, С. К. Применение численных методов в математическом моделировании: учебное пособие / С. К. Буйначев; под редакцией Ю. В. Песин. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 72 с.
3. Дьяконов, В. П. Maple 8 в математике, физике и образовании / В. П. Дьяконов. – Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 656 с.
4. Мейер, Б.В. Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия / Б. В. Мейер. – 2-е изд., испр. – Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2017. – 286 с.
5. Онлайн калькулятор по задаче Коши [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://math.semestr.ru/> (Дата обращения 28.02.2021).
6. Подбельский, В. В. Программирование. Базовый курс C#: учебник для бакалавриата и специалитета / В. В. Подбельский. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 369 с.
7. Черткова, Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем: учебник для академического бакалавриата / Е. А. Черткова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 168 с.
8. Шевченко А.С. Численные методы: учебное пособие. – Барнаул: изд.-во Алт. ун-та, 2016. – 388с

#### УДК 004.55

### РАЗРАБОТКА САЙТА ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

А.С. Шевченко, А.А. Спиридонов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО “Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова”*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка сайта для Центра повышения квалификации и переподготовки кадров при РИИ АлтГТУ. Описаны объект, предмет, цель и задачи исследования. Представлена сравнительная характеристика технологий создания сайтов. Приведен выбор аппаратного и программного обеспечений.

Web-сайт разработан с помощью CMS WordPress. Сайт позволит Центру донести полную информацию о дополнительном образовании в вузе, обеспечить обратную связь с посетителями сайта, а также привлечь больше внимания со стороны потенциальных слушателей.

**Ключевые слова:** web-сайт, дополнительное образование в вузе, CMS, плагины, WordPress.

# WEBSITE DEVELOPMENT FOR ADDITIONAL EDUCATION IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

A.S. Shevchenko, A.A. Spiridonov

*Rubtsovsk industrial institute (branch) of Altai State Technical University named after I.I.Polzunova*

**Abstract.** This article discusses the development of a website for the Center for Advanced Studies and Retraining of Personnel at the RII AltSTU. The object, subject, purpose and objectives of the research are described. The comparative characteristics of technologies for creating sites are presented. A selection of hardware and software is provided.

Website developed with WordPress CMS. The site will allow the Center to convey full information about additional education at the university, provide feedback from site visitors, as well as attract more attention from potential listeners.

**Keywords:** website, additional education at the university, CMS, plugins, WordPress.

## Введение

Интернет в настоящее время оказывает существенное влияние на повседневную жизнь человека и имеет большую популярность. Интернет предоставляет пользователю доступ практически к любой информации, а источником такой информации служит веб-сайт. Веб-сайт представляет собой многоуровневое системное объединение различных сервисов и ресурсов.

В настоящее время практически любая организация имеет веб-сайт, по средствам которого представляют свою деятельность в интернет. В условиях использования современных информационных технологий – это необходимый фактор существования, который позволяет расширить возможности рекламной деятельности и привлечь тем самым дополнительных клиентов.

Сайт является мощнейшим инструментом рекламы и лицом фирмы, компании, организации. Создание собственного сайта – это возможность донести необходимую информацию до потребителя о предоставляемых услугах, уменьшить затраты на полиграфические услуги, телерекламу, радиорекламу и улучшить сервис для уже имеющих клиентов, которые смогут получать информацию о предстоящих мероприятиях или о каких-либо изменениях в работе в любое время.

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания web-сайта для Центра повышения квалификации и переподготовки кадров, поскольку на сайте Рубцовского индустриального института отсутствует достаточно полная информация о Центре.

Разработанный сайт позволит Центру донести полную информацию о дополнительном образовании в вузе, обеспечить обратную связь с посетителями сайта, а также привлечь больше внимания со стороны потенциальных слушателей.

Объектом исследования являются данные Центра повышения квалификации и переподготовки кадров при РИИ АлтГТУ.

Предметом исследования является процесс информационного взаимодействия центра со слушателями курсов.

Целью исследования является разработка web-сайта для Центра повышения

квалификации и переподготовки кадров при РИИ АлтГТУ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор и анализ существующих технологий создания сайтов;
- осуществить обоснование проектных решений по видам обеспечения;
- спроектировать БД;
- изучить теоретические основы построения web-сайтов;
- разработать и протестировать web-сайт.

### **Технологии создания сайтов**

В настоящее время существует множество различных технологий создания сайтов:

1. Технологии для создания разметки (HTML) и внешнего вида страницы (язык стилей CSS).
2. Языки программирования (PHP, JavaScript) и база данных (MySQL).
3. Системы управления контентом (англ. Contentmanagementsystem, CMS), такие как WordPress, Joomla, OpenCart, Drupal, 1С-Битрикс.
4. Конструкторы сайтов (WiX, uCoz, uKit, TildaPublishing и т.д.).

HTML и CSS являются основой любого разрабатываемого сайта.

Создание сайтов с использованием языка HTML [1] предполагает написание тегов вручную в простом текстовом редакторе. Главным преимуществом HTML является то, что документы могут быть просмотрены на веб-браузерах и платформах различных типов. Язык HTML позволяет создавать полноценные сайты, но они статичны, без обратной связи с пользователями. Решением данной проблемы послужило создание языка программирования PHP [2]. Данный язык программирования очень хорошо подходит для создания интернет-магазинов или других сайтов, которые поддерживают обратную связь с пользователем. Однако и такой способ создания сайта не является абсолютно удобным, поскольку изучение основ данного языка программирования довольно трудный процесс, также для изучения PHP необходимо изучать JavaScript [3] и законы работы виртуального сервера Apache.

Поэтому в настоящее время большой популярностью пользуются системы управления содержимым (контентом) или, так называемые CMS, обладающие следующими преимуществами: доступность веб-разработки, скорость создания сайтов, простота разработки и поддержки, дополнительные сервисы, SEO-оптимизация, мобильность.

Каждая CMS предусматривает различные виды доступа:

1. Администратор имеет доступ ко всем разделам. Он может проектировать структуру сайта и любой рубрики.
2. Редактор обладает возможностью менять любой текст на сайте, но он не может изменять структуру рубрик, добавлять их или удалять.
3. Пользователь получает доступ только к определённым рубрикам, и может осуществлять работу только с ней.

Более того, CMS – это многопользовательская система, которая позволяет

давать соответствующий доступ к механизму сайта различным группам.

CMS подразделяются на три категории:

1. Студийные (индивидуальные) CMS – это системы, в которых разработку сайтов осуществляет только их разработчик.

2. Тиражные CMS – такие CMS, которые разрабатываются специализированными компаниями или веб-студиями. Данные CMS предназначены для массовой продажи конечным пользователям или другим веб-студиям. К ним можно отнести: «1С-Битрикс», «UMI.CMS», «NetCat», «AMIRO.CMS».

3. Open Source CMS (бесплатные) – такие CMS, разрабатываемые сообществами программистов. Эти CMS поддерживаются ими же и имеют открытый исходный код. К ним относятся: «WordPress», «Drupal», «Joomla», «Opencart», «Instant CMS».

Основными достоинствами Drupal [4] является реализация многих функций на уровне ядра. На уровне ядра реализована система кеширования, что позволяет снизить нагрузку на сервер, поисковая система, которая обеспечивает более легкое продвижение сайта. Сложная конфигурация ядра несет в себе, как и преимущества, так и недостатки системы. Одним из самых серьезных недостатков является сложность управления системой и долгий процесс обучения, плохо реализованный интерфейс, что еще сильнее запутывает пользователя.

Joomla [5] является одной из самых гибких CMS систем. В ней есть большое число расширений, много различных тем для управления с сайтом, но есть ряд серьезных недостатков. В первую очередь, из-за недостаточно высокой защищенности Joomla часто подвергается хакерским атакам на сайте, что может привести к утере важной информации. В коде Joomla отсутствует тег, связанный с заголовком сайта, что создает определенные проблемы с продвижением сайта.

WordPress [6], в первую очередь, создавалась для персонального блогинга. Платформа включает в себя огромный набор возможностей, чтобы упростить пользователю процесс создания блога. Но со временем разработчики стали перестраивать ядро, дополнив его различными функциями, что позволяет создать сайт не только по типу «Блог», но и по типу: «Информационный портал», «Онлайн-магазин», «Социальная сеть» и т.д.

На рисунке 1 изображен рейтинг бесплатных CMS за март 2021 года. Рейтинг проведен компанией iTrack (Айтрэк), занимающейся веб-разработкой, техподдержкой сайтов и внедрением CRM.

Так же создавать сайты можно и с помощью различных конструкторов. Они устанавливаются на компьютер или могут находиться на сервере (narod.ru, ucoz.ru). Конструкторы позволяют собирать сайт из готовых блоков, а затем заполняется информацией. Для этого вам не нужно знать языки программирования.

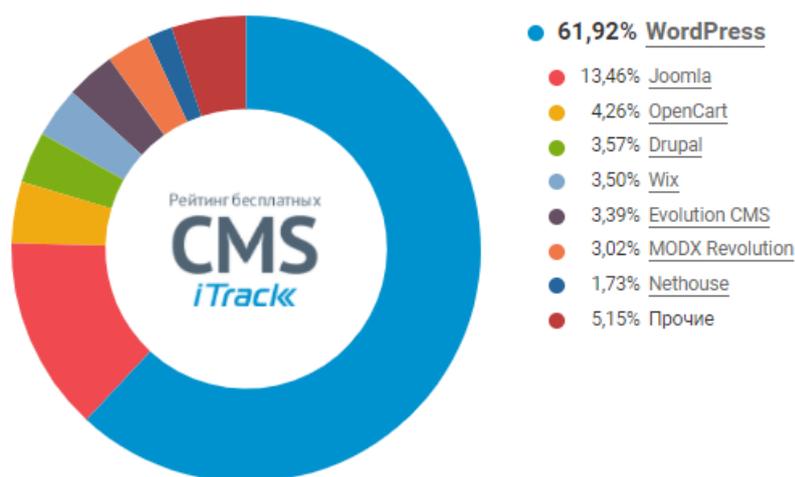


Рис. 1 – Рейтинг бесплатных CMS за март 2021 года

### Выбор программного обеспечения

Обязательным требованием при создании веб-сайта является наличие хостинга. Хостинг является услугой по предоставлению ресурсов (дискового пространства) для размещения проекта на сервере, постоянно находящемся в глобальной сети. Выбран сервис хостинга TimeWeb [7].

Для разработки веб-сайта ЦПКиПК было решено выбрать CMS WordPress. WordPress является мощной и свободно распространяемой CMS, обладающей следующими достоинствами:

1. Легкость и скорость установки.
2. Простота в использовании.
3. Удобная панель администрирования.
4. Наличие множества плагинов, которые интегрируются в одном месте.
5. В отличие от Joomla, Drupal и других CMS, в Wordpress административная панель позволяет редактировать PHP, HTML, CSS файлы.
6. Хорошее продвижение в поисковых системах (SEO).
7. Бесплатность.

CSS Wordpress написана на PHP и выпущена под лицензией GNU GPL версии 2.

Более того, в процессе выполнения работы, использовались следующие плагины:

- Ocean Extra – плагин, позволяющий раскрыть полные возможности темы OceanWP WordPress;
- Elementor – плагин-конструктор для WordPress, расширяющий возможности стандартного редактора;
- Theme My Login – плагин, предназначенный для оформления страниц входа, регистрации на сайте [8];
- Яндекс Метрика – плагин, предназначенный для подключения на сайте сервиса Яндекс.Метрика [9]. Данный сервис позволяет осуществить оценку посещаемости веб-сайта и анализ поведения пользователей, а также определить

примерный возраст посетителя, и с какого устройства производился просмотр сайта;

- WPForms Lite – плагин, упрощающий создание таких форм, как форм обратной связи, форм подписки, а также форм подачи заявки;

- Weather Atlas Widget – простой плагин для встраивания на web-сайт прогноза погоды.

CMS WordPress для своей системы управления базами данных использует MySQL.

MySQL [10] – система управления реляционными базами данных, обладающая следующими преимуществами:

1. Открытость исходного кода. Распространение СУБД бесплатно для домашнего применения.

2. Простота использования. MySQL имеет простой и понятный интерфейс, разнообразные плагины и дополнительные приложения.

3. Функциональность. MySQL содержит весь необходимый набор инструментов, для разработки проекта любой сложности.

4. Безопасность. Большинство систем безопасности встроены и работают по умолчанию.

5. Масштабируемость. MySQL применяется как для малых так и для больших проектов.

6. Скорость. MySQL в настоящее время одна из самых быстрых СУБД на современном рынке.

### **Назначение сайта**

Web-сайт «Дополнительное образование в вузе» предназначен для:

- предоставления полной информации по программам повышения квалификации и переподготовки, а также по различным курсам;

- оперативного информирования пользователей сайта;

- поддержки обратной связи;

- осуществления записи на соответствующий курс;

- регистрации и авторизации пользователей на сайте;

- наличие личного кабинета пользователя.

Главная страница сайта (рисунок 2) содержит меню, состоящее из разделов: «О центре», «Курсы», «Расписание», «Галерея», «Контакты», «Мой аккаунт».

Баннер содержит расшифровку, корпоративные ценности центра и новости. На боковой панели находятся форма авторизации пользователя, прогноз погоды, календарь, и статистические данные, содержащие информацию о количестве просмотренных страниц, визитов и посетителей.

# Центр Повышения Квалификации и Подготовки Кадров



## Ориентация на потребность клиента

Наши учебные программы - не то, не то что УМЕЮТ не то что умеют наши преподаватели, а то, что ВАМ НУЖНО.



## Стремление к новому

Ежегодное обновление учебных программ составляет как минимум 20%, содержание самих программ актуализируется перед каждым проведением.



## Дружелюбие и внимательность к деталям

Мы всегда обеспечиваем самые высокие стандарты сервиса и клиентского сопровождения.

## Новости



Ведётся набор слушателей на программы переподготовки и повышения квалификации



Более 50 пенсионеров прошли обучение на курсах "Основы компьютерной грамотности"

## Войти

Имя пользователя или email

Пароль

Запомнить меня

**ВОЙТИ**

[Регистрация](#)

[Забыли пароль?](#)

НЬЮ-ЙОРК

**26°**  
cloudy

feels like: 27°C  
wind: 8km/h 300°  
humidity: 44%  
pressure: 1006.77mbar  
uv index: 1

5:24am - 8:23pm EDT

wed	thu	fri
26/14°C	26/16°C	28/20°C

ИЮНЬ 2021

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

## Статистика Метрики для сегодня

Просмотры страниц: 23

Визиты: 6

Посетители: 5

Рис. 2 – Главная страница сайта

Раздел «О центре» содержит основную информацию о центре и главных задачах центра (рисунок 3). Также можно просмотреть документы, которые выдаются по окончании соответствующих курсов. На этой же странице есть обратная связь, т.е. можно задать интересующий вопрос.

## Информация о центре

Центр функционирует в целях развития системы дополнительного образования на юге Алтайского края и прилегаемых территориях посредством разработки и совершенствования региональных программ дополнительного образования, организационно-методических, научных, информационных и координирующих функций в регионе, а также в специалистов, совершенствования их деловых целях повышения профессиональных знаний качеств и подготовки к выполнению новых трудовых функций.

### Главными задачами Центра являются

- разработка и совершенствование программ системы дополнительного образования специалистов;
- обобщение и распространение новейшего опыта организации учебного процесса, изучно-методической работы, прогрессивных форм и методов обучения;
- удовлетворение потребности специалистов в получении знаний о новейших достижениях в соответствующих отраслях науки и техники, передовом отечественном и зарубежном опыт;
- организация и проведение обучения, повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов предприятий, организаций и учреждений, государственных служащих, высвобождаемых работников, незанятого населения и безработных специалистов;
- организация и проведение научных исследований в сфере дополнительного образования;
- научная экспертиза программ, проектов, рекомендаций, других документов;
- консультационная деятельность;
- сотрудничество с факультетами повышения квалификации преподавателей вузов страны с целью организации повышения квалификации преподавателей института;
- разработка и издание научно-методической литературы.

Примеры документов при окончании

### Рис. 3 – Раздел «О центре»

Раздел «Курсы» включает следующие подразделы: «Профессиональная переподготовка», «Повышение квалификации», «Компьютерные курсы», «Курсы по автоматизации бухгалтерского учёта», «Оформить заявку».

При выборе соответствующего подраздела происходит переход на страницу со списком курсов.

На рисунке 4 представлен подраздел «Компьютерные курсы», который содержит: «Пользователь ПК», «Оператор ЭВМ», «Основы компьютерной грамотности».

При выборе нужного курса происходит переход на страницу, которая содержит полную информацию о курсе (информация о преподавателе, цель и задачи курса, учебный план для нулевого и продвинутого уровня).

На рисунке 5 представлена информация о курсе «Основы компьютерной грамотности» и учебный план для нулевого уровня. Учебный план содержит описание занятий, количество теоретических и практических часов.

## Компьютерные курсы



Пользователь ПК



Оператор ЭВМ



Основы компьютерной грамотности

[Оформить заявку](#) ✉

Рис. 4 – Подраздел «Компьютерные курсы»

При нажатии на ссылку «Содержание программы» происходит загрузка текстового документа с содержанием программы на компьютер пользователя.

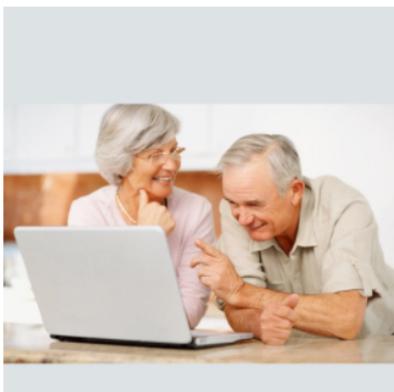
При выборе раздела «Расписания», происходит переход на страницу с расписанием (рисунок 6).

При выборе раздела «Галерея», происходит переход на соответствующую страницу, которая представлена на рисунке 7.

При выборе раздела «Контакты» происходит переход на страницу, которая содержит контактные данные, режим работы и адрес центра, информацию о начальнике (рисунок 8). Местоположение центра указано на карте.

Раздел «Мой аккаунт» включает следующие подразделы: «Вход», «Регистрация», «Выход». Данный раздел предоставляет пользователю возможность зарегистрироваться, восстановить пароль от аккаунта, в случае утери, войти в свою учетную запись или осуществить выход.

При выборе раздела «Выход», осуществляется выход с сайта.



## Нулевой уровень

**Цель.** Сформировать навык использования компьютеров в жизни граждан пожилого возраста и общения с миром.

### Задачи:

1. Знакомство с возможностями компьютера
2. Уверенная работа на компьютере.
3. Использование компьютера в плане облегчения жизнедеятельности.
4. Возможности компьютера для социализации.
5. Ликвидация страха у пенсионеров перед компьютерами.

### Учебный план

№	Содержание занятия	Кол-во часов, всего	Распределение часов	
			Теория, часов	Практика, часов
1	2	3	4	5
1	Вводная часть. Информатизация общества. Определение информатизации. Понятие об информационной системе. Зачем нужен компьютер? Устройство компьютера. Какими бывают компьютеры? Как включить, выключить или перезагрузить компьютер? Спящий режим. Какие устройства можно подключить к компьютеру. Операционная система и графический экранный интерфейс. Клавиатура, назначение основных клавиш. Как работать мышкой?	1	1	
2	Операционная система и графический экранный интерфейс. Операционная система и графический экранный интерфейс. Запуск Windows. Рабочий стол. Основные приемы работы. Окна, файлы, папки. Стандартные программы. Основные объекты, действия над ними. Дополнительные функции. Работа с папками. Путь к файлу. Безопасное хранение информации в компьютере.	3	1	2
3	Текстовый процессор Возможности текстового редактора. Работа в текстовом редакторе Word. Координатные линейки, полосы прокрутки страниц. Создание нового документа. Сохранение текста. Как выделить, скопировать, вырезать или удалить текст? Форматирование текста. Как распечатать текст? Как выйти из программы Word?	3	1	2
4	Интернет	10	3	7
4.1	Типы подключения к сети Интернет. Что такое интернет-браузер. Адресная строка браузера. Как поместить страницу сайта в «Закладки». Как скопировать адрес страницы сайта. Интернет как средство коммуникаций. Сайт, адреса сайтов, сервисы в интернете (покупка билетов на все виды транспорта, покупка товаров, заказ отелей и гостиниц, приобретение билетов в кино, театры, музеи и т.д.). Поиск информации в интернете.	5	1	4
4.2	Создание электронного почтового ящика. Досуг и обучение. Скайп. YouTube.	5	2	3
5	Информационная безопасность. Основы информационной безопасности: пароли. Антивирусы защита от вредоносных программ.	5	1	1
6	Социализация	8	2	6
6.1	Работа с официальными интернет-порталами «Государственные услуги», «Пенсионный фонд РФ», «Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства», Банки-онлайн и т.д. Регистрация личных кабинетов, необходимых для облегчения жизнедеятельности.	4	1	3
6.2	Социальные сети. «ВКонтакте», «Одноклассники», «Инстаграмм» и т.д. Регистрация, поиск друзей.	4	1	3
7	Подведение итогов	1		1
<b>ИТОГО:</b>		<b>32</b>	<b>10</b>	<b>22</b>

Рис. 5 – Информация о курсе «Основы компьютерной грамотности»

## Расписание

Поиск:

ГРУППА	ПОНЕДЕЛЬНИК	ВТОРНИК	СРЕДА	ЧЕТВЕРГ	ПЯТНИЦА	СУББОТА
Основы компьютерной грамотности (Нулевой уровень) Группа 1		10:00 - 11:30 Аудитория 227 Дудник Е.А. к.ф.-м.н., доцент			10:00 - 11:30 Аудитория 227 Дудник Е.А. к.ф.-м.н., доцент	
Основы компьютерной грамотности (Нулевой уровень) Группа 2		12:10 - 13:40 Аудитория 227 Дудник Е.А. к.ф.-м.н., доцент		12:10 - 13:40 Аудитория 227 Дудник Е.А. к.ф.-м.н., доцент		
Основы компьютерной грамотности (Продвинутый уровень) Группа 1	10:00 - 11:30 Аудитория 227 Шевченко А.С. к.ф.-м.н., доцент			10:00 - 11:30 Аудитория 227 Шевченко А.С. к.ф.-м.н., доцент		

Рис. 6 – Страница «Расписание»

## Галерея



**Начни свое дело**

18 Февраль 2019



**Начни свое дело**

18 Февраль 2019



**Командные состязания по  
мобильным технологиям**

12 Февраль 2019



**Статус онлайн**

08 Июня 2017



**Более 50 пенсионеров прошли  
обучение на курсах "Основы  
компьютерной грамотности"**

11 Июня 2021

Рис. 7 – Раздел «Галерея»

## Контакты



### Дудник Владимир Григорьевич

Начальник

Кандидат физико-математических наук, доцент

#### Телефон

+7 (38557) 59699

#### График работы

с 9:00 до 17:30, пн-пт, обед с 13:00 до 13:30

#### Электронная почта

cpkrii@mail.ru

#### Адрес

658207, Алтайский край, г. Рубцовск, ул.Тракторная, д.2/6, аудитория 443

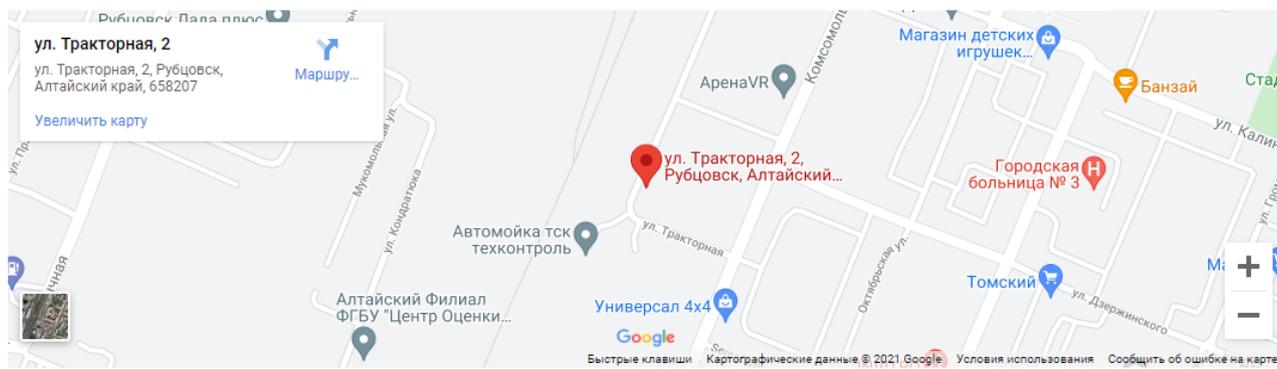


Рис. 8 – Раздел «Контакты»

Также на сайте подключён сервис Яндекс.Метрика, который ведёт учёт посещаемости, новых пользователей и их активность. Более того, данный сервис позволяет вести учёт трафика, с какого устройства заходил пользователь, а также средний возраст пользователя.

При внедрении веб-сайта будет наблюдаться положительный социальный эффект:

- информирование наибольшего числа заинтересованных лиц;
- оптимизация рекламной деятельности ЦПКиПК;
- поиск новых слушателей;
- формирование положительного имиджа ЦПКиПК.

#### Список литературы

1. Программирование сайта на языке HTML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://knowledge.allbest.ru/programming/3c0a65635a2bd78a4d43a89421216d26\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/programming/3c0a65635a2bd78a4d43a89421216d26_0.html). – Загл. с экрана.

2. Маркин, А. В. Основы web-программирования на PHP: учебное пособие / А. В.Маркин, С. С. Шкарин. – Москва: Диалог-МИФИ, 2012. – 252 с.

– Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229742>.

3. Брокшмидт, К. Пользовательский интерфейс приложений для Windows 8, созданных с использованием HTML, CSS и JavaScript: учебный курс / К. Брокшмидт. – 2-е изд., исправ. – Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 396 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429247>.

4. Обзор возможностей CMS Drupal, плюсы и минусы бесплатного движка для создания сайтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cms-rating.ru/obzor-vozmozhnostey-cms-drupal>.

5. Обзор CMS Joomla [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://site-builders.ru/cms-joomla>.

6. WordPress Возможности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wordpress.org/about/features>.

7. Timeweb [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://timeweb.com/ru/services/cms>.

8. Theme My Login – WordPress plugin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wordpress.org/plugins/theme-my-login>.

9. Яндекс.Метрика – WordPress plugin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wordpress.org/plugins/yandex-metrica>.

10. Администрирование MySQL: курс / Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007. – 200 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233562>.

## СЕКЦИЯ 2. ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Председатель секции: кандидат технических наук, заведующий  
кафедрой «Техника и технологии машиностроения и пищевых  
производств» Гриценко Вячеслав Владимирович**

УДК621.922.02

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НАНЕСЕНИЕМ МЕТАЛЛИЗАЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ РАЗМЕРНАЯ ОБРАБОТКА

Н.С. Алексеев<sup>1</sup>, С.В. Иванов<sup>1</sup>, Т.Е. Плотников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»*

<sup>2</sup>*ООО «Производственное объединение «Плазматех» г. Барнаул*

**Аннотация.** В статье приводится технико-экономическое обоснование восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной и дорожно-строительной техники различными способами газотермического напыления (металлизации) микропористых покрытий на никелевой основе. Проведён анализ физико-механических свойств этих покрытий в сравнении с компактными материалами, а также данных по их обрабатываемости различными методами. Указаны цель и задачи дальнейших исследований по повышению эффективности абразивной обработки микропористых слоёв.

**Ключевые слова:** микропористые покрытия, шлифование, абразивный инструмент, режимы резания, стойкость кругов, засаливание

### RECONDITIONING OF WORN PARTS BY METALLIZED COATING WITH SUBSEQUENT MACHINING TO SIZE

N.S. Alekseev<sup>1</sup>, S.V. Ivanov<sup>1</sup>, T.E. Plotnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget  
educational institution of higher education "Altai State Technical University named  
after I.I. Polzunova"*

<sup>2</sup>*ООО "Production Association "Plasmatech" Barnaul*

**Annotation.** The article provides a feasibility study for the reconditioning of worn-out parts of agricultural and road-building machinery by various methods of thermal spraying (metallized coating) of nickel-based microporous coatings. The paper contains the analysis of the physical and mechanical properties of these coatings in comparison with compact materials, as well as data on their workability by various methods. The author stresses the purpose and objectives of further research to improve the efficiency of abrasive machining of microporous layers.

**Keywords:** microporous coatings, grinding, grinding wheels, cutting modes, wheel resistance, loading

Качественное восстановление изношенных деталей в настоящее время это один из наиболее эффективных путей снижения себестоимости и увеличения

ресурса отремонтированных тракторов, автомобилей, сельскохозяйственной и дорожно-строительной техники [1].

В последние годы объёмы производства по восстановлению изношенных деталей значительно снизились по сравнению с двумя-тремя десятилетиями назад. Такое удручающее положение объясняется прежде всего изменением формы ведения хозяйства, имеющимся на рынке широким ассортиментом запасных частей, снижением надёжности восстановленных деталей, сокращением финансирования опытно-конструкторских разработок и научных исследований, разрывом межхозяйственных связей [2]. Но в то же время постоянно разрастающийся парк разнообразной отечественной и импортной техники непрерывно требует поставки большого числа запасных частей и, в основном деталей – тел вращения. Однако снабжение запасными частями в настоящее время связано с определёнными трудностями и значительными финансовыми затратами [3].

По результатам проведённых исследований [2], более 85 % деталей тракторов, автомобилей, сельскохозяйственной и дорожно-строительной техники становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации при достижении износа 0,2...0,3 мм. Было также доказано, что до 60 % из числа отбракованных деталей экономически целесообразно восстанавливать.

Объём восстановления изношенных деталей в Российской Федерации не превышает 7 % от общей потребности в запасных частях в период ремонта техники, в то время как в таких экономически развитых странах как США и Япония этот показатель составляет от 30 до 40 % [3].

Экономическая эффективность восстановления деталей определяется низкой металлоемкостью. На восстановление деталей расходуется в 20...30 раз меньше металла, чем на производство новых. Так, например, для изготовления коленчатого вала двигателя ЯМЗ-240Б требуется заготовка массой 340 кг, при этом около 200 кг дорогостоящей стали отправляется в стружку. В то же время на восстановление этой детали требуется не более 8 кг наплавочной проволоки. Себестоимость восстановления составляет 30...50 % преysкурантной цены нового [3].

Из вышеизложенного следует, что рост цен новых машин, повышение доли изношенной техники в хозяйствах вызывает необходимость увеличения объёмов восстановления изношенных деталей с применением трудо-, энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Установлено [2,4], что одним из наиболее эффективных путей повышения послеремонтного ресурса восстановленных деталей является газотермическое напыление (металлизация) износостойких микропористых покрытий с применением проволоки и металлических порошков. В последние десятилетия в России и за рубежом наиболее широкое применение нашли порошковые материалы. По имеющимся данным [1], порошки на никелевой и железной основе составляют половину общего нужного объёма порошковых материалов.

За счёт применения присадочных порошковых материалов эксплуатационные свойства металлизационных слоёв (твёрдость,

износостойкость), а также пористость покрытий можно изменять в широких пределах. Кроме того металлизационные слои создают благоприятные условия для смазки поверхностей трения и повышают долговечность восстановленных деталей [1].

Проведёнными исследованиями [5] установлено, что наиболее высокими эксплуатационными свойствами обладают металлизационные покрытия из порошков на никелевой основе. Восстановленные детали с такими покрытиями по износостойкости и надёжности не уступают новым, а зачастую и превосходят их. Так, например, износостойкость металлизационного покрытия из порошкового сплава ПР-НХ13СР (25...35 HRC) в 2,8...3,2 раза выше закалённой стали 45. Кроме того такое покрытие в несколько раз снижает износ трущихся пар, благодаря своим отличным противозадирным свойствам.

Металлизационным покрытиям присущи также уникальные триботехнические свойства из которых наиболее значимым можно считать их способность длительное время работать при отсутствии смазки [6]. Ещё одно преимущество микропористых покрытий заключается в том, что задиры на шейках валов с такими покрытиями случаются при нагрузках в 3...4 раза превышающих нагрузки, приводящие к появлению таких дефектов на шейках из обычной стали [7].

Триботехнические испытания показали [8], что металлизационные слои предпочтительны по сравнению с однородными металлами для восстановленных деталей при их эксплуатации в условиях граничного и жидкостного трения.

Твёрдость покрытий определяется маркой используемого порошка и регулируется в пределах 20...64 HRC, что даёт возможность формировать как мягкие наращенные слои, так и слои высокой твёрдости [9]. В условиях рабочих нагрузок требуемая износостойкость покрытий достигается при их твёрдости 25HRC и выше. Высокая гарантия надёжности и долговечности восстановленных деталей обеспечивается при значениях твёрдости не менее HRC28 [10].

Для восстановления посадочных шеек валов, эксплуатирующихся в условиях граничного и жидкостного трения, хорошо себя зарекомендовали покрытия на никелевой основе с твёрдостью до 40 HRC [1]. Такие покрытия получают различными способами газотермического напыления (ГТН) с использованием самофлюсующихся порошковых сплавов системы Ni-Cr-B-Si [11], экзотермических порошков интерметаллидов и др.

Процесс напыления сопровождается химическим взаимодействием расплавленных частиц распыляемого материала с кислородом и азотом воздуха и формированием значительной доли оксидов и нитридов [4]. Образуются также шлаковые плёнки вследствие выгорания части компонентов исходного материала. В зависимости от способа и режимов ГТН исходные материалы существенно изменяют свой химический состав.

Покрытия, сформированные ГТН это уникальный материал, получаемый вследствие удара, деформации и резкого охлаждения расплавленных частиц

напыляемого материала. В результате последовательного наложения частиц друг на друга формируется чешуйчатое, слоистое покрытие (рисунок 1) неоднородное по химическому составу и структуре, с сильной анизотропией физико-механических свойств. Кроме того полученные покрытия характеризуются повышенным содержанием оксидных включений [4]. Присутствие твёрдых компонентов в наращенных слоях обеспечивает повышение износостойкости покрытий [12].

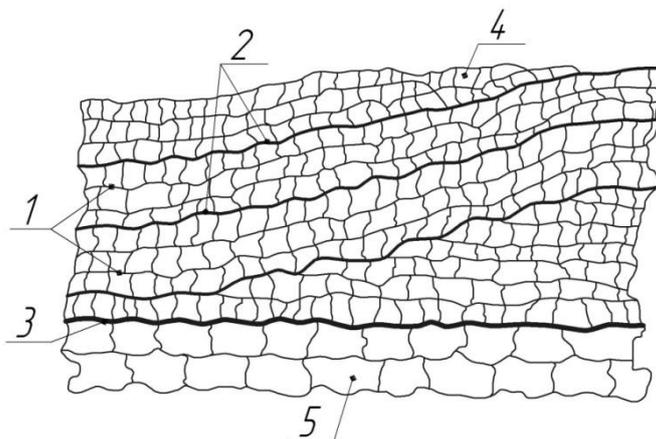


Рисунок 1 - Структура металлизационного покрытия [13]:

- 1- граница между частицами; 2 – граница между слоями;  
3 – граница между покрытием и деталью; 4 – частица напыленного материала;  
5 – поверхность детали

В последние годы при восстановлении валов с/х техники применяются следующие способы ГТН: электродуговая, газопламенная, детонационная и плазменная металлизация.

Основные преимущества металлизационных покрытий [14]: возможность достижения заданной твёрдости покрытия и износостойкости; несущественное термическое влияние на структуру детали; высокая производительность процесса напыления; малые припуски на последующую обработку резанием; возможность наращивания больших площадей.

Металлизационные слои получают микропористыми и способны впитывать в себя горячее масло и удерживать его в микропорах. В экстремальных условиях работы поверхностей скольжения масло, находящееся в микропорах, компенсирует недостаток смазки. Например, при запуске холодного двигателя при низкой температуре, когда в зазор сопряжения «шейка коленчатого вала-вкладыш» плохо поступает загустевшее масло [1,7,13].

Указанные специфические физико-механические свойства металлизационных покрытий при наращивании изношенных деталей относят их в ряд труднообрабатываемых.

Трудности механической обработки напылённых покрытий вызваны следующими причинами [1]:

- 1) Более сложным, чем при обработке однородных материалов,

напряжённно-деформированным состоянием, вызванным особенностями структуры напылённых покрытий, а также наличием переходной зоны между покрытием и основным материалом;

2) Различием теплофизических свойств материалов покрытий и основы, вследствие чего создаётся более сложная картина распространения тепловых потоков;

3) Различием природы физико-химических явлений в зоне контакта «инструмент-обрабатываемое покрытие» и «инструмент-однородный материал», вызванным особенностями структуры материала покрытия (наличием оксидных включений, микропор, шлаков и др.);

4) Разницей в коэффициентах термического расширения деталей и покрытий, а также остаточными термическими напряжениями, возникающими в процессе напыления. Применение обычных режимов в процессе обработки резанием вызывает появление трещин, сколов и дополнительных термических напряжений [1].

В связи с освоением в ремонтном производстве новых высокопрочных и высокотвердых материалов объём механической обработки уменьшается. Альтернативой им служат электрофизические и электрохимические методы размерной обработки металлов.

Электрофизикохимические методы обработки (электрохимическая, комбинированная и электроконтактная) дают возможность использовать простой и дешёвый обрабатывающий инструмент, широкий диапазон режимов обработки, механизацию и автоматизацию технологических операций и улучшение условий работы.

Однако при использовании указанных методов выявлены значительные недостатки, а именно: при электрохимической обработке наблюдается интенсивное коррозионное воздействие электролита на поверхность покрытия; при комбинированной электролит стремительно растравливает зёрна наращенного слоя и происходит большой износ инструмента; электроконтактная обработка сопровождается высоким температурным разогревом детали и получением грубой шероховатости поверхности.

Выявленные существенные недостатки электрофизикохимических методов обработки диктуют необходимость рассмотреть механическую обработку – точение и шлифование [14].

Исследованиями [9,13] установлено, что резцы из быстрорежущих сталей и из минералокерамики (ЦМ-332), а также с твёрдыми сплавами группы ТК имеют очень низкую стойкость.

Несколько лучшие результаты были достигнуты при точении резцами из твёрдых сплавов группы ВК или синтетических сверхтвёрдых материалов (СТМ) в зависимости от твёрдости покрытия [9,13,15]. Для «мягких» покрытий с твёрдостью до HRC40 используют резцы из твёрдых сплавов марки ВК8 [1,9], а при точении износостойких покрытий с твёрдостью 40...55 HRC – резцы из СТМ: эльбора-Р или гексанита-Р [16].

Однако достижение низкой шероховатости обработанных поверхностей при точении резцами из СТМ диктует применения малых подач (0,06...0,07 мм/об) и высоких скоростей резания, а следовательно, повышенной частоты вращения детали (630...800 об/мин) [16].

Обработка же таких массивных деталей как коленчатые валы автотракторных двигателей массой до 150 кг производится при частоте вращения не выше 60 об/мин [16]. Кроме того, для обработки шеек коленчатых валов резцами отсутствует серийно выпускаемое оборудование.

При обработке точением поверхностные слои покрытий переуплотняются и ухудшаются их антифрикционные свойства. В связи с этим износ резцов по задней грани не должен превышать 0,4...0,5 мм [17]. При точении покрытий резцы изнашиваются значительно интенсивнее, чем при обработке однородных материалов.

Повышенный износ режущих инструментов объясняется многими причинами, основными из которых являются, следующие:

1. Нестабильность процесса резания, вызванная несплошностью покрытий, вследствие чего режущее лезвие инструмента подвергается микрорывкрашиванию. Наличие микропор в покрытиях резко снижает стойкость резцов, так как на их режущую кромку постоянно воздействуют микроудары, ускоряющие его затупление [17].

2. Пониженная тепло- и температуропроводность покрытий (в 2...3 раза ниже, чем однородных), приводящая к концентрации образовавшегося при точении тепла, окислению карбида вольфрама в твёрдосплавных пластинах и их интенсивному износу [18].

3. Свойство покрытий окисляться с формированием твердых оксидных частиц [4], благоприятствующих абразивному износу режущей кромки резцов в совокупности с другими видами износа (адгезионный, диффузионный и др.) [19].

Таким образом, данные по обрабатываемости точением покрытий позволили установить, что малые периоды стойкости резцов из современных режущих материалов не соответствуют возрастающим технико-экономическим требованиям. Поэтому обработка точением не может быть отнесена к высокоэффективному способу обработки покрытий.

Из существующих методов обработки покрытий с малыми допусками и обеспечивающих высокую точность и низкую шероховатость наибольший интерес представляет шлифование [14,15].

Шлифование покрытий вследствие их физико-механических особенностей характеризуется значительным износом абразивного инструмента (АИ) и быстрым его засаливанием [9,20,21,22 и др.]. Трудности при абразивной обработке покрытий обусловлены тем, что большинство частиц в их составе имеют твердость, выше твердости зерна шлифовальных кругов (ШК), а поэтому они не скалываются, а вырываются из покрытия [1,9,13,14 и др.]. На режущих кромках формируются площадки износа с одновременным образованием

адгезионных налипов и забиванием продуктами шлифования пор на рабочей поверхности АИ [13,16,23].

Под воздействием приведённых факторов происходит повышенный износ ШК и интенсивное его засаливание, вследствие чего АИ утрачивает работоспособность.

К другим трудностям, встречающимся при абразивной обработке покрытий на никелевой основе можно отнести отсутствие сопутствующих искр, интенсивное тепловыделение и деформация поверхностного слоя [16]. В открытые поры покрытия проникают частицы абразивных зёрен, что при последующей эксплуатации деталей может привести к шаржированию сопрягаемой поверхности [13].

Многими исследователями установлено, что режущая способность АИ по причине их засаливания снижается с увеличением пластичности обрабатываемой заготовки. Пластичность сталей повышают при их легировании хромом, титаном молибденом, а также никелем. Характеристиками пластичности являются такие показатели как относительные удлинение  $\delta$  и сужение  $\psi$  образцов, а также число оборотов  $n$  при скручивании до разрушения [24].

Значения приведённых характеристик для сталей подробно представлены в технической литературе. Данные по пластичности для покрытий на никелевой основе в справочной литературе нами не обнаружены. Однако испытания таких покрытий на сжатие показали [14,25], что характер разрушения выглядел как пластичный. Поэтому покрытия на никелевой основе также следует считать пластичными.

В связи с этим рассмотрим «узкие места», встречающиеся при абразивной обработке заготовок из пластичных сталей.

Главная проблема при шлифовании пластичных сталей и сплавов это интенсивное засаливание ШК [25]. Поэтому рассмотрим возможные пути решения именно этого негативного явления.

Засаливание АИ начинается с налипания частиц материала заготовки на АЗ [26]. Однако однозначного мнения по поводу механизма засаливания и типа образовавшегося соединения между контактирующими телами не существует. Одни авторы явление налипания объясняют молекулярным притяжением [27], другие - диффузионным взаимодействием [28], третьи - ковалентным межатомным взаимодействием [29]. Многие исследователи [26,27,29,30] считают, что засаливание АИ при обработке химически активных пластичных материалов это результат химических реакций в контакте «заготовка-абразивное зерно».

В работе [27] утверждается, что вначале налипы металла проникают во впадины субмикрорельефа на поверхностях АЗ, сформированного в результате их скалывания при правке кругов или во время шлифования. При последующих контактах зерна с заготовкой адгезионные налипы разрастаются и возникает адгезия металла заготовки к металлу, ранее налипшему на зерна; в результате налипы могут наслаиваться по всей рабочей поверхности ШК.

Исследованиями [25,26] показано, что при дальнейших контактах происходит сдвиг налипков с рабочей поверхности зерен в сторону пространства между зернами и в поры круга (рисунок 2). Налипы периодически срываются с поверхности АЗ, а затем формируются заново.

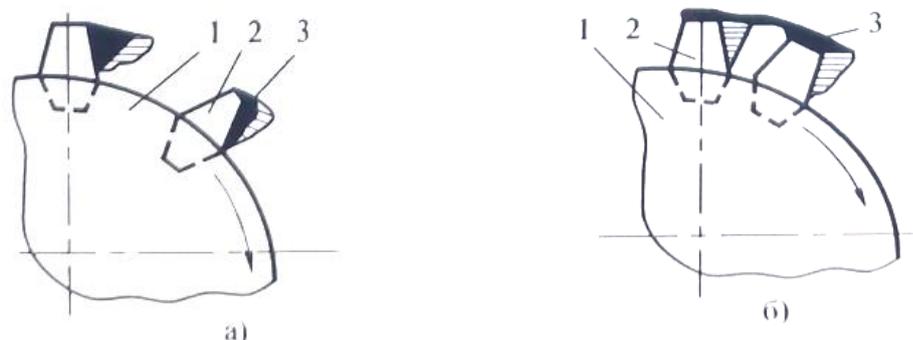


Рисунок 2 - Схема налипания металла на АЗ: а - налипсы на отдельных зёрнах; б - налипсы, перекрывающие несколько зёрен [27]: 1- шлифовальный круг; 2 – абразивное зерно; 3 – налип металла.

Засаливание может привести к потере режущей способности еще не затупленные зерна. Эта способность восстанавливается в результате правки кругов.

Один из эффективных путей уменьшения износа и засаливания ШК это химическая активация смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) с включением в ее состав присадок с непрочными внутримолекулярными связями, например, йода [31]. При попадании присадок на ювенильную поверхность металла возникают химические реакции, вследствие чего формируется тонкая плёнка продуктов взаимодействия [32]. Эта пленка блокирует непосредственный контакт АИ и обрабатываемого металла и тем самым воспрепятствует их адгезионному взаимодействию.

Проведённые нами испытания некоторых экспериментальных составов СОЖ [33] с химически активными присадками при шлифовании плазменно-напылённых покрытий на никелевой основе, показали, что указанная среда обеспечивает существенно лучшие технико-экономические показатели по сравнению с серийными СОЖ. Это подтверждает способность химически активных присадок эффективно воздействовать на снижение износа и засаливания ШК при обработке покрытий восстанавливаемых валов.

Проведенный анализ физико-механических свойств покрытий на никелевой основе, а также данных по обрабатываемости этих покрытий различными методами дают основание сделать следующие выводы:

1. Покрытия на никелевой основе, получаемые газотермическим напылением являются труднообрабатываемыми. Это связано со спецификой формирования покрытия и особенностями его структуры и свойств (структурная неоднородность, шлаки и твёрдые включения, значительные окисные слои, пористость и т.д.).

2. Выполненный анализ возможностей электрических методов обработки показал, что эти методы не могут быть приняты в качестве эффективных методов обработки покрытий валов из-за высокой энергоёмкости процесса (при электрохимической обработке) и получения грубой шероховатости поверхности (при электроконтактной обработке).

3. Обработка точением также не может быть принята в качестве рационального метода обработки покрытий восстановленных валов из-за небольших периодов стойкости резцов из существующих режущих материалов.

4. Наиболее приемлемым методом обработки покрытий, требующих высокой точности и низкой шероховатости является шлифование. Для совершенствования процесса шлифования покрытий требуется научно обоснованный выбор абразивного материала кругов, назначения оптимальных режимов резания и эффективных составов СОЖ.

5. В процессе шлифования покрытий на никелевой основе на первый план выступают химические реакции, а поэтому исследование концентрации химических элементов на рабочей поверхности абразивного острья, также имеет важное значение.

6. Уменьшение теплосиловой напряжённости шлифования путём формирования на контактирующих поверхностях экранирующих плёнок является радикальным средством снижения засаливания ШК, повышения и стабилизации их режущей способности. Формирование таких плёнок во многом определяется составом СОЖ.

В свете вышеизложенного цель настоящего исследования состояла в совершенствовании технологии размерной обработки микропористых покрытий восстанавливаемых валов сельскохозяйственной техники определением наиболее износостойких и инертных абразивных материалов, рациональных режимов резания и эффективной СОЖ.

Достижение поставленной цели было связано с решением следующих задач:

1. Обосновать теоретически и подтвердить экспериментально возможность повышения показателей процесса шлифования микропористых покрытий на никелевой основе при восстановлении валов сельскохозяйственной техники.

2. Определить основные закономерности технологии абразивной обработки микропористых покрытий восстановленных валов и на их основе установить рациональную характеристику круга по комплексу показателей шлифования.

3. Обосновать рациональные режимы процесса абразивной обработки микропористых покрытий посадочных шеек валов и состав СОЖ, обеспечивающих высокую точность их геометрической формы и низкую шероховатость и исследовать износостойкость восстановленных валов в лабораторных и производственных условиях.

4. Произвести производственную проверку результатов исследований и оценить экономическую эффективность от внедрения новой технологии в производство.

### Список литературы

1. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. 2-е изд., доп. и перераб. / В.И. Черноиванов, В.П. Лялякин – М.: ГОСНИТИ, 2003. – 488 с.
2. Лялякин В.П. Вторая жизнь изношенных деталей / В.П. Лялякин // Механиз. и электриф. с/х. – 1992. – №7-8. – с. 36-37.
3. Лялякин В.П. Восстановление деталей – важное направление импортозамещения при эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.П. Лялякин // Труды ГОСНИТИ, 2015 - №119. - с. 183-192.
4. Соловьёв Б.М. Упрочнение и восстановление поверхностей с применением концентрированных источников нагрева//Механиз. и электриф. с/х, 1990, №1. с. 47-50.
5. Потапов Г.К., Гусев Ю.А., Мамлеев Ч.М. Восстановление чугунных деталей газопламенным напылением//Техника в с/х, 1981, №12. с. 51.
6. Конаков В.В., Лапшин И.А. Усталостная прочность восстанавливаемых чугунных коленчатых валов семейства ЗМЗ//Новые методы ремонта и восстановления деталей с/х машин. Междунар. науч. - техн. конф. (Саранск, 2001). Саранск: Изд-во Мордовского гос. университета, 2001. с. 123-127.
7. Литовченко Н.Н. Восстановление деталей машин электродуговой металлизацией / Н.Н. Литовченко, В.И. Денисов, П.А. Воробьев, М.Ю. Юсим // Техника в с/х. – 2008. – №2. – с. 28-32.
8. Татаринцев М.И., Сидашенко А.И., Гаркуша И.Д. Восстановление деталей газопорошковой наплавкой// Механиз. и электриф. с/х. – 1991. – №2. – с. 47-48.
9. Батищев А.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев, В.П. Лялякин. – М.: Информагротех, 1995. – 296 с.
10. Соловьёв Б.М., Петрова И.П. Контроль качества восстановленных шеек чугунных коленчатых валов // Механиз. и электриф. с/х, 1990, №9. с. 45-47.
11. Соловьёв Б.М. Оборудование для восстановления деталей газопламенным напылением порошковых материалов // Механиз. и электриф. с/х, 1991, №4. с. 51-53.
12. Кононогов А.М., Голубев И.Г. Новые способы восстановления деталей//Техника в с/х, 1987, №12. с. 40-41.
13. Пиманов Г.П. Прогрессивная технология газотермического нанесения порошковых покрытий при ремонте машин агропромышленного комплекса / Г.П. Пиманов, В.А. Ульянов. – М.: Машиностроение, 1987. – 48 с.
14. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
15. Неклюдов В.И. Выбор режущего инструмента и режимов при точении и шлифовании покрытия ПН85Ю15 // Трение, износ, смазка. Том 5, №4, 2003. с. 65-69.
16. Ульянов В.А., Пиманов Г.П. Рекомендации по восстановлению деталей газопламенным напылением. М.: ГОСНИТИ, 1988. - 47 с.

17. Артамонов А.Я. Износ резцов при обработке пористых материалов / А.Я. Артамонов, В.И. Кононенко // Порошковая металлургия, 1967. – №4. – С. 78-86.
18. Николаев В.А. Тонкое точение спечённых материалов / В.А. Николаев – М.: Машиностроение, 1979. – 64 с.
19. Артамонов А.Я. Влияние окисления пористых металлокерамических материалов на стойкость режущих инструментов / А.Я. Артамонов, В.И. Кононенко, А.И. Чирков // Физико-химическая механика материалов, 1968. – №11. – С. 66-68.
20. Литовченко Н.Н. Восстановление шеек коленчатых валов электродуговой металлизацией / Н.Н. Литовченко, С.Б. Климов, В.Г. Михайлов, В.П. Холопов // Техника в с/х. – 1986. – №10. – с.46-47.
21. Ящерицын П.И. Совершенствование процесса шлифования износостойких покрытий / П.И. Ящерицын, С.Н. Казаков, С.И. Миткевич, А.И. Белицкая // Межвуз. сб. науч. тр. «Алмазная и абразивная обработка деталей машин и инструмента»: Выпуск 14. – Пенза: ПензПИ, 1986. – С.3-8.
22. Сире Ю. С. Обрабатываемость наплавов и покрытий алмазными кругами при торцовом и круглом шлифовании // Прогрессивные процессы шлифования, инструменты и его рациональная эксплуатация: Тез. докл. Всес. науч.-техн. конф., Ереван, 14-16 окт., 1986. М.: 1986. С. 124-127.
23. Афанасенко Н.Ф., Соболевский Е.В. Опыт восстановления деталей газотермическим напылением// Техника в с/х, 1986, №11. С. 42-43.
24. Худобин Л.В. Минимизация засаливания шлифовальных кругов / Л.В. Худобин, А.Н. Унянин: под ред. Л.В. Худобина. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 298 с.
25. Саютин Г.И. Шлифование деталей из сплавов на основе титана / Г.И. Саютин, В.А. Носенко. – М.: Машиностроение, 1987. – 80 с.
26. Бокучава Г.В. Трибология процесса шлифования / Бокучава Г.В. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1984. – 238 с.
27. Худобин Л.В. О механизме формирования и разрушения узлов схватывания металла с абразивными зёрнами / Л.В. Худобин, Ю.В. Полянсков // Физико-химическая механика материалов 1973. – №3. – том 9. – С. 70-75.
28. Саютин Г.И. Выбор шлифовальных кругов / Г.И. Саютин. – М.: Машиностроение, 1976. – 64 с.
29. Правиков Ю.М. К вопросу о выборе абразивных кругов для шлифования алюминиевых сплавов / Ю.М. Правиков // Межвуз. сб. науч. трудов «Обработка высокопрочных сталей и сплавов инструментами из сверхтвёрдых синтетических материалов». – Куйбышев: КПТИ, 1978. – выпуск 1. – С.85-91.
30. Носенко В.А. Шлифование адгезионно-активных металлов / В.А. Носенко. – М.: Машиностроение, 2000. – 262 с.
31. Латышев В.Н. Повышение эффективности СОЖ. – М.: Машиностроение, 1985. – 65 с.

32. Ящерицын П.И. Химические явления в процессе шлифования / П.И. Ящерицын, А.К. Цокур, А.М. Драевский // Вестник АН БССР, серия физико-технических наук, 1986. – №2. – С.43-48.

33. Алексеев Н.С., Иванов С.В., Бойко Е.А., Капорин В.А., Мустафаев Р.Ф. Выбор смазочно-охлаждающей жидкости для шлифования плазменных покрытий на никелевой основе // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. Материалы I Всероссийской науч.-техн. конф., 23-25 ноября 2011 г. Рубцовск: РИИ, 2011. С. 168-170.

**УДК539.121.**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВАЛКОВОГО СПОСОБА НАНЕСЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА НА МЕТАЛЛИЧЕСКУЮ ПОЛОСУ**

**Д.Д. Ветлужских**

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Т.О. Сошина

*Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Лысьва*

**Аннотация.** Разработано техническое решение по усовершенствованию валкового способа нанесения покрытия на металлическую полосу. Нанесение полимерного материала на лицевую и обратную сторону полосы производится при помощи трехвалковых головок на валковой машине. Решение позволяет добиться усреднения температурных показателей эмали, уменьшает в ней содержание пузырьков воздуха, способствует осаждению твердых включений покрытия и снижает процент брака продукции.

**Ключевые слова:** лакокрасочные покрытия, валковый способ, дефекты поверхности, полимерные покрытия, техническое решение.

## **STUDY OF ROLL METHOD OF APPLYING POLYMER MATERIAL ON METAL STRIP**

**D.D. Vetluzhskikh**

Scientific adviser, Candidate of Engineering Sciences,

Associate Professor T.O. Soshina

*Lysva branch of the Perm National Research Polytechnic University, Lysva*

**Annotation.** A technical solution has been developed to improve the roll method of coating a metal strip. The application of polymer material to the front and back side of the strip is carried out using three-roll heads on a roller machine. The solution allows you to achieve averaging of the temperature indicators of the enamel, reduces the content of air bubbles in it, promotes the deposition of solid inclusions of the coating and reduces the percentage of product rejects.

**Keywords:** paint and varnish coatings, roller method, surface defects, polymer coatings, technical solution.

### **Введение**

Полимерные лакокрасочные покрытия получили широкое применение в промышленности, применяются для защиты металла и других материалов от коррозии и придают им эстетичный внешний вид в течение длительного срока эксплуатации. Нанесение лакокрасочных покрытий на металлическую полосу включает подготовку поверхности изделия и нанесение полимерного материала и его отверждение.

На предприятии ООО «ММК-ЛМЗ» эксплуатируются линии электролитического оцинкования металлической полосы с последующей окраской полимерным материалом валковым способом. Целью исследования являлось усовершенствование валкового способа нанесения полимерных материалов на металлическую полосу, который бы снизил отсортировку холоднокатаного окрашенного металла по дефектам поверхности.

### Результаты и обсуждение

Нанесение полимерного покрытия на полосу осуществлялось валковой машиной с двухвалковыми головками. Валковые головки (работающие независимо друг от друга, для нанесения покрытия на лицевую и обратную сторону) состоят из двух валков: наносящего и погружного (рис. 1). Наносящие валки полиуретановые, погружные – металлические. Валки имеют индивидуальный привод (можно производить регулирование скоростей вращения валков и менять направления их вращения). Движение валков может быть реверсным и синхронным. При реверсном способе вращение наносящего валка происходит в обратном направлении относительно хода движущейся полосы, а при синхронном способе наоборот.

В процессе нанесения перемешанный лакокрасочный материал подается из бочки с помощью насоса в ванну валковой машины, затем погружной валок, вращаясь, переносит из ванночки при соприкосновении с наносящим валком полимерный материал на движущуюся полосу. Регулировка требуемой толщины покрытия производится за счет изменения величины зазора между погружным и наносящим валками и подналадкой окружных скоростей вращения этих валков.

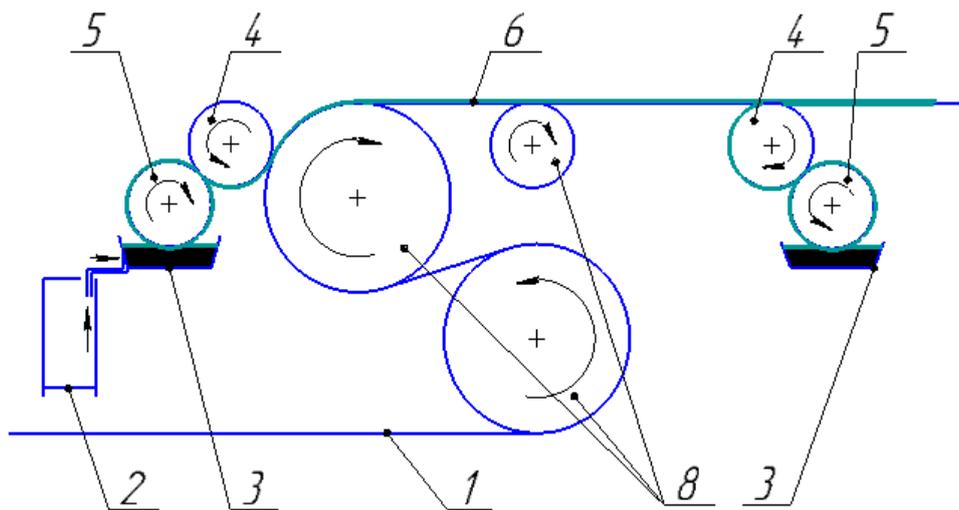


Рис. 1. Валковая машина с двухвалковыми головками: 1 – металлическая полоса; 2 – бочка с полимерным материалом; 3 – ванна с полимерным материалом; 4 – наносящий валок; 5 – погружной валок; 6 – полимерное покрытие; 8 – опорные ролики.

При производстве продукции электролитически оцинкованного проката с

полимерным покрытием нанесение полимерных материалов на лицевую и обратную сторону полосы производилось при помощи двухвалковых головок на валковой машине.

Выявлены следующие недостатки способа:

1. Отсутствие процесса стабилизации и выравнивания температурных показателей лакокрасочного покрытия в процессе нанесения. Вследствие этого, каждая порция эмали имеет отличные показатели температуры от показателей предшествующей порции эмали. Появлялись дефекты в виде разнооттеночности лакокрасочного покрытия на готовой продукции.

2. Недостаточная фильтрация твердых частиц, содержащихся в эмали приводила к их налипанию на поверхности роликов и переносу на полосу. Наблюдались дефекты лакокрасочного покрытия "рисунок от валков", "отпечаток", "механические повреждения покрытия".

3. Образование пузырьков воздуха после перемешивания эмали мешалками и во время ее подачи насосом. Присутствующие пузырьки попадая на поверхность валков формировали локальное утонение полимерной пленки, приводило к формированию дефектов покрытия: "воздушные пузырьки", "непрокрас", "шагрень".

Для устранения этих недостатков разработано техническое решение, позволяющее снизить дефектность выпускаемой продукции. Для этого нанесение полимерного материала на лицевую и обратную сторону полосы произведено при помощи трехвалковых головок на валковой машине, что привело к быстрой и точной настройке требуемой толщины покрытия за счет обособленного расположения калибрующего вала.

Валковые головки в этом случае состоят из трех валков: наносящего, калибрующего и погружного. Наносящие валки полиуретановые, погружные, калибровочные – металлические. Валки имеют индивидуальный привод (можно производить регулирование скоростей вращения валков и менять направления их вращения). Перемешанный лакокрасочный материал подается из бочки с помощью насоса в ванну валковой машины, затем погружной валок, вращаясь, переносит из ванночки при соприкосновении с калибровочным валком полимерный материал на наносящий валок, потом на движущуюся полосу. Регулировка требуемой толщины покрытия производится за счет изменения величины зазора между погружным и калибровочным валками и подналадкой вращения окружных скоростей этих валков. Измерение толщины мокрого слоя производится на наносящем валке с помощью колеса Эриксона.

Подача лакокрасочного материала в ванночку валковой машины осуществляется из специальной емкости, в которой происходит усреднение температурных показателей эмали, устранение пузырьков лакокрасочного материала и осаждение твердых включений покрытия (рис.2).

Техническое решение подачи краски, циркуляция и перемешивание эмали непосредственно в красочной ванночке улучшаются. При подаче полимерного материала происходит отделение эмали от воздушных пузырьков, образовавшихся в процессе перемешивания лопастной мешалкой, однако

предварительное отделение полимерного материала от воздушных пузырьков, полученных в процессе перекачки в ванночку машины техническим решением не предусмотрено. Наблюдалось снижение количества твердых включений и улучшение качества эмали.

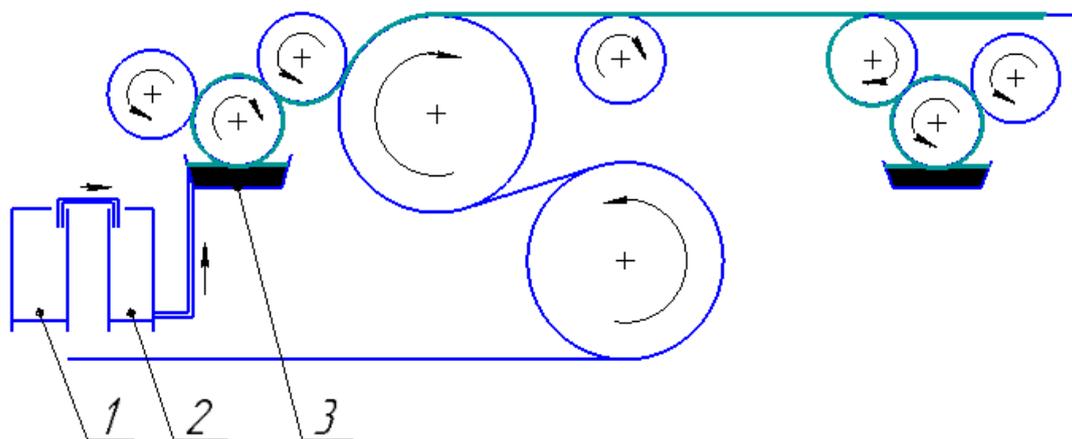


Рис.2. Техническое решение нанесения полимерного покрытия на металлическую полосу: 1 – бочка с полимерным материалом; 2 – отстойник; 3 - ванна с полимерным материалом.

### Заключение

Предложенное техническое решение привело к улучшению технико-экономических показателей готовой продукции, уменьшению дефектности покрытия и снижению процента брака металла с полимерным покрытием. Однако, исследованное техническое решение не позволяет реализовать в полном объеме осаждение твердых включений покрытий за счет движения материала вследствие перекачки. Усовершенствование технического решения предусматривает включение также фильтрации лакокрасочных материалов.

### Список литературы

1. Пат. 2637914 РФ, МПК В05D 1/28. Способ нанесения лакокрасочного покрытия [текст] / А.Ю.Прокопенко, К.В. Притыкин, С.А.Денисов. Оpubл. 07.12.2017. Бюл. № 34.
2. Защитные покрытия: учеб. пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
3. Защитные лакокрасочные покрытия / А.Г.Ракоч. – М.: Изд-во МИСиС, 2014. – 69 с.
4. Многофункциональные лакокрасочные покрытия: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Москва, 6 дек. 2018 г.), [Электронный источник] / ФГУП «ВИАМ». – М.: ВИАМ, 2018. – 175 с.

5. ГОСТР 54301-2011 «Прокат тонколистовой холоднокатаный электролитически оцинкованный с полимерным покрытием с непрерывных линий» [Электронный источник] / <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808452.pdf> (дата обращения 27.10.2021).

6. Полимерные покрытия полосового проката / К.К.Полякова, Ю.Г. Зельцер, М.: Металлургия, 1971. - 121 с.

7. Современный цех холодной прокатки углеродистых сталей / И.В.Франценюк, Ю.Д.Железнов, Л.А.Кузнецов и др. М.: Металлургия, 1984.

**УДК 66.045.01**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООТДАЧИ В КАНАЛЕ  
КОЛЬЦЕВОГО СЕЧЕНИЯ ГРЕЮЩЕЙ РУБАШКИ  
ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ**

В.В. Гриценко, М.А. Павлов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В статье представлен вывод обобщенного критериального уравнения, описывающего процесс теплоотдачи в канале греющей рубашки теплообменного аппарата кольцевого сечения, от ядра потока горячего теплоносителя к внутренней стенке рубашки, в условиях турбулизации потока пузырьками воздуха.

**Ключевые слова:** теплообменный аппарат, теплоотдача, горячий теплоноситель, водно-воздушная смесь, метод анализа размерностей, теория подобия, критериальное уравнение.

**STUDY OF THE HEAT TRANSFER PROCESS IN THE ANNULAR  
CROSS-SECTION CHANNEL OF THE HEATING SHIRT OF THE HEAT  
EXCHANGER BY THE METHODS OF SIMILARITY THEORY**

V.V. Gritsenko, M.A. Pavlov

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of FGBOU VO Altai State Technical  
University named after I.I. Polzunov "*

**Annotation.** The article presents the derivation of a generalized criterion equation describing the process of heat transfer in the channel of the heating shirt of a heat exchanger of annular cross-section, from the core of the flow of the hot coolant to the inner wall of the shirt, under conditions of turbulization of the flow with air bubbles.

**Keywords:** heat exchanger, heat transfer, hot coolant, water-air mixture, dimensional analysis method, similarity theory, criterion equation.

**Введение.** В конструкциях многих современных теплообменных аппаратов для обогрева поверхности теплообмена широко применяются греющие рубашки, конструктивно представляющие собой, в общем случае, две концентрически ориентированные трубы большего и меньшего диаметров, в межтрубном пространстве которых прокачивается горячий теплоноситель (чаще всего вода или пар), отдающий накопленную в нем тепловую энергию нагреваемой поверхности. Такая организация процесса теплообмена, по мнению многих авторов, достаточно эффективна, не требует каких – либо

значительных материальных затрат и известна достаточно давно [1, 2, 3, 4]. Но, постоянно растущие требования к снижению энергозатратности производств и повышению эффективности работы теплообменных аппаратов, обосновывают актуальность исследований по совершенствованию аппаратного оформления теплообменных процессов в машиностроении. В этом плане наиболее перспективным представляется способ повышения коэффициента теплоотдачи в греющей рубашке за счет турбулизации потока горячего теплоносителя пузырьками воздуха, инжектируемого в поток. Эффект увеличения значения коэффициента теплоотдачи, в этом случае, достигается за счет разрушения пузырьками воздуха пограничного слоя на поверхности теплообмена, этот слой имеет наибольшее термическое сопротивление. Вышеуказанный способ известен давно [1, 2, 5], но его широкому внедрению препятствует отсутствие инженерного метода расчета параметров теплообменного процесса, организованного по нему.

В плане разработки необходимого для расчетов математического аппарата получить аналитически решения задачи теплообмена в греющей рубашке, обогреваемой газожидкостной смесью, не представляется возможным (ввиду сложности процесса), поэтому кажется целесообразным применить один из методов теории подобия, а именно метод анализа размерностей [4, 6, 7], позволяющий получить критериальное уравнение в общем виде, описывающее данный процесс.

**Методика расчета.** При изучении теплообменных процессов за основную искомую величину очень часто принимается величина теплового потока  $q_w$ , протекающего через поверхность теплообмена в греющей рубашке аппарата, которая является функцией независимых между собой физических величин, таких как:

1) геометрические размеры конструктивных элементов аппарата, определяющие параметры поверхности теплопередачи, а именно:  $h$  – высота, м;  $d_1$  – внешний диаметр внутренней трубы греющей рубашки теплообменного аппарата, м;

2) параметры, определяющие условия инъекции газа в поток жидкости и течения газожидкостной смеси в рубашке:  $d_э$  – эквивалентный диаметр канала кольцевого сечения рубашки, м;  $\Delta p$  – перепад давления в системе подачи теплоносителя, Па;  $U$  – скорость газожидкостного потока, м/с;  $V_B$  – объемный секундный расход жидкости (например воды), м<sup>3</sup>/с;  $V_{ВОЗД}$  – объемный секундный расход воздуха, инжектируемого в поток, м<sup>3</sup>/с;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

3) физикохимические и теплофизические характеристики газожидкостного теплоносителя, влияющие на эффективность процесса теплоотдачи:  $\rho_B$  – плотность жидкого компонента газожидкостной смеси, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu_B$  – вязкость (динамическая) жидкого компонента газожидкостной смеси, Па·с;  $\sigma_B$  – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, Н/м;  $C_B$  – коэффициент теплоемкости жидкости, Дж/(кг·К),  $\lambda_B$  – коэффициент теплопроводности жидкости, Вт/(м·К);  $\rho_{ВОЗД}$  – плотность газа (ориентировочно воздуха), кг/м<sup>3</sup>;

$\mu_{\text{ВОЗД}}$  – коэффициент динамической вязкости газа, Па·с;  $C_{\text{ВОЗД}}$  – коэффициент теплоемкости газа, Дж/(кг·К),  $\lambda_{\text{ВОЗД}}$  – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м·К);

4) движущая сила процесса теплоотдачи в греющей рубашке аппарата:  $\Delta t$  – средняя разность температур в центре газожидкостного потока и на поверхности теплообмена, °С.

Согласно положениям теоремы Бэкингема (так называемой  $\pi$  – теоремы) [4, 6, 7], количество критериев подобия, входящих в искомое критериальное уравнение определяется как разница между количеством переменных физических величин ( $n$ ), оказывающих весомое влияние на исследуемый процесс и количеством первичных единиц измерения ( $m$ ), использованных при составлении этих физических величин ( $n - m$ ).

На основании изложенного ранее, можно сказать, что в функциональную зависимость, описывающую процесс теплоотдачи в греющей рубашке теплообменного аппарата входят 19 физических величин ( $n = 19$ ) и в неявном виде она может быть представлена как:

$$q_w = f(h, d_1, d_3, \Delta p, U, V_B, V_{\text{ВОЗД}}, g, \rho_B, \mu_B, \sigma_B, C_B, \lambda_B, \rho_{\text{ВОЗД}}, \mu_{\text{ВОЗД}}, C_{\text{ВОЗД}}, \lambda_{\text{ВОЗД}}, \Delta t). \quad (1)$$

В приведенную зависимость (1) входят 19 величин ( $n = 19$ ), которые в системе СИ имеют шесть ( $m = 6$ ) первичных единиц измерения: длина –  $L$ , время –  $T$ , температура –  $\theta$ , теплота  $Q$  и, с учетом двойственного характера влияния, массы –  $M_\mu$  и  $M_i$ .

Здесь, число первичных единиц измерения увеличено за счет введения независимой размерности для теплоты –  $Q$ , (что допустимо при малом влиянии вязкой диссипации энергии) и учета двойственного характера влияния массы – как меры количества вещества –  $M_\mu$  и как меры инерции частиц жидкости, турбулизированной пузырьками воздуха –  $M_i$ .

Таким образом, искомое критериальное уравнение должно содержать  $n - m = 19 - 6 = 13$  критериев подобия или безразмерных комплексов.

В таблице 1 приведены размерности величин, определяющих изучаемый процесс.

Представим общую функциональную зависимость (1) в виде степенного многочлена:

$$\pi = q_w^a \cdot h^b \cdot d_1^c \cdot d_3^z \cdot \Delta p^d \cdot U^e \cdot V_B^{\text{жк}} \cdot V_{\text{ВОЗД}}^c \cdot g^u \cdot \rho_B^k \cdot \mu_B^l \cdot \sigma_B^m \cdot C_B^n \cdot \lambda_B^x \cdot \rho_{\text{ВОЗД}}^n \cdot \mu_{\text{ВОЗД}}^c \cdot C_{\text{ВОЗД}}^m \cdot \lambda_{\text{ВОЗД}}^y \cdot \Delta t^{\phi}$$

Условием безразмерности всего выражения в целом является равенство нулю суммы показателей степени при каждом из символов первичных единиц измерения.

По числу первичных единиц измерения ( $m = 6$ ) получим шесть уравнений для определения девятнадцати ( $n = 19$ ) показателей степени:

$$L: \quad -2a + b + v + z - d + e + 3ж + 3ц + u - 3к - л - x - 3п - с - y = 0;$$

$$\begin{aligned}
M_\mu: & \quad \delta + \kappa - n + n - m = 0; \\
M_i: & \quad l + m + c = 0; \\
T: & \quad -a - 2\delta - e - \text{ж} - \zeta - 2u - l - 2m - x - c - y = 0; \\
Q: & \quad a + n + x + m + y = 0; \\
\theta: & \quad -n - x - m - y + \phi = 0.
\end{aligned}$$

Таблица 1

Размерность величин, определяющих процесс теплоотдачи в греющей рубашке теплообменного аппарата

Величина	Единицы величин в системе Си	Единицы первичных величин
$q_w$	Вт/м <sup>2</sup> = Дж/(с·м <sup>2</sup> )	$Q \cdot T^{-1} \cdot L^{-2}$
$h$	м	$L$
$d_1$	м	$L$
$d_2$	м	$L$
$\Delta p$	Па = Н/м <sup>2</sup> = кг/(м·с <sup>2</sup> )	$M_\mu \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$
$U$	м/с	$L \cdot T^{-1}$
$V_B$	м <sup>3</sup> /с	$L^3 \cdot T^{-1}$
$V_{\text{ВОЗД}}$	м <sup>3</sup> /с	$L^3 \cdot T^{-1}$
$g$	м/с <sup>2</sup>	$L \cdot T^{-2}$
$\rho_B$	кг/м <sup>3</sup>	$M_\mu \cdot L^{-3}$
$\mu_B$	Па·с = Н·с/м <sup>2</sup> = кг/(с·м)	$M_i \cdot T^{-1} \cdot L^{-1}$
$\sigma_B$	Н/м = кг/с <sup>2</sup>	$M_i \cdot T^{-2}$
$C_B$	Дж/(кг·К)	$Q \cdot M_\mu^{-1} \cdot \theta^{-1}$
$\lambda_B$	Вт/(м·К) = Дж/(с·м·К)	$Q \cdot T^{-1} \cdot L^{-1} \cdot \theta^1$
$\rho_{\text{ВОЗД}}$	кг/м <sup>3</sup>	$M_\mu \cdot L^{-3}$
$\mu_{\text{ВОЗД}}$	Па·с = Н·с/м <sup>2</sup> = кг/(с·м)	$M_i \cdot T^{-1} \cdot L^{-1}$
$C_{\text{ВОЗД}}$	Дж/(кг·К)	$Q \cdot M_\mu^{-1} \cdot \theta^{-1}$
$\lambda_{\text{ВОЗД}}$	Вт/(м·К) = Дж/(с·м·К)	$Q \cdot T^{-1} \cdot L^{-1} \cdot \theta^1$
$\Delta t$	°С	$\theta$

Из данных девятнадцати показателей степени тринадцать принимаем независимыми:  $a, b, v, \delta, \text{ж}, \zeta, u, \kappa, m, n, c, t, y$ , а остальные шесть показателей ( $l, x, \phi, n, e, z$ ) с помощью простых арифметических преобразований определяются через них.

$$\begin{aligned}
l &= -m - c; \\
x &= -a - \delta - \kappa - n - y; \\
\phi &= -a; \\
n &= \delta + \kappa + n - m; \\
e &= -\delta - \text{ж} - \zeta - 2u - m + \kappa + n; \\
z &= a - b - v + \delta - 2\text{ж} - 2\zeta + u + \kappa + n.
\end{aligned}$$

Вернувшись к исходным величинам, получим безразмерную переменную следующего вида:

$$\pi = q_w^a \cdot h^b \cdot d_1^c \cdot d_2^{\delta - b - v + \delta - 2\text{ж} - 2\zeta + u + \kappa + n} \cdot \Delta p^\delta \cdot U^{-\delta - \text{ж} - \zeta - 2u - m + \kappa + n} \cdot V_B^{\text{ж}} \cdot V_{\text{ВОЗД}}^u \cdot g^u \cdot \rho_B^\kappa \times \\
\times \mu_B^{-m - c} \cdot \sigma_B^m \cdot C_B^{\delta + \kappa + n - m} \cdot \lambda_B^{-a - \delta - \kappa - n - y} \cdot \rho_{\text{ВОЗД}}^n \cdot \mu_{\text{ВОЗД}}^c \cdot C_{\text{ВОЗД}}^m \cdot \lambda_{\text{ВОЗД}}^y \cdot \Delta t^{-a}.$$

Сгруппировав величины с одинаковыми показателями степеней, получим:

$$\pi = \left( \frac{q_w \cdot d_{\text{э}}}{\lambda_B \cdot \Delta t} \right)^a \cdot \left( \frac{h}{d_{\text{э}}} \right)^b \cdot \left( \frac{d_1}{d_{\text{э}}} \right)^c \cdot \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot \Delta p \cdot C_B}{U \cdot \lambda_B} \right)^d \cdot \left( \frac{V_B}{d_{\text{э}}^2 \cdot U} \right)^{\text{жк}} \cdot \left( \frac{V_{\text{ВОЗД}}}{d_{\text{э}}^2 \cdot U} \right)^u \times$$

$$\times \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot g}{U^2} \right)^u \cdot \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot U \cdot \rho_B \cdot C_B}{\lambda_B} \right)^k \cdot \left( \frac{\sigma_B}{U \cdot \mu_B} \right)^m \cdot \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot U \cdot \rho_{\text{ВОЗД}} \cdot C_B}{\lambda_B} \right)^n \cdot \left( \frac{\mu_{\text{ВОЗД}}}{\mu_B} \right)^c \times$$

$$\times \left( \frac{C_{\text{ВОЗД}}}{C_B} \right)^m \cdot \left( \frac{\lambda_{\text{ВОЗД}}}{\lambda_B} \right)^y. \quad (2)$$

Каждый из показателей степени принадлежит некоему безразмерному комплексу  $\pi_i$ .

Таких безразмерных комплексов, в нашем случае, имеется тринадцать:

$$\pi_1 = \left( \frac{q_w \cdot d_{\text{э}}}{\lambda_B \cdot \Delta t} \right); \pi_2 = \left( \frac{h}{d_{\text{э}}} \right); \pi_3 = \left( \frac{d_1}{d_{\text{э}}} \right); \pi_4 = \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot \Delta p \cdot C_B}{U \cdot \lambda_B} \right); \pi_5 = \left( \frac{V_B}{d_{\text{э}}^2 \cdot U} \right); \pi_6 = \left( \frac{V_{\text{ВОЗД}}}{d_{\text{э}}^2 \cdot U} \right);$$

$$\pi_7 = \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot g}{U^2} \right); \pi_8 = \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot U \cdot \rho_B \cdot C_B}{\lambda_B} \right); \pi_9 = \left( \frac{\sigma_B}{U \cdot \mu_B} \right); \pi_{10} = \left( \frac{d_{\text{э}} \cdot U \cdot \rho_{\text{ВОЗД}} \cdot C_B}{\lambda_B} \right); \pi_{11} = \left( \frac{\mu_{\text{ВОЗД}}}{\mu_B} \right);$$

$$\pi_{12} = \left( \frac{C_{\text{ВОЗД}}}{C_B} \right); \pi_{13} = \left( \frac{\lambda_{\text{ВОЗД}}}{\lambda_B} \right).$$

При чем, из них только комплекс  $\pi_1$  является определяемым критерием (т.к. в его составе имеется величина  $q_w$ , не входящая в условия однозначности), а остальные – это определяющие критерии, состоящие только из физических величин, входящих в условия однозначности.

Полученную систему безразмерных параметров  $\pi_i$  можно заменить другой системой параметров, являющихся функциями  $\pi_i$ :  $Nu = \pi_1$ ;  $\Gamma = \pi_2$ ;  $D = \pi_3$ ;  $Fr = \pi_7^{-1}$ ;  $Pe_B = \pi_8$ ;  $M = \pi_{11}$ ;  $C = \pi_{12}$ ;  $L = \pi_{13}$ ;  $Pe_{\text{ВОЗД}} = \frac{\pi_{10} \cdot \pi_{12}}{\pi_{13}}$ ;  $\Pi = \frac{\pi_6}{\pi_5}$ ;  $\frac{Re}{We} = \pi_9$ ;  $Eu \cdot Pe_B = \pi_4$ .

Таким образом, обобщенное критериальное уравнение, описывающее процесс теплоотдачи в греющей рубашке теплообменного аппарата, будет иметь следующий вид:

$$Nu = f(Pe_B, Pe_{\text{ВОЗД}}, Re, Fr, We, Eu, \Gamma, D, M, C, L, \Pi). \quad (3)$$

**Обсуждение результатов.** Таким образом, методом анализа размерностей получено критериальное уравнение (3), содержащие в себе следующие безразмерные комплексы:

число Нуссельта –	$Nu = \frac{q_w \cdot d_{\text{э}}}{\lambda \cdot \Delta t};$
число Пекле для воды –	$Pe_B = \frac{d_{\text{э}} \cdot U \cdot \rho_B \cdot C_B}{\lambda_B};$
число Пекле для воздуха –	$Pe_{\text{ВОЗД}} = \frac{d_{\text{э}} \cdot U \cdot \rho_{\text{ВОЗД}} \cdot C_{\text{ВОЗД}}}{\lambda_{\text{ВОЗД}}};$
число Рейнольдса –	$Re = \frac{U \cdot d_{\text{э}} \cdot \rho_B}{\mu_B};$
число Фруда –	$Fr = \frac{U^2}{g \cdot d_{\text{э}}};$

число Вебера –  $We = \frac{\rho_B \cdot U^2 \cdot d_3}{\sigma_B}$ ;

число Эйлера –  $Eu = \frac{\Delta p}{\rho_B U^2}$ ;

симплексы геометрического подобия –  $\Gamma = \left( \frac{h}{d_3} \right)$ ,  $D = \left( \frac{d_1}{d_3} \right)$ ;

параметрические критерии, характеризующие свойства и состав водно-воздушной смеси –  $M = \left( \frac{\mu_{BOO3}}{\mu_B} \right)$ ,  $C = \left( \frac{C_{BOO3}}{C_B} \right)$ ,  $L = \left( \frac{\lambda_{BOO3}}{\lambda_B} \right)$ ,  $\Pi = \left( \frac{V_{BOO3}}{V_B} \right)$ .

**Заключение.** Подводя итог можно сказать, что функция (3), в явном виде, может быть найдена только после проведения математической обработки результатов экспериментальных исследований процесса теплообмена в коаксиальной греющей рубашке теплообменного аппарата.

#### Список литературы

1. Сорокопуд А.Ф. Разработка и совершенствование роторных распылительных аппаратов с целью интенсификации процессов в гетерогенных газожидкостных системах: Дис... докт. техн. наук. - Кемерово, 1998.-529 с.
2. Третьякова Н.Г. Совершенствование технологии производства пищевых продуктов с использованием роторного распылительного испарителя: Дис... канд. техн. наук.– Кемерово, 2002. – 158 с.
3. Гриценко В.В. Совершенствование машинно-аппаратурного оформления процессов производства жидких концентрированных пищевых продуктов с использованием роторного распылительного выпарного аппарата: Монография / В.В. Гриценко / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2014. – 135 с.
4. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев. М.: Колос, 1999. 551 с.
5. Сукомел А.С. Теплообмен и гидравлическое сопротивление при движении газовой смеси в трубах. - М.: Энергия, 1977. - 192 с.
6. Хантли Г. Анализ размерностей. М., 1970. 176с.
7. Chida K., Katto I. Study on conjugate heat transfer by vectorial dimensional analysis. - Int. J. Heat Mass Transfer. – 1976, vol. 23, - №1. Pp. 453-460.

#### УДК 67.03

### РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ БРАКОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ПВХ МАТЕРИАЛОВ ПРОШЕДШИХ ВТОРИЧНУЮ ПЕРЕРАБОТКУ

М.Ю. Корякина

*Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский Национальный Исследовательский Политехнический Университет»*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается переработка изделий из ПВХ во вторсырье, а так же возможность вторичного использования получаемой стружки в

производстве. Предложены решения направленные на снижения процента бракованной продукции получаемой из переработанного материала. Устранены такие дефекты переработки как: посторонние включения, дыры, частицы инородных материалов и прочие. В основу предлагаемых мероприятий заключаются: усиление контроля сортировки бракованной продукции, замена фильтровочной сетки, установка решетчатых магнитов и т.д. на примере производства трубы ПВХ.

**Ключевые слова:** ПВХ, вторичная переработка, бракованная продукция, стружка, металлические включения, экструдер.

## **DEVELOPMENT OF MEASURES TO REDUCE DEFECTIVE PRODUCTS FROM PVC MATERIALS THAT HAVE BEEN RECYCLED**

M.Y. Koryakina

*Lysva Branch of the Perm National Research Polytechnic University*

**Annotation.** This article discusses the recycling of PVC products into recyclable materials, as well as the possibility of recycling the resulting chips in production. Solutions aimed at reducing the percentage of defective products obtained from recycled material are proposed. Such processing defects as: foreign inclusions, holes, particles of foreign materials and others have been eliminated. The proposed measures are based on: strengthening control over the sorting of defective products, replacement of the filter mesh, installation of lattice magnets, etc. on the example of the production of PVC pipe.

**Keywords:** PVC, recycling, defective products, chips, metal inclusions, extruder.

**Введение.** В современном мире широко используются синтетические полимеры, применение которых затрагивает как изготовление упаковки и товаров повседневного пользования, так и многие отрасли промышленности. Однако, вне зависимости от типа изготавливаемых изделий, каждая из отраслей сталкивается с образованием критического уровня дефектов, которые вызывают необходимость списания данной продукции в отход. Одним из самых распространенных полимеров в производстве считается поливинилхлорид (ПВХ) [5-6].

В России переработка и утилизация изделий из ПВХ материалов является низко развитым направлением, что вызвано недостаточным финансированием отрасли [1]. Тяжелая ситуация в регионах с утилизацией отходов ПВХ производства решается путем развития технологий внедрения вторичной переработки и использования ПВХ в качестве вторичного сырья. Таким образом, на малых производствах, ввиду возникновения бракованной продукции в результате первичного изготовления изделий, существует необходимость вторичной переработки [5-7].

В ходе исследования причин возникновения бракованной продукции на одном из предприятий по изготовлению ПВХ изделий для электротехнической промышленности было определено, что из одной тонны первичного сырья выходит в среднем 18% бракованных изделий, которые отправляются на переработку. Так же следует учитывать объем первичного сырья, потребляемого предприятием, который составляет 3 тысячи тонн в год, что свидетельствует о количественной оценке бракованной продукции в объеме 540 тонн в год. Отсутствие собственной линии вторичной переработки

бракованной продукции в рамках малых предприятий, ввиду высокого процента брака, влечет за собой финансовые затраты, которые негативно сказываются на благосостоянии предприятия.

Процесс внедрения линии переработки ПВХ материалов должен учитывать ряд особенностей, возникновение которых определяется свойствами материала и условиями переработки, последние, в свою очередь, могут быть выражены двумя этапами: сортировка и дробление.

На начальном этапе переработки, бракованная продукция попадает на сортировку по таким параметрам как цвет, жесткость и степень загрязненности. В результате сортировки, партии изделий проходят операцию дробления на измельчителе (рис.1.), после чего получаемая стружка может быть использована в качестве вторсырья[5].



Рис.1. Измельчитель пластмасс ИРП-300

Однако при использовании вторсырья для производства электротехнической продукции возникает ряд проблем:

- на готовом изделии наблюдаются посторонние вкрапления, дыры, частицы инородных материалов (рис.2.б);
- производственная линия в ходе работы осуществляет частые остановки из-за скачков массы сырья в экструдере, что вызвано низким качеством подготовительных операций. Так же происходит обрыв тянущей трубы и залипание;
- несоответствие цвета изделий требуемым стандартам;
- при выходе из формы экструдера, изделие имеет глубокие порезы (рис.2.а).



а б

Рис. 2.Пример дефектов

Основная часть. Для устранения вышеуказанных дефектов, предлагается ряд мероприятий, которые включают в себя применение комплексной линии мойки и сушки измельченного ПВХ [2]. Процесс представляет собой сухую чистку, промывку специальными растворами, прохождение ванны отстойника, отжим и сушку. Для удобства работы полученное вторсырье отправляют на грануляцию. Гранула ПВХ сыпуча, не спекается, ее удобно хранить и перевозить [3].

Для повышения качества продукции, первичное ПВХ подвергается смешиванию с вторичным, так удается достигнуть баланса себестоимость-качество.

В ходе анализа применения вторсырья при производстве электротехнических изделий было выявлено, что использование способов мойка, сушка и грануляция не позволяют получить требуемое качество изделий. Данный факт предполагает необходимость применения дополнительного перечня подготовительных операций, следовательно, это влечет за собой финансовые затраты связанные как с применением новых технологий так и с расширением производственных площадей.

Первично, был проведен визуальный контроль типов дефектов. В ходе осмотра получаемого вторсырья были выявлены металлические остатки, которые при повторном использовании сырья являлись основным источником дефектов на получаемых изделиях. На основании анализа в качестве корректирующих мероприятий направленных на повышение качества изделий из переработанного ПВХ, были предложены следующие решения:

1. Усиление контроля сортировки бракованной продукции.

С целью сокращения количества дефектов вызванных металлическими вкраплениями в виде стружки, к основным классификационным параметрам так же был добавлен вид изготавливаемого изделия после переработки, что позволяет сократить трудозатраты на этапе дробления.

2. Ввиду высокого процента брака вызванного наличием вышеуказанных металлических элементов, было принято решение заменить фильтровочную сетку на дробильных машинах на более мелкую, тем самым добились того что получаемая стружка стала иметь более мелкую структуру (рис.3.).



Рис.3. Фильтровочные сетки

3. В бункер производственной линии были установлены решетчатые магниты, задача которых собирать металлические остатки во вторсырье (рис.4.).



Рис.4. Магнитная решетка после эксплуатационного периода

4. Было решено готовую стружку перед использованием смешивать с первичным сырьем в пропорции 1:4 где одна часть стружки, а четыре готовой гранулы. Тем самым было обеспечено формирование наиболее однородной структуры и как следствие повышение показателей свойств материалов.

5. Как следствие пункта номер один корректирующих мероприятий, для работы на вторсырье была выделена отдельная линия с более крупным изготавливаемым размером изделия, с более широким профилем и толстой стенкой конечного продукта. На данном изделии гораздо меньше видны любые дефекты и включения.

В результате использования перечисленных методов было обеспечено улучшение качества выпускаемой продукции из вторсырья. Оно в свою очередь получило применением преимущественно для производства толстостенных жестких труб, на поверхности которых практически не видны дефекты.

В ходе производства процент бракованных изделий из вторсырья снизился с 75% до 12% при первом запуске и менее 2-3% при налаженной работе производственной линии, что является приемлемым результатом.

Также благодаря проведенным мероприятиям удалось выявить экономию при производстве. В качестве показательного примера была рассмотрена одна единица из номенклатуры изготавливаемой продукции, а именно производство трубы ПВХ гладкой жесткой легкой d50мм (длина 3м) серая ДКС 63950 при закупочной оптовой цене 233,44 руб./шт. вес одной трубы 1190 гр.

С тонны первичного сырья по средней закупочной цене 60 рублей за килограмм производится в среднем 840 изделий или 2520 метров гладкой трубы. Отсюда следует, что с тонны исходного материала доход предприятия без вычета налогов и бракованной продукции составляет 135 720руб. Однако, как сказано ранее 18% изделий не проходят контроль, таким образом, компания несет убытки в виде 24 429руб. с тонны материала. Далее бракованная продукция в результате первичного использования, поступала на вторичную

обработку, после которой до модернизации линии процент брака составлял 75%, что говорит о сумме финансовых потерь предприятия в виде 18 322руб. После модернизации линии, процент бракованной продукции после вторичного использования был снижен до 2%, что говорит о финансовых потерях предприятия в виде 489 руб. Также добившись хороших производственных результатов, можно организовать утилизацию излишек вторсырья по оптовой средней цене 45 руб./кг, что обеспечивает дополнительный доход 45000 рублей за тонну.

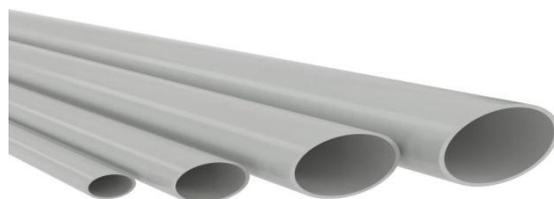


Рис.5. Трубы ПВХ

**Заключение.** В результате проведенных исследований были разработаны мероприятия направленные на снижение процента бракованной продукции изготовленной из вторичного сырья. Реализация предложенных решений позволяет сократить процент брака в порядке 40 раз, что говорит о высокой эффективности. Вторичная переработка сырья позволяет сократить количество твердых бытовых отходов и тем самым снижает риск ухудшения экологической обстановки в связи с чем необходимо реализовать решения, которые позволят повысить процент переработки ПВХ до 100%.

#### Список литературы

1. Экология и защита окружающей среды [Электронный ресурс] – URL: <https://gupecosistem.ru> (Дата обращения: 05.04.2021).
2. Линия измельчения и мойки полимеров УМСК-2 [Электронный ресурс] – URL: <https://april-plast.ru> (Дата обращения 24.04.2021).
3. Процесс превращения полимеров в гранулу. Линия грануляции. [Электронный ресурс] – URL: <https://moyelement.com> (Дата обращения 24.04.2021).
4. Галихайдарова А.Ф., Белобородова Т.Г.. Современные методы вторичной переработки поливинилхлоридных пластиков/ А.Ф. Галихайдарова, Т.Г. Белобородова. – Текст: электронный// Современные проблемы развития техники, экономики и общества: Материалы I Международной научно-практической заочной конференции/ Изд.ООО «Рокета-союз» . – Лениногорск, 2016.- с.14-17
5. Мануленко А.Ф., Прокопчук, Н.Р., Евсей, А.В. Некоторые особенности рециклинга и регулирование свойств вторичного поливинилхлорида / А.Ф. Мануленко, Н.Р. Прокопчук, А.В. Евсей // Труды БГТУ. Серия IV. Химия,

технология органических веществ и биотехнология. Выпуск XVIII. – 2010. – 112- 114 с.

6. Аскадский А.А., Попова М.Н. Структура и свойства вторичного поливинилхлорида/ А.А. Аскадский, М.Н.Попова// Полимеры в строительстве: научный интернет журнал. – 2014. - №2(2). – С.17-26.

**УДК 621.74**

## **ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ**

И.В. Марширов

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** Исследовано влияние химического состава на механические и теплофизические свойства чугуна с вермикулярным графитом. Предложен состав чугуна, обладающий повышенной теплопроводностью.

**Ключевые слова:** чугун с вермикулярным графитом, механические свойства, теплопроводность чугуна.

## **INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION ON MECHANICAL PROPERTIES AND THERMAL CONDUCTIVITY OF CAST IRON WITH VERMICULAR GRAPHITE**

I.V. Marshirov

*Altai State Technical University named after I.I. Polzunova*

**Abstract.** The influence of the chemical composition on the mechanical and thermophysical properties of cast iron with vermicular graphite has been investigated. A composition of cast iron with increased thermal conductivity is proposed.

**Keywords:** cast iron with vermicular graphite, mechanical properties, thermal conductivity of cast iron.

Чугун с вермикулярным графитом (ЧВГ) обладает рядом специфических свойств, которые выдвигают его в число новых перспективных конструкционных материалов для отливок различного назначения. Свойственное для ЧВГ сочетание высоких механических свойств и повышенной теплопроводности делает весьма перспективным применение этого чугуна для отливок, работающих в условиях теплосмен и значительного перепада температур [1-4].

Для исследования влияния химического состава на механические свойства ( $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $K_{1c}$ ) и теплопроводность ( $\lambda$ ), а также структуру чугуна с вермикулярным графитом, была проведена математическая обработка результатов планируемого эксперимента. При этом получены следующие математические модели влияния Al ( $X_1$ ), Si ( $X_2$ ) и Mn ( $X_3$ ) на указанные механические свойства, теплопроводность и структуру (Фе) ЧВГ в кодированном выражении:

$$\sigma_B = 420,76 + 16,79X_1 - 36,57X_3 + 26,65X_1^2 + 13,69X_1X_2 - 11,80 X_1X_3 - 12,16X_2X_3 + 23,25X_3^2; \text{ МПа}$$

$$\sigma_{0,2} = 376,24 + 35,95X_1 + 18,77X_2 + 42,54X_3 + 7,41X_1X_2 + 15,52X_2^2 - 6,77X_1X_3 - 12,99X_2X_3 + 6,77X_1X_3; \text{ МПа}$$

$$K_{1c} = 38,33 - 2,21X_1 - 1,29X_2 - 5,26X_3 - 4,55X_1^2 - 1,02X_1X_2 - 2,68X_2^2 + 1,38X_1X_3 - 1,62X_3^2; \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$$

$$\lambda = 37,21 - 3,25X_1 - 4,60X_2 - 4,21X_3 + 1,86X_1^2 + 1,64X_2^2 - 1,75X_2X_3 - 1,08X_3^2; \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$$

$$\text{Фе} = 87,17 + 13,4X_1 + 27,61X_2 - 22,60X_3 - 6,54X_1^2 + 7,57X_1X_2 - 8,55X_2^2 + 4,08X_2X_3 - 12,61X_3^2; \%$$

Анализ раздельного влияния Al, Si или Mn при фиксированном значении двух других элементов на оптимальном уровне показывает (рисунок 1), что Al и Si, являясь одними из наиболее сильных графитизирующих элементов в чугуне, повышают, до определенного уровня их концентрации, вязкость разрушения чугуна ( $K_{1c}$ ). Дальнейшее же увеличение Al и Si приводит к некоторому снижению данной характеристики, несмотря на повышение доли феррита в структуре, что объясняется легированием феррита и, тем самым, снижением его пластичности. Этим же объясняется и повышение предела прочности при растяжении с увеличением алюминия в чугуне выше 1,2%. Кремний, с повышением его содержания в исследуемом интервале, т.е. от 1,0 до 2,5%, приводит к незначительному снижению прочности чугуна.

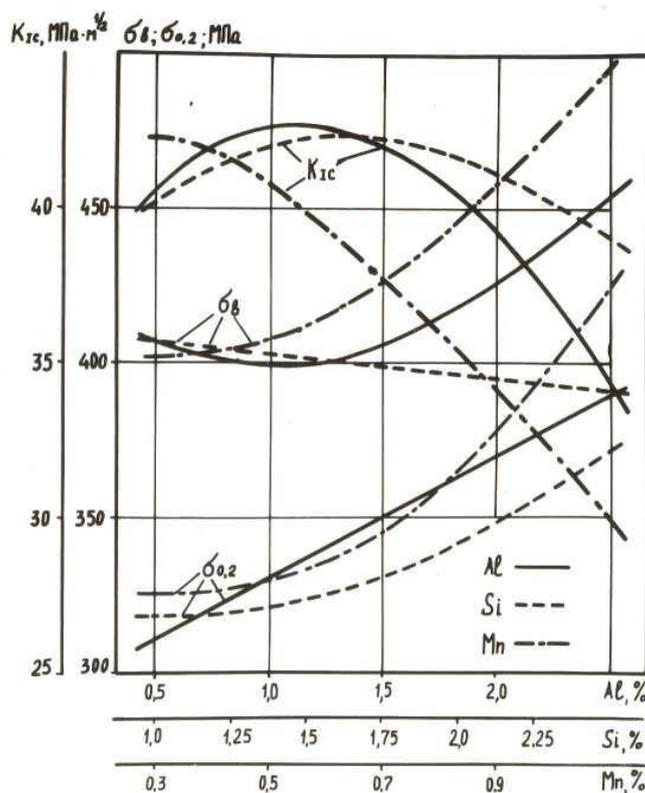


Рис. 1 – Влияние Al, Si и Mn на механические свойства ЧВГ

С увеличением содержания Mn в чугуне происходит повышение предела прочности при растяжении и условного предела текучести (рисунок 1), однако при этом, вследствие значительного увеличения количества перлита в

структуре чугуна (рисунок 2) происходит весьма интенсивное снижение его вязкости разрушения. Повышение содержания марганца от 0,3 до 1,1 % в значительно большей степени, нежели изменение алюминия в пределах от 0,5 до 1,5% , увеличивает долю хрупкого излома (рисунок 3).

Теплопроводность чугуна в наибольшей степени зависит от формы графита. Максимальной теплопроводностью обладает чугун с пластинчатым графитом (ЧПГ). Переход от пространственно разветвленных включений пластинчатого графита к отдельным изолированным включениям шаровидного графита сопровождается снижением вклада графита в общий процесс теплопередачи и поэтому в чугуне с шаровидным графитом теплопроводность определяется в основном свойствами металлической основы. Чугун с вермикулярным графитом, благодаря наличию разветвленных включений графита, обладает теплопроводностью близкой к данному свойству ЧПГ.

Появление шаровидного графита в ЧВГ приводит к снижению его теплопроводности, однако при наличии в нем до 30% ШГ теплопроводность в ЧВГ сохраняется на достаточно высоком уровне. Причем ЧВГ с ферритной матрицей обладает на 10-15% большей теплопроводностью, нежели с перлитной.

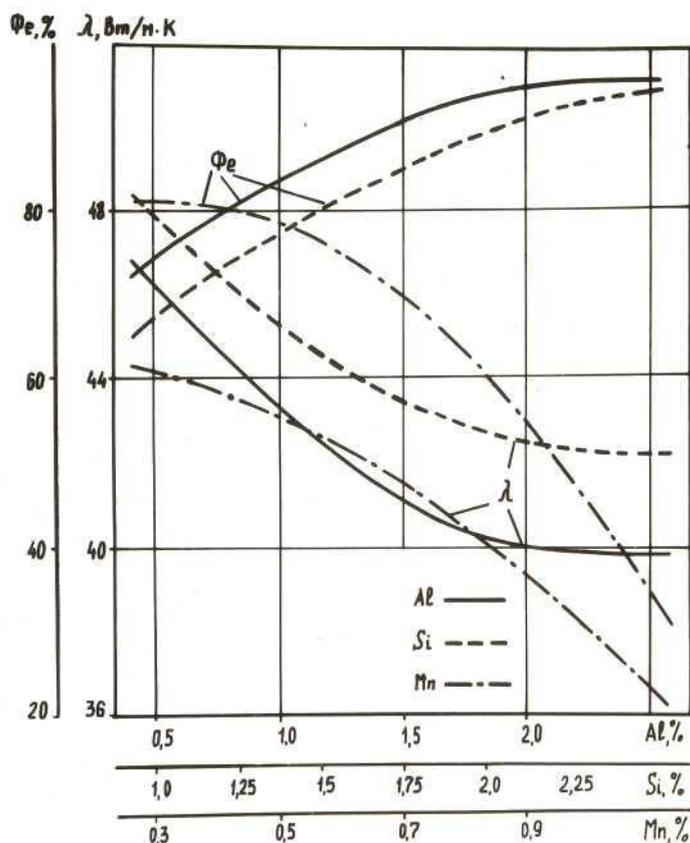


Рис. 2 – Влияние Al, Si и Mn на теплопроводность и структуру ЧВГ

С увеличением в чугуне содержания легирующих элементов происходит, вследствие их ликвации, снижение однородности металлической основы,

приводящее к большому рассеянию теплового потока и, соответственно, снижению теплопроводности. Данное влияние на изменение теплопроводности, в сторону ее уменьшения, свойственно и при увеличении в чугунах содержания Al, Si и Mn.



а)



б)

Рис. 3 – Влияние марганца на характер разрушения ЧВГ  
(а – 0,3% Mn; б – 1,1% Mn), x200

Как следует из данных, приведенных на рисунке 2, легирующее действие Al и Si превалирует над графитизирующим, т.е. увеличение содержания

феррита не приводит к повышению теплопроводности чугуна. Отрицательное влияние марганца на теплопроводность дополнительно проявляется через его перлитизирующее действие на металлическую основу, поэтому для обеспечения высокой теплопроводности в чугуне, при прочих равных условиях, необходимо иметь минимальное содержание марганца.

Таким образом, полученные математические модели и проведенный анализ влияния химического состава на механические и теплофизические свойства ЧВГ, позволяют рекомендовать для чугуна, обладающего повышенной теплопроводностью, следующий химический состав:  $C = 3,4-3,6$ ;  $Si = 1,5-1,7\%$ ;  $Al = 0,7-0,9\%$ ;  $Mn = 0,3-0,4\%$ ;  $P \leq 0,1\%$ ;  $S \leq 0,02$ .

#### Список литературы

1. Андреев, В.В. Формирование литой структуры нелегированных чугунов с вермикулярным графитом / В.В. Андреев // Литейное производство. – 2010. – №9. – С. 7–14.
2. Панфилов, Э.В. О перспективах производства отливок из ЧВГ на Литейном заводе ПАО «КАМАЗ» / Э.В. Панфилов // Литейное производство. – 2018. – №2. – С. 2–5.
3. Шумихин В.С., Кутузов В.П., Храмченков А.И. Высокопрочные чугуны для отливок / Под ред. Н.Н. Александрова. – М.: Машиностроение, 1982. – 222 с.
4. Андреев, В.В. Влияние толщины стенки отливки на прочностные характеристики и микроструктуру высокопрочных чугунов с вермикулярным и шаровидным графитом / В.В. Андреев // Литейное производство. – 2004. – №2. – С. 2–6.

УДК 531.15

### ДВИЖЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ДВОЙНЫХ ВРАЩЕНИЯХ

В.Д. Павлов

*Владимирский электромеханический завод*

**Аннотация.** Установлено, что при вращениях в противоположные стороны, траектория суммарного движения представляет собой эллипс. Подобно тому, как результатом суперпозиции двух неускоренных движений является также неускоренное, т.е. равномерное и прямолинейное движение, при вращениях в одну сторону траектория суммарного движения представляет собой окружность. При круговых движениях с кратными скоростями траектории суммарного движения представляет собой улитки.

**Ключевые слова:** комбинация движений; круговые движения; эллиптическая траектория; круговая траектория; кратные скорости.

### MOTIONS OF THE EXECUTIVE BODIES OF MECHANISMS DURING DOUBLE ROTATIONS

V.D. Pavlov

*Vladimirsky Electromechanical Plant*

**Abstract.** It was found that when rotating in opposite directions, the trajectory of the total motion is an ellipse. Just as the result of the superposition of two unaccelerated movements is also

unaccelerated, i.e. uniform and rectilinear movement, with rotations in one direction, the trajectory of the total movement is a circle. In circular motions with multiple speeds, the trajectory of the total motion is a snail.

**Keywords:** combination of movements; circular movements; elliptical trajectory; circular path; multiples of speed.

**Введение.** В науке и технике широко распространены комбинированные круговые движения [1–4]. Такие движения имеют место в планетарных механизмах, подшипниках и пр.

Предпосылкой рассмотрения комбинированных круговых движений являются комбинированные линейные движения. При этом результатом суперпозиции двух неускоренных движений является также неускоренное, т.е. равномерное и прямолинейное движение (рис. 1).

Здесь  $v_1$  – скорость координатной системы  $x'O'y'$  в координатной системе  $xOy$ ,  $v_2$  – скорость объекта  $a$  в координатной системе  $x'O'y'$ ,  $v_3$  – скорость объекта  $a$  в координатной системе  $xOy$ . Очевидно, что конец вектора  $A$  описывает отрезок прямой линии.

По похожей схеме далее рассматриваются комбинированные круговые движения.

Цель исследования состоит в обобщении принципа комбинации движений на круговые движения.

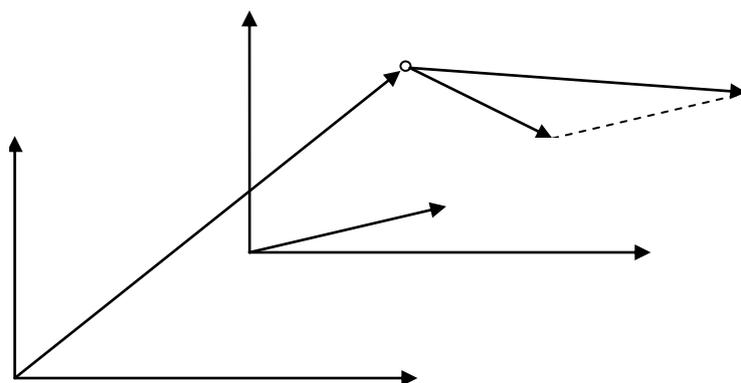


Рис. 1 –Сложение неускоренных движений

**Методика расчета.** Пусть координатная система  $x'O'y'$  вращается в координатной системе  $xOy$  без углового ускорения со скоростью  $\omega$ . Радиус вращения равен  $\rho_1$ . При этом  $Ox \parallel O'x'$ ,  $Oy \parallel O'y'$ . Объект  $a$  вращается в координатной системе  $x'O'y'$  без углового ускорения со скоростью  $\pm\omega$ . Радиус вращения равен  $\rho_2$ .

**Результаты.** *Вращения в противоположные стороны*

**Теорема 1.** При вращениях в противоположные стороны траектория суммарного движения представляет собой эллипс.

*Доказательство.*

В координатной системе  $xOy$  начало  $O'$  координатной системы  $x'O'y'$  определяется следующим образом.

$$x_1 = \rho_1 \cos(\omega t + \varphi_1), \quad y_1 = \rho_1 \sin(\omega t + \varphi_1). \quad (1)$$

В координатной системе  $x'O'y'$  объект  $a$  определяется, соответственно,

$$x_2 = \rho_2 \cos(-\omega t + \varphi_2), \quad y_2 = \rho_2 \sin(-\omega t + \varphi_2),$$

где  $\varphi_1, \varphi_2$  – начальные фазы.

В координатной системе  $xOy$  объект  $a$  определяется следующим образом.

$$x = x_1 + x_2 = \rho_1 \cos(\omega t + \varphi_1) + \rho_2 \cos(-\omega t + \varphi_2),$$

$$y = y_1 + y_2 = \rho_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + \rho_2 \sin(-\omega t + \varphi_2).$$

$$x = \cos \omega t (\rho_1 \cos \varphi_1 + \rho_2 \cos \varphi_2) - \sin \omega t (\rho_1 \sin \varphi_1 - \rho_2 \sin \varphi_2),$$

$$y = \sin \omega t (\rho_1 \cos \varphi_1 - \rho_2 \cos \varphi_2) + \cos \omega t (\rho_1 \sin \varphi_1 + \rho_2 \sin \varphi_2).$$

Из этих выражений определяются

$$\sin \omega t = \frac{y(\rho_1 \cos \varphi_1 + \rho_2 \cos \varphi_2) - x(\rho_1 \sin \varphi_1 + \rho_2 \sin \varphi_2)}{\rho_1^2 - \rho_2^2},$$

$$\cos \omega t = \frac{x(\rho_1 \cos \varphi_1 - \rho_2 \cos \varphi_2) + y(\rho_1 \sin \varphi_1 - \rho_2 \sin \varphi_2)}{\rho_1^2 - \rho_2^2}.$$

$$\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1,$$

$$\frac{y^2(\rho_1 \cos \varphi_1 + \rho_2 \cos \varphi_2)^2 + x^2(\rho_1 \sin \varphi_1 + \rho_2 \sin \varphi_2)^2}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} -$$

$$- \frac{2xy(\rho_1 \cos \varphi_1 + \rho_2 \cos \varphi_2)(\rho_1 \sin \varphi_1 + \rho_2 \sin \varphi_2)}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} +$$

$$+ \frac{x^2(\rho_1 \cos \varphi_1 - \rho_2 \cos \varphi_2)^2 + y^2(\rho_1 \sin \varphi_1 - \rho_2 \sin \varphi_2)^2}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} +$$

$$+ \frac{2xy(\rho_1 \cos \varphi_1 - \rho_2 \cos \varphi_2)(\rho_1 \sin \varphi_1 - \rho_2 \sin \varphi_2)}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} = 1,$$

$$\frac{x^2[\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} +$$

$$+ \frac{y^2[\rho_1^2 + \rho_2^2 + 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} - \frac{4xy\rho_1\rho_2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2)}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} = 1. \quad (2)$$

Последнее выражение представляет собой формулу эллипса.

Теорема доказана.

**Теорема 2.** Полуоси фигуры (2) определяются, как  $(\rho_1 + \rho_2)$  и  $|\rho_1 - \rho_2|$ .

*Доказательство.*

При условии  $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$  выражение (2) приводится к канонической форме

$$\frac{x^2(\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2)}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} + \frac{y^2(\rho_1^2 + \rho_2^2 + 2\rho_1\rho_2)}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} = 1,$$

$$\frac{x^2}{(\rho_1 + \rho_2)^2} + \frac{y^2}{(\rho_1 - \rho_2)^2} = 1. \quad (3)$$

Теорема доказана.

**Следствие 2-1.** Если  $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ , то траектория суммарного движения является прямолинейной. Ее длина равна  $4\rho$ .

Далее в следствиях 2-2 – 2-4 представлены стандартные характеристики эллипса применительно к рассматриваемому случаю.

**Следствие 2-2.**

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\rho_1\rho_2}}{(\rho_1 + \rho_2)/2}.$$

**Следствие 2-3.** Для формы (3) справедливо

$$f_{1,2} = (\pm 2\sqrt{\rho_1\rho_2}, 0).$$

**Следствие 2-4.**

$$\lambda_1 = (\rho_1 + \rho_2)^2, \lambda_2 = (\rho_1 - \rho_2)^2.$$

**Теорема 3.** В координатной системе  $xOy$  эллиптическая траектория имеет наклон  $(\varphi_1 + \varphi_2)/2$ .

*Доказательство.*

Если форму (3) повернуть на  $(\varphi_1 + \varphi_2)/2$ , она преобразуется следующим образом.

$$\frac{\left(x \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} + y \sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)^2}{(\rho_1 + \rho_2)^2} + \frac{\left(-x \sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} + y \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)^2}{(\rho_1 - \rho_2)^2} = 1,$$

$$\frac{x^2[\rho_1^2 + \rho_2^2 - 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} +$$

$$+ \frac{y^2[\rho_1^2 + \rho_2^2 + 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} - \frac{4xy\rho_1\rho_2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2)}{(\rho_1^2 - \rho_2^2)^2} = 1.$$

Это выражение идентично формуле (2).

Теорема доказана.

**Пример.** Если  $\varphi_1 = 120^\circ$ ,  $\varphi_2 = -30^\circ$ , то эллиптическая траектория имеет наклон  $(\varphi_1 + \varphi_2)/2 = (120 - 30)/2 = 45^\circ$  (рис. 2).

Нетрудно доказать теорему, обратную первой.

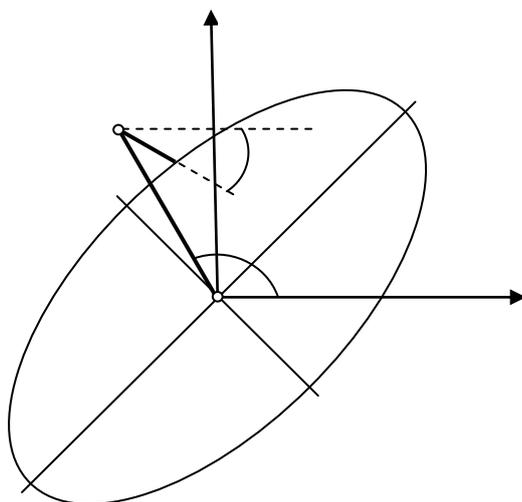


Рис. 2 – Эллиптическая траектория

**Теорема 4.** Если траектория суммарного движения является эллиптической и полуоси равны  $(\rho_1 + \rho_2)$  и  $|\rho_1 - \rho_2|$ , то объект  $a$  совершает круговое движение в координатной системе  $x'O'y'$  без углового ускорения со скоростью  $-\omega$ .

*Доказательство.*

Пусть  $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$  (канонический случай) и  $\rho_1 > \rho_2$ .

В координатной системе  $xOy$  начало  $O'$  координатной системы  $x'O'y'$  описывается формулой (1). При этом объект  $a$  в системе  $xOy$  определяется в соответствии с параметрическими формулами

$$x = (\rho_1 + \rho_2) \cos \omega t, \quad y = (\rho_1 - \rho_2) \sin \omega t.$$

Поскольку  $x = x_1 + x_2$ ,  $y = y_1 + y_2$ , то в координатной системе  $x'O'y'$  объект  $a$  определяется следующим образом.

$$x_2 = x - x_1 = (\rho_1 + \rho_2) \cos \omega t - \rho_1 \cos \omega t = \rho_2 \cos \omega t = \rho_2 \cos(-\omega t),$$

$$y_2 = y - y_1 = (\rho_1 - \rho_2) \sin \omega t - \rho_1 \sin \omega t = -\rho_2 \sin \omega t = \rho_2 \sin(-\omega t).$$

Это параметрическое уравнение окружности.

Теорема доказана.

**Замечание.** Из формулы (3) следует, что при вращениях в противоположные стороны траектория суммарного движения превращается в окружность при выполнении условия  $(\rho_1 + \rho_2)^2 = (\rho_1 - \rho_2)^2$ , что возможно лишь в случаях:  $\rho_1 = 0$  или  $\rho_2 = 0$ .

*Вращения в одну сторону*

**Теорема 5.** При вращениях в одну сторону траектория суммарного движения представляет собой окружность.

*Доказательство.*

В координатной системе  $xOy$  начало  $O'$  координатной системы  $x'O'y'$  описывается формулой (1).

В координатной системе  $x'O'y'$  объект  $a$  определяется следующим образом.

$$x_2 = \rho_2 \cos(\omega t + \varphi_2), \quad y_2 = \rho_2 \sin(\omega t + \varphi_2).$$

В координатной системе  $xOy$  объект  $a$  определяется, соответственно,

$$x_a = x_1 + x_2 = \rho_1 \cos(\omega t + \varphi_1) + \rho_2 \cos(\omega t + \varphi_2),$$

$$y_a = y_1 + y_2 = \rho_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + \rho_2 \sin(\omega t + \varphi_2).$$

Для радиус-вектора  $\mathbf{A}$  справедливо преобразование

$$\begin{aligned} \mathbf{A}^2 = x_a^2 + y_a^2 &= \rho_1^2 \cos^2(\omega t + \varphi_1) + \rho_2^2 \cos^2(\omega t + \varphi_2) + 2\rho_1\rho_2 \cos(\omega t + \varphi_1)\cos(\omega t + \varphi_2) + \\ &+ \rho_1^2 \sin^2(\omega t + \varphi_1) + \rho_2^2 \sin^2(\omega t + \varphi_2) + 2\rho_1\rho_2 \sin(\omega t + \varphi_1)\sin(\omega t + \varphi_2) = \\ &\dots \\ &= \rho_1^2 + \rho_2^2 + 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2). \end{aligned}$$

Величина радиус-вектора  $\mathbf{A}$  не меняется. Это возможно лишь в том случае, если траектория суммарного движения является круговой.

Теорема доказана.

**Следствие 5-1.** Объект  $a$  вращается в координатной системе  $xOy$  без углового ускорения со скоростью  $\omega$ .

**Следствие 5-2.** Радиус вращения равен

$$\rho = \sqrt{\rho_1^2 + \rho_2^2 + 2\rho_1\rho_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}.$$

Нетрудно доказать теорему, обратную пятой.

**Теорема 6.** Если траектория суммарного движения является круговой, то объект  $a$  совершает круговое движение в координатной системе  $x'O'y'$  без углового ускорения со скоростью  $+\omega$ .

*Доказательство.*

Пусть  $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$ .

В координатной системе  $xOy$  начало  $O'$  координатной системы  $x'O'y'$  описывается формулой (1). При этом объект  $a$  в системе  $xOy$  определяется в соответствии с параметрическими формулами

$$x = (\rho_1 + \rho_2) \cos \omega t, \quad y = (\rho_1 + \rho_2) \sin \omega t.$$

Поскольку  $x = x_1 + x_2$ ,  $y = y_1 + y_2$ , то в координатной системе  $x'O'y'$  объект  $a$  определяется следующим образом.

$$x_2 = x - x_1 = (\rho_1 + \rho_2) \cos \omega t - \rho_1 \cos \omega t = \rho_2 \cos \omega t,$$

$$y_2 = y - y_1 = (\rho_1 + \rho_2) \sin \omega t - \rho_1 \sin \omega t = \rho_2 \sin \omega t.$$

Это параметрическое уравнение окружности.

Теорема доказана.

**Теорема 7.** Если скорость вращения объекта  $a$  в координатной системе  $x'O'y'$  равна нулю, то траектория суммарного движения является круговой с центром в точке с координатами  $x_a = \rho_2 \cos \varphi_2$ ,  $y_a = \rho_2 \sin \varphi_2$  и с радиусом  $\rho_1$ .

*Доказательство.*

В координатной системе  $xOy$  начало  $O'$  координатной системы  $x'O'y'$  описывается формулой (1).

В координатной системе  $x'O'y'$  объект  $a$  определяется следующим образом.

$$x_2 = \rho_2 \cos \varphi_2, \quad y_2 = \rho_2 \sin \varphi_2.$$

В координатной системе  $xOy$  объект  $a$  определяется, соответственно,.

$$x_a = x_1 + x_2 = \rho_1 \cos(\omega t + \varphi_1) + \rho_2 \cos \varphi_2,$$

$$y_a = y_1 + y_2 = \rho_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + \rho_2 \sin \varphi_2,$$

$$x_a - \rho_2 \cos \varphi_2 = \rho_1 \cos(\omega t + \varphi_1),$$

$$y_a - \rho_2 \sin \varphi_2 = \rho_1 \sin(\omega t + \varphi_1),$$

$$(x_a - \rho_2 \cos \varphi_2)^2 + (y_a - \rho_2 \sin \varphi_2)^2 = \rho_1^2.$$

Теорема доказана.

**Обсуждение результатов.** *Круговые движения с кратными скоростями.* Объект  $a$  вращается в координатной системе  $x'O'y'$  без углового ускорения со скоростью  $+2\omega$ ,  $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$ .

В координатной системе  $xOy$  начало  $O'$  координатной системы  $x'O'y'$  определяется следующим образом.

$$x_1 = \rho_1 \cos \omega t, \quad y_1 = \rho_1 \sin \omega t.$$

В координатной системе  $x'O'y'$  объект  $a$  определяется, соответственно,

$$x_2 = \rho_2 \cos 2\omega t, \quad y_2 = \rho_2 \sin 2\omega t.$$

В координатной системе  $xOy$  объект  $a$  определяется следующим образом.

$$x_a = \rho_1 \cos \omega t + \rho_2 \cos 2\omega t,$$

$$y_a = \rho_1 \sin \omega t + \rho_2 \sin 2\omega t.$$

На рис. 3 показана траектория объекта  $a$  ( $\rho_1 = \rho_2$ ).

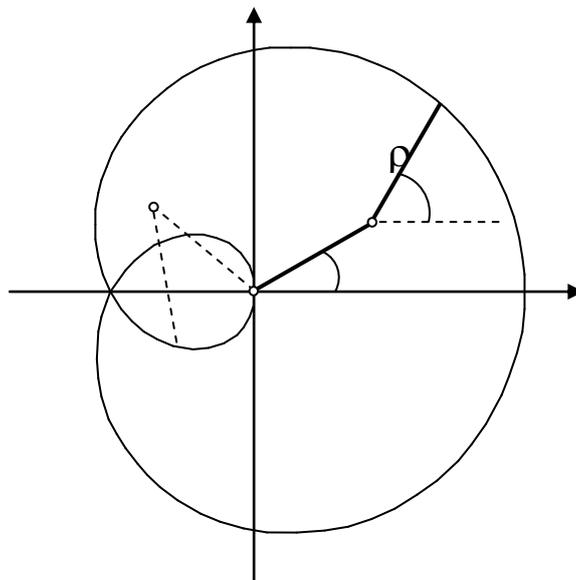


Рис. 3 –Траектория типа улитки

В полярных координатах эта траектория представима в виде

$$\rho = \rho_1 \sqrt{2 + 2 \cos \frac{2}{3} \varphi}.$$

Петля в траектории появляется при выполнении соотношений

$$\begin{aligned} \rho_1 \sin \omega t &< \rho_2 \sin 2\omega t, \\ \rho_1 \sin \omega t &< \rho_2 2 \sin \omega t \cos \omega t, \\ \rho_1 &< 2\rho_2 \cos \omega t. \end{aligned}$$

Если  $\rho_1 \geq 2\rho_2$  петля не образуется. Такая траектория показана на рис. 4.

**Заключение.** Установлено, что при вращениях в противоположные стороны траектория суммарного движения представляет собой эллипс.

При вращениях в одну сторону траектория суммарного движения представляет собой окружность.

При круговых движениях с кратными скоростями траектории суммарного движения представляет собой улитки.

Таким образом, принцип комбинации прямолинейных неускоренных движений, как и предполагалось, обобщается на круговые движения.

Отличительной особенностью этого обобщения является то, что его результаты существенно разнообразнее – помимо суммарного кругового движения имеют место движения по эллиптическим и улиточным траекториям.

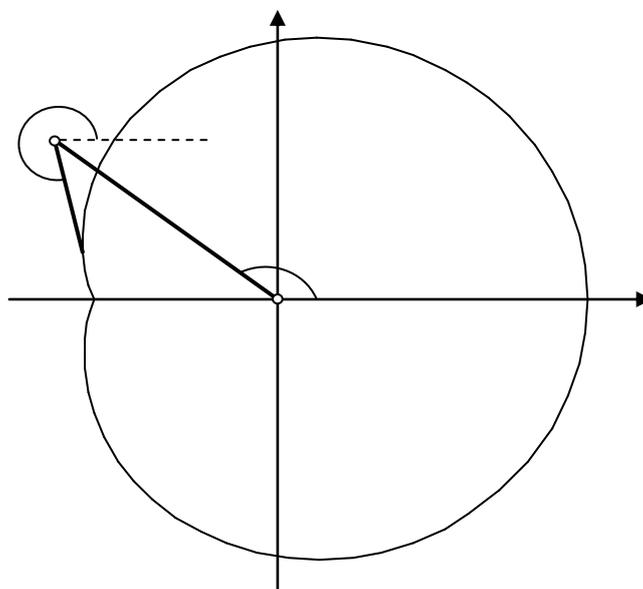


Рис. 4 – Улитка без петли

Практический аспект исследования определяется тем, что полученные формулы могут непосредственно использоваться в САПР при выполнении конструкторских работ.

## Список литературы

1. Васильева О.В. Неголономные поверхности двойного вращения в четырехмерном евклидовом пространстве / О.В. Васильева // Известия высших учебных заведений. Математика. 2006. № 6. С. 3-13.
2. Капля Е.В. Результаты экспериментальных исследований частоты вращения двойного горизонтально-осевого ветроколеса / Е.В. Капля // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2015. № 17-18. С. 30-33.
3. Лагутин Ф.Ю. Планетарная передача типа k-h-v с эвольвентным зацеплением с минимальной разницей чисел зубьев / Ф.Ю. Лагутин // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 6. С. 199-201.
4. Зибров П.Ф. Проблема математического моделирования точности в технологии машиностроения / П.Ф. Зибров // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 1 (19). С. 57–61

УДК 674.049 + 338.45

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНОЙ ПЛИТКИ ИЗ КУСКОВЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Н.А. Тарбеева, О.А. Рублева

*Вятский государственный университет*

**Аннотация.** Для отделки интерьеров широко используются различные облицовочные материалы и изделия. Наиболее экологичной и безопасной считается облицовка из древесины. Вместе с тем облицовочная плитка из древесины не пользуется значительным спросом на рынке отделочных материалов по причине своей высокой стоимости. Снижению стоимости облицовочной плитки может способствовать замена дорогого твердолиственного сырья кусковыми древесными отходами. Целью исследования является оценка эффективности замены дефицитной древесины дуба кусковыми древесными отходами в производстве облицовочной плитки. Проведенная оценка цеховой себестоимости облицовочной плитки из разного вида древесного сырья позволила установить условия, при которых использование древесных отходов для ее изготовления является экономически целесообразным.

**Ключевые слова:** технологический процесс, себестоимость, сырье, затраты, древесина.

### ESTIMATION OF MANUFACTURING EFFICIENCY OF FACING TILES USING LUMP WOOD WASTE

N.A. Tarbeeva, O.A. Rubleva

*Vyatka State University*

**Summary:** Various facing materials and products are widely used for interior decoration. Wood cladding is considered the most environmentally friendly and safe. At the same time, wood facing tiles are not in significant demand in the market of finishing materials due to their high cost. Replacing expensive hardwood raw materials with lump wood waste can help to reduce the cost of facing tiles. The aim of the study is to assess the effectiveness of replacing scarce oak wood with lump wood waste in the production of facing tiles. The assessment of the workshop cost of facing tiles from various types of wood raw materials made it possible to establish the conditions under which the use of wood waste for its manufacture is economically feasible.

**Keywords:** technological process, cost price, raw materials, expenses, wood.

**Введение.** Облицовочная плитка из древесины – относительно новый и уникальный по своему внешнему виду отделочный материал, способный создать неповторимый дизайн каждого помещения [1]. Для производства облицовочной плитки чаще всего используют твердолиственную древесину дефицитных пород (ясеня, дуба) или так называемую «амбарную доску» [2, 3]. В связи с тем, что в производстве изделий из древесины сырье и материалы составляют основную долю затрат [4], облицовочная плитка обладает высокой стоимостью, что существенно снижает ее спрос на рынке отделочных материалов. Основным недостатком плитки – высокая стоимость – может быть устранен за счет использования более дешевого и доступного древесного сырья.

Авторами разработана технология изготовления облицовочной плитки из кусковых древесных отходов [5]. Технология включает совокупность операций обжига, браширования, прессования и термической обработки. Такая совокупность операций позволяет комплексно улучшать физико-механические и декоративные свойства древесного сырья, что дает возможность заменить твердолиственную древесину в производстве облицовочных изделий. При этом необходимость дополнительной обработки заготовок повышает трудоемкость и энергоемкость процесса изготовления облицовочной плитки, в связи с чем встает вопрос об оценке эффективности данной технологии.

Целью данного исследования является оценка эффективности замены твердолиственного сырья кусковыми древесными отходами для изготовления облицовочной плитки.

Задачи исследования:

- провести сравнительный анализ технологий изготовления облицовочной плитки из кусковых древесных отходов и твердолиственной древесины;
- рассчитать цеховую себестоимость облицовочной плитки из различных видов древесного сырья;
- провести сравнительную оценку структуры затрат на изготовление облицовочной плитки.

**Методы исследования.** В качестве материалов для проведения исследования использовали технологическую документацию на существующие аналоги плитки из древесины и вновь разработанную на плитки нового типа, каталоги на материалы и оборудование, экономическую литературу, посвященную вопросам оценки эффективности технологических процессов. В основу исследования положены общенаучные методы сравнения и анализа, а также технико-экономические методы оценки эффективности производственных процессов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** С целью определения эффективности замены твердолиственной древесины кусковыми древесными отходами для изготовления облицовочной плитки рассмотрены два технологических процесса, схемы которых представлены на рис. 1.

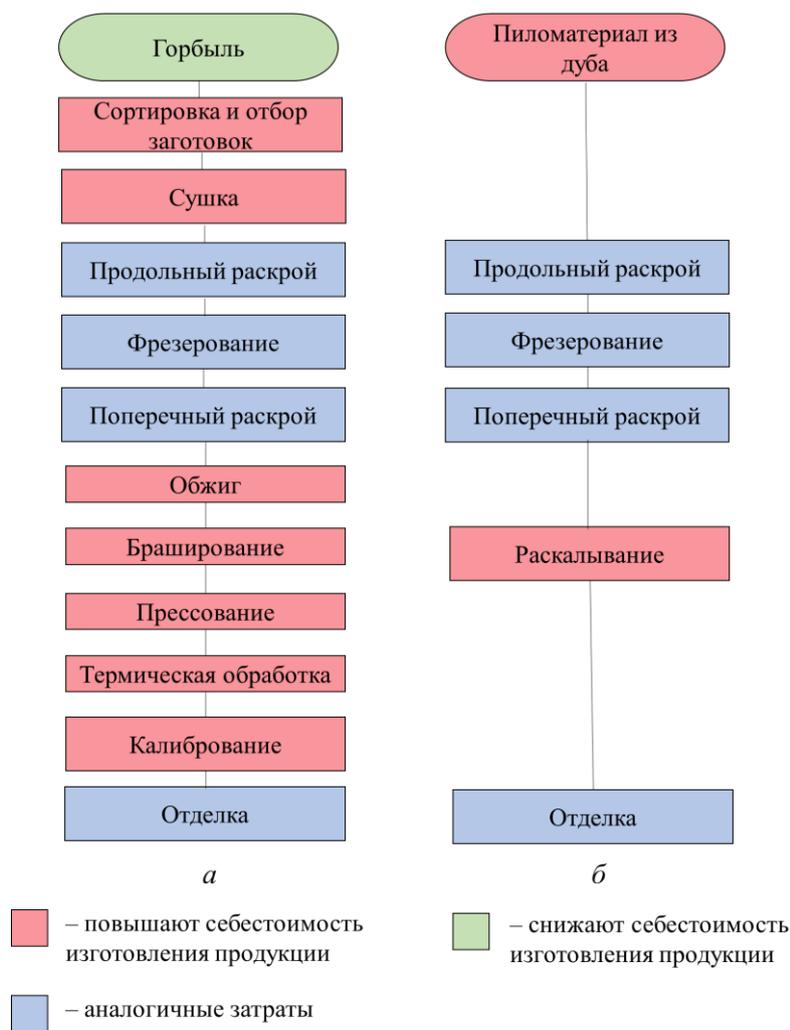


Рис. 1 – Схемы технологических процессов изготовления облицовочной плитки: а – из кусковых древесных отходов; б – из древесины дуба

Разработанная авторами первая технология позволяет изготавливать облицовочную плитку из кусковых древесных отходов и включает 11 технологических операций, в том числе операции, направленные на упрочнение и декорирование заготовок (обжиг, браширование, прессование и термическую обработку). Вторая технология изготовления облицовочной плитки предусматривает использование в качестве сырья пиломатериалов из древесины дуба, не требующих дополнительной специальной обработки. Она включает 5 технологических операций.

Для каждой технологии по методике, представленной в [6] рассчитана цеховая себестоимость, которая включает следующие статьи затрат:

- 1) сырье и материалы;
  - 2) цеховые расходы (электроэнергия, отопление, инструмент, амортизация оборудования, зданий и сооружений);
  - 3) заработная плата производственных рабочих и отчисления на нее.
- Результаты оценки затрат на сырье приведены в табл. 1.

Сравнительная оценка затрат на сырье

Критерий сравнения	Ед. изм.	Облицовочная плитка из кусковых древесных отходов	Облицовочная плитка из древесины дуба
Вид сырья	–	Горбыль	Обрезная доска
Размеры	мм	25×150×3000	25×110×3000
Стоимость сырья	руб./м <sup>3</sup>	1500	90000
Расход сырья	м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	0,09	0,0183
Стоимость сырья	руб./м <sup>2</sup>	135	1646

Цеховые расходы при изготовлении облицовочной плитки из древесины дуба в зависимости от объемов производства и технологических возможностей предприятий могут варьироваться в диапазоне от 70 до 220 % стоимости сырья. По причине того, что изготовлением облицовочной плитки занимаются в основном мелкие деревообрабатывающие предприятия с небольшим объемом выпуска продукции, цеховые расходы часто превышают затраты на сырье. В среднем они составляют 120-150 % (~2000-2500 руб./м<sup>2</sup>).

Затраты, связанные с заработной платой рабочих и отчислениями на заработную плату, составляют примерно 30 % затрат на материалы (~500 руб./м<sup>2</sup>). Таким образом, цеховая себестоимость облицовочной плитки из древесины дуба в среднем составляет 4000-5000 руб./м<sup>2</sup>.

При использовании кусковых древесных отходов вместо пиломатериалов из древесины дуба затраты на сырье снижаются более, чем в 12 раз. Но за счет увеличения количества технологических операций, увеличения энергоемкости и трудоемкости процесса, необходимости капитальных вложений в оборудование, оснастку и инструмент для организации технологических участков декорирования и упрочнения, цеховые расходы по сравнению с вышерассмотренной технологией могут увеличиться до 4 раз, а затраты на заработную плату рабочим и отчисления на нее – до 3 раз. Таким образом, цеховая себестоимость составит более 5000 руб./м<sup>2</sup>.

Изготовление облицовочной плитки из кусковых древесных отходов является экономически выгодным только в случае размещения технологического участка на базе крупного деревообрабатывающего предприятия, где имеется большая часть необходимого технологического оборудования, в том числе для обжига, браширования прессования и термической обработки, амортизация по причине значительного объема выпускаемой продукции минимальна, а образующиеся в результате деятельности основного производства кусковые отходы требуют эффективных способов переработки. В этом случае цеховые расходы не будут превышать 2000 руб./м<sup>2</sup>, а затраты на заработную плату и отчисления на нее – 1000 руб./

м<sup>2</sup>. Соответственно, цеховая себестоимость облицовочной плитки из кусковых древесных отходов составит 3000-3500 руб./м<sup>2</sup>.

Структура затрат, входящих в цеховую себестоимость облицовочной плитки из древесины дуба и кусковых древесных отходов, представлена на рис. 2.

Установлено, что большую часть затрат (более 60 %), входящих в цеховую себестоимость облицовочной плитки из кусковых древесных отходов, составляют цеховые расходы, затраты на сырье при этом минимальны (рис. 2б, в).

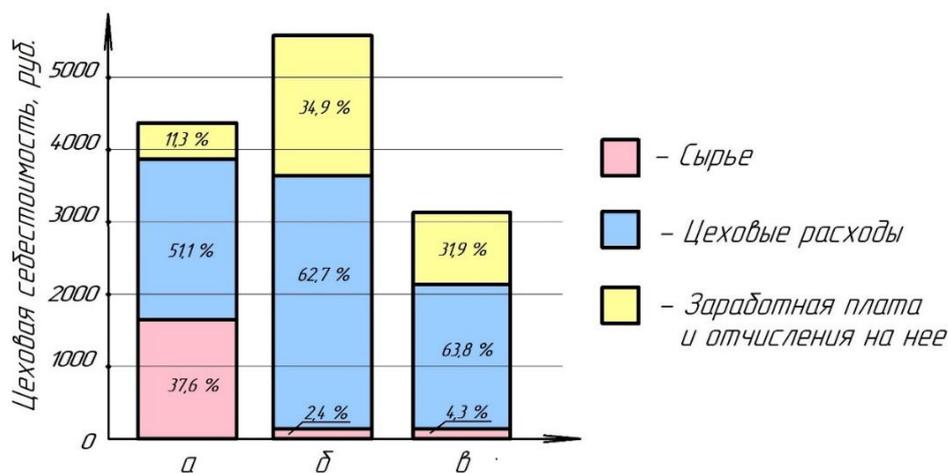


Рис. 2 – Структура затрат цеховой себестоимости облицовочной плитки:  
а – из древесины дуба; б – из кусковых древесных отходов при изготовлении на мелком предприятии; в – из кусковых древесных отходов при изготовлении на крупном предприятии

**Заключение.** Замена твердолиственной древесины кусковыми древесными отходами усложняет технологический процесс изготовления облицовочной плитки, увеличивает его энерго- и трудоемкость, поэтому для мелких деревообрабатывающих предприятий наименее затратным является изготовление облицовочной плитки из высококачественного твердолиственного сырья за счет минимального количества обрабатывающих операций. Для крупных деревообрабатывающих предприятий производство облицовочной плитки из кусковых древесных отходов более целесообразно.

#### Список литературы

1. Деревянная плитка: виды, назначение и технология укладки : [сайт]. – URL: <https://rubankom.com/montazh/ustanovka/377-derevyannaya-plitka> (дата обращения 19.10.2021).
2. Деревянная мозаика : [сайт]. – URL: <http://xn--80aaafjgaskuskaqx6vd.xn--p1ai/> (дата обращения 19.10.2021).
3. Амбарная доска FLITCH DESIGN. Плитка из обртки : [сайт]. – URL: [https://polvamvdom.ru/p-26\\_011\\_00003/](https://polvamvdom.ru/p-26_011_00003/) (дата обращения 20.10.2021).

4. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учебн. пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с.

5. Патент № 2754909 Российская Федерация, МПК E04F 13/08. Способ изготовления облицовочной панели из упрочненной древесины : № 2020139525 : заявлено 02.12.2020 : опубликовано 08.09.2021 / Рублева О.А., Тарбеева Н.А. – 7 с.

6. Цеховая себестоимость / Главная книга. Готовые решения для бухгалтеров: [сайт]. – URL:<https://glavkniga.ru/situations/s505411> (дата обращения 20.10.2021).

**УДК 004.384**

## **ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» В УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ ЛАБОРАТОРИЮ ВУЗА**

А.А. Частоедов

*Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский Национальный исследовательский политехнический университет»*

**Аннотация.** Технологии системы «Умный дом» находят свое применение в широком спектре областей человеческой деятельности. Одним из подобных направлений применения данной технологии может выступать адаптация автоматизированных систем к учебно-исследовательским лабораториям учебных заведений с целью снижения травматизма и обеспечения безопасности студенческого состава путем полного контроля над работоспособным состоянием лаборатории

**Ключевые слова:** умный дом, автоматизация, модуль управления, контроллер, датчики.

## **INTEGRATION OF ELEMENTS OF THE SMART HOME SYSTEM TO THE EDUCATIONAL AND RESEARCH LABORATORY OF THE UNIVERSITY**

A.A. Chastoyedov

*Lysva branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education "Perm National Anlyny Research Polytechnic University"*

**Annotation.** The technologies of the Smart Home system find their application in a wide range of areas of human activity. One of such areas of application of this technology can be the adaptation of automated systems to educational and research laboratories of educational institutions in order to reduce injuries and ensure the safety of students by fully controlling the operational state of the laboratory

**Keywords:** smart home, automation, control module, controller, sensors

В современное время система «Умный дом» приобретает все большую популярность у общества. Решение создать систему устройств, которая способна выполнить свод определенных задач и действий без вмешательства человека, возникла не так давно. Подобные технологии получили широкое применение и адаптацию во многих сферах человеческой деятельности [1]. Однако, ввиду высокой актуальности автоматизации бытовых действий, возникают ограничения связанные с дороговизной реализации.

Осуществление системы «Умный дом» требует связанного сотрудничества большого количества систем, ввиду чего различают следующие типы приборов:

Контроллер (хаб) – управляющий прибор, обеспечивающий взаимосвязь комплекта датчиков внутри системы и контролирующей ее работоспособность во внешней среде .

Датчики (сенсоры) – приборы, которые формируют обратную связь системы в зависимости от внешних воздействий.

Актуаторы – исполнительные приборы, не имеющие базы данных и собственной логики, для осуществления расчетной части действий. К данным приборам можно отнести электроклапана, автоматические сети питания, сирены, автоматические выключатели .

В большинстве передовых систем домоуправления контроллер общается с другими приборами системы сквозь радиосигналы [2]. Самые распространенные стандарты - Z-Wave, ZigBee и Wi-Fi, в США востребован еще Thread.

На основании широкой доступности и наименьших ограничений, связанных с дальностью воздействия сигналов ведущими направлениями, которые реализуют представленные системы, выступают:

1. Безопасность зданий и сооружений
2. Управление освещением
3. Система управления
4. Система питания электросетей

Как сказано ранее, подобные технологии, несмотря на широкое распространение, являются новшеством, что подразумевает высокий уровень финансовых затрат на реализацию проектов. В качестве примера реализации типового проекта системы «Умный дом» была рассмотрена система обеспечивающая контроль климатических условий, освещенности помещения, экономии потребления электроэнергии, и прочие. В таблице 1 представлена типовая смета расходов на материалы необходимые для реализации данной системы.

Таблица 1

Стоимость реализации типовой системы «Умный дом»

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Управляющий контроллер Iridium server	1	49900	49900
Устройство ввода-вывода информации Busch-Prion	1	127500	127500
Релейный модуль HDL-MR-16.16	1	42800	42800
Модуль беспроводной связи GSMHDLMGSM.431	1	4500	4500
Управление вентилями отопления DiNAO 08	1	12300	12300
Климатические датчики SB-CMS-THL	4	4800	19200
Диммер освещения SBDN 0602	1	23700	23700
Модуль эффекта присутствия DNLOGIC 960	1	19900	19900
Ик эмиттер	2	1050	2100
Розетка	8	20	1600
Интеллектуальные выключатели	5	1500	7500
Работы по монтажу, наладке и запуску системы			98000
Итого:			409 000

Однако адаптация данной системы под задачи различного назначения повлечет за собой изменение всего перечня необходимых компонентов [3,4].

Одним из таких направлений может выступать интеграция системы в стенах учебно-исследовательской лаборатории высшего учебного заведения [5].

Основная часть. Задачи, выполняемые умной учебной лабораторией, можно условно разделить на две группы (в зависимости от их направленности)

- задачи, связанные с созданием учебного пространства;
- задачи, связанные с учебным процессом.

В рамках решения перечисленных задач система должна, распознавать события, которые могут возникнуть по ходу выполнения лабораторных работ:

- присутствие или отсутствие в лаборатории преподавателя;
- присутствие или отсутствие в лаборатории студента;
- присутствие или отсутствие на учебном месте студента;

Несмотря на вышеуказанные задачи, основополагающим является выполнение требований охраны труда. Таким образом, одним из ключевых направлений реализации умной лаборатории будет организация мероприятий позволяющих исключить травмы на рабочих местах студента связанных с механизированным трудом, в качестве примера которого может выступать работа на учебном металлорежущем оборудовании.

Для предполагаемой умной учебной лаборатории были выбраны такие компоненты как:

1. Zigbee 3,0 шлюз SmartHUB (модем)
2. Датчик температуры и влажности
3. Умный замок
4. TuYa Smart Life (жалюзи)
5. Sonoff 4CHPro (Реле)

В качестве контролера принимается модуль управления реле Sonoff 4 CHPro обеспечивающий максимальную мощность 3.5кВт и имеющий 4 слота для подключения потребителей. Данный модуль обладает функцией дистанционного управления при помощи Wi-Fi сети. Актуаторы представленные в виде сетей электропитания, подключаются напрямую в слоты контролера, в свою очередь, электрическая сеть обеспечивает питание лабораторному учебному оборудованию. Таким образом, заведующий лабораторией обладает возможностью дистанционного регулирования деятельностью лаборатории, в случае несогласованных действий, в виде удаленного отключения питания электросети, тем самым обесточив оборудование, что приведет к потенциальному снижению риска для персонала не прошедшего инструктаж. Второстепенным решением, направленным на ограничения доступа в лабораторию выступает применение биометрического замка, в базу данных которого входит ограниченный перечень лиц.

Так же, с целью исключения травм по причинам низкого качества освещения рабочего места и несоблюдения климатических норм, данная система содержит в себе автоматические жалюзи, согласованные с датчиками освещенности. При повышении уровня освещенности лаборатории ввиду

переизбытка естественного света, чтобы исключить потенциальную возможность возникновения бликов от металлических поверхностей, жалюзи на основании сигнала световых датчиков обеспечат плотный занавес, при этом данный сигнал так же обеспечит автоматическое подключение искусственного освещения рабочих мест. Климатические датчики в это время отслеживают температуру внутри помещения и процент влажности воздуха, что является основным требованием при работе на оборудовании связанного с аддитивными технологиями, ввиду высокого уровня влияния внешних факторов на качества изготавливаемого изделия.

С учетом планировки лаборатории разработана схема установки и подключения системы умной лаборатории, представленная на рисунке 1. На основании разработанной схемы произведен расчет экономических затрат связанных с приобретением элементов системы и ее последующим монтажом (табл.2.)

В результате экономического расчета можно сделать вывод, что ввиду сопоставимости стоимости оборудования и суммарной стоимости элементов системы реализация данного проекта целесообразна только при самостоятельном монтаже специалистами университета. В таком случае, экономические затраты составляют 25 600 рублей.

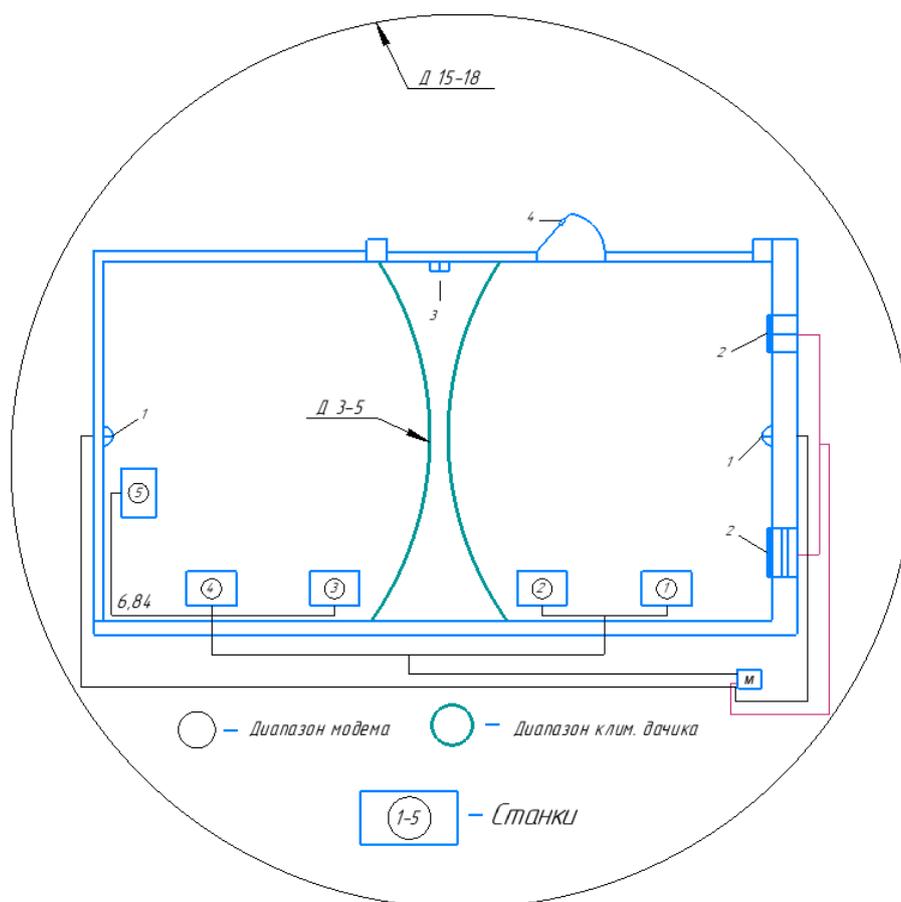


Рис.1. План умной учебной лаборатории:  
1-Климатические датчики; 2-Жалюзи; 3-Модем; 4-Умный замок.

## Стоимость оборудования для лаборатории

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.
Zigbee 3,0 шлюз Smart HUB (модем)	1	3400	3400
Датчик температуры и влажности	2	2000	4000
Умный замок	1	2000	2000
TuyaSmartLife(жалюзи)	1	13400	13400
Sonoff 4CH Pro(Реле)	1	2800	2800
Общая стоимость всех компонентов			25600
Расчет стоимости монтажных работ			
Автоматические выключатели	16	350	5600
Розетки	30	200	6000
Выключатели освещения	10	200	2000
Работы по монтажу, наладке и запуску		20000	20000
Итого:			33600
<b>ОБЩИЙ ИТОГ</b>			<b>62 200</b>

Заключение. Реализация системы «умный дом» во многом направлена на обеспечение благоприятных условий труда, бытовых нужд и прочих видов деятельности человека. Несмотря на это, так же следует учитывать, что различные формы интеграции системы влекут за собой расширение первоначального функционального назначения. Таким образом, в ходе разработки проекта умной лаборатории был представлен экономически рациональный проект, заключающий в себе в первую очередь обеспечение безопасности пользователей и предотвращение несогласованных действий в рамках лаборатории.

## Список литературы

1. Разработка систем энергоснабжения и автоматизации процессов загородного дома по технологии «умного дома» [Электронный ресурс] – URL:elar.rsvpu.ru (дата обращения 06.04.2021)
2. Умная учебная лаборатория для автоматизации проведения работ [Электронный ресурс] – URL:http://ermak.cs.nstu.ru/(дата обращения 06.04.2021)
3. Крамчанинов С.С., Черкесова Л.В. Разработка системы автоматизации загородного дома и ведения домашнего хозяйства (умный загородный дом)// Молодой исследователь Дона. – 2017. - №3(6). – С.40-44.
4. Данилова М.А., Долгачева Е.О. Интеллектуальное управление домом. «умный дом»// Фотинские чтения. – 2018. - №1(9). – С.209-212
5. Новицкая Ю.В., Семенов Е.И., Гаврилов А.В. Гибридная архитектура системы мониторинга умной учебной лаборатории/ Ю.В.Новицкая , Е.И. Семенов, А.В. Гаврилов. – Текст: электронный// Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: материалы всерос. Поспеловской конф. с междунар. уч. – Калининград, 2018. – С.281-288.

### СЕКЦИЯ 3. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Председатель секции: кандидат технических наук, доцент кафедры «Наземные транспортные системы» Ястребов Геннадий Юрьевич

УДК 689.817.41

#### ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НАСЫПЕЙ ДОРОГ НА ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ И ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ОСНОВАНИЯХ

Н.А. Абрамов, И.Р. Михайлов, С.Н. Долматов

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева*

**Аннотация:** Дорожное строительство в наше время затруднено различными факторами: Одним из серьезных затруднений, возникающих в процессе строительства дорог, является условие преодоления участков с повышенной влажностью, заболоченных, низменных участков, а также возведение насыпей дорог на вечномерзлых основаниях. Традиционные технологии строительства в таких условиях не дают верного и однозначного, экономичного, экологически безопасного решения этой проблемы.

**Ключевые слова:** Анализ, дорожное строительство, север, мерзлота.

#### ANALYSIS OF ROAD CONSTRUCTION TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH

N.A.Abramov, I.R.Mikhailov, S.N.Dolmatov

*Siberian state University of science and technology named after academician M. F. Reshetnev*

**Abstract:** Road construction in our time is hampered by various factors: One of the serious difficulties that arise in the process of road construction is the condition of overcoming areas with high humidity, swampy, low-lying areas, as well as the construction of embankments of roads on permafrost foundations. Traditional construction technologies in such conditions do not provide a correct and unambiguous, economical, environmentally safe solution to this problem.

**Keywords:** Analysis, road construction, north, permafrost.

Цель исследования: обосновать концепцию технологии строительства насыпей дорог на переувлажненных и вечномерзлых основаниях с использованием лесосечных отходов.

Задачи:

- 1) Провести обзор существующих технологий строительства насыпей на переувлажненных и вечномерзлых основаниях.
- 2) Проанализировать достоинства и недостатки этих технологий
- 3) Разработать технологию строительства насыпей дорог на переувлажненных и вечномерзлых основаниях.

Россия является мировым лидером по площади леса – 809 090 млн. га [1]. При заготовке древесины получают круглые лесоматериалы, а также часть лесосечных отходов, в виде сучьев, ветвей, вершин, древесной зелени, обломков стволов. Объем лесосечных отходов составляет 10-15% от общего объема заготавливаемой древесины. Ежегодно объем перевозок лесоматериалов лесовозными автопоездами составляет более 9 млн кубометров в год. Лесозаготовки имеют собирательный характер работ. Обычно лесосеки

достаточно удалены от мест погрузки и переработки лесоматериалов, поэтому возникает необходимость в транспортировке лесоматериалов на значительные расстояния. Это подразумевает перевозку лесных грузов по магистралям, веткам и усам. Почвенно-рельефные условия России отличаются большим многообразием.

Современное состояние дорожных насыпей и дорожного покрытия показывает, что вопросы разработки, совершенствования технологий строительства дорог решаются недостаточно эффективно. Значительные затруднения существуют при возведении насыпей дорог в условиях переувлажненного грунта, наличия участков вечной мерзлоты.

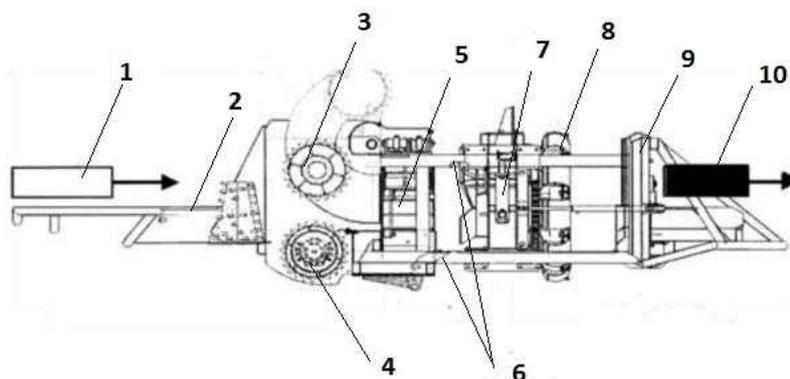
Известна технология дорожного строительства при повышении прочности дорожной конструкции за счет улучшения водно-теплового режима лесовозной дороги путем использования в качестве капиллярно-прерывающей прослойки короткомерных отрезков низкокачественной древесины из порубочных остатков от порубки лесосек.

Эта технология имеет следующие недостатки. Короткомерные отрезки низкокачественной древесины представляют собой стволую древесину, которую можно использовать в качестве технологического сырья. Стволовая древесина требует раскряжевки на короткомерные отрезки, что требует применения ручного труда раскряжевщиков, как и укладка вертикально этих отрезков. Отрезки стволов будут иметь различные диаметры (т.е. это не стандартизованный конструктивный элемент), поэтому крайне затруднительно механизировать процесс укладки. Между отрезками стволов будет со временем просачиваться материал насыпи, поскольку древесина очень плотный материал и при ее укладке будут оставаться зазоры. Технология отрезков стволов не способна замедлить или предотвратить таяние вечной мерзлоты, при строительстве дороги в таких условиях.

Предлагаемая технология основана на том, что в качестве сырья используются древесные отходы. Применение дорожных пучков из лесосечных отходов, сформированных харвестером биомассы, позволяет получить дорожно-строительный компонент стандартизированного размера, что создает предпосылки механизации технологии строительства. Такой элемент будет иметь повышенные теплоизоляционные показатели (за счет наличия воздуха между частицами древесных отходов в пучке), что позволит возводить теплоизоляционные конструкции на вечномерзлых грунтах и позволит эксплуатировать дорожные насыпи без оттаивания материковых оснований.

Известно устройство серийного производства компании JohnDeere 1490D для сбора лесосечных отходов. Устройство предназначено для очистки лесосек от порубочных остатков путем формирования пакетов из лесосечных отходов. Пакетировщик (согласно рисунку 1), проезжая по лесосеке, собирает порубочные остатки 1 при помощи манипулятора и погружает их в пакетированный модуль транспортного средства 2. Затем верхний ролик 3 прижимает лесосечные отходы к ролику 4, после чего начинают проворачиваться, проталкивая вперед. В камере 5 происходит прессование с

приданием цилиндрической формы, за счет гидравлически сдвливающихся челюстей, находящихся в устройстве 7. После чего протаскивающее устройство подпрессовывает отходы и по штангам 6 перемещает их дальше, где вязальное устройство 8 фиксирует цилиндрическую форму методом обвязки синтетическим шпагатом. В камере 9 происходит резка пакета на необходимую длину. На выходе получается готовый пакет 10. Пакетировочный модуль (рисунок 1) имеет 2 пресси и 2 подающих ролика (1 верхний, 1 нижний). Отрезным устройством служит выдвигающаяся цепная пила. Результат такого прессования является пакет сформированных лесосечных отходов (рисунок 2).



1 - отходы; 2 - приемочный стол; 3 - верхний ролик; 4 - нижний ролик; 5 - камера прессования; 6 - продольные штанги; 7 - протаскивающее устройство; 8 - обвязочный магазин; 9 - камера раскрывежки; 10 - упакованные в пакет (тюк) отходы [7]

Рисунок 1 - Конструкция пакетировочной установки John Deere 1190E [6]

Подборщик пакетировщик John Deere 1490D обладает производительностью около 20-30 пакетов в час. Конечный продукт в виде пакетов лесосечных отходов имеет диаметр 0,7-0,8 м., длину 3,1-3,2 м. Масса такого пакета варьируется в пределах 400 – 600 кг. Объем пакета составляет около 0,7 м<sup>3</sup> и зависит от характеристик лесосечных отходов. Готовый пакет имеет коэффициент полндревесности  $K_{пд}$  0,4 [2].



Рисунок 2 – Пакет лесосечных отходов

Геотекстиль – это нетканое иглопробивное водо – и воздухопроницаемое синтетическое полотно, находящееся в контакте с почвой, водой и применяемое в строительстве материалами. Геосинтетические материалы применяются в разных областях, начиная от строительства в условиях малой несущей способности грунта, для защиты и армирования откосов, до применения таких материалов в качестве прослоек различных назначений в дорожно-строительных конструкциях, а также при мелиоративных мероприятиях [3]. Существует современный способ применения геосинтетических материалов в дренажных системах, что позволит уменьшить затраты при строительстве [4]. А.В. Машенко и А.Б. Понаморев проводили опыт с геотекстилем, на базе этого, можно сделать вывод, что при цикле заморозание – оттаивание материал не теряет свои свойства, и, значимым фактором является то, что он улучшает свойства деформационных характеристик грунтов [5]. Определенный интерес представляет собой сочетание физико-механических свойств пакетов лесосечных отходов и геотекстильной оболочки. Прогнозируемые конечные свойства такого перспективного продукта позволяют сделать предположение о возможности его успешного применения при строительстве насыпей дорог в переувлажненных условиях, в условиях вечной мерзлоты.

Обертывание пакетов из древесных отходов будет производиться не синтетическим шпагатом, а полотнищем из геотекстильного материала. Сам механизм должен иметь автоматизированную систему подачи материала и обрезки его на готовом пакете, чтобы предотвратить повторное обматывание. Само полотно следует выполнить с использованием замков типа «липучка», для повышения скорости и надежности увязки пакета лесосечных отходов. Таким образом, можно получить совершенно новый продукт, обладающий отличающимися свойствами от обычного пакета лесосечных отходов. Применение такого материала возможно в дорожно-строительной сфере. Например, при строительстве насыпей дорог в переувлажненных и вечномерзлых основаниях. [6] применение пакетов лесосечных отходов в сочетании с геотекстилем позволяет получить весьма недорогой теплоизоляционный материал, пригодный для возведения насыпей на вечномерзлых основаниях.

Вывод:

Существует множество технологий по строительству насыпей на переувлажненных и вечномерзлых основаниях. Все технологии имеют свои достоинства и недостатки. Выявить их возможно при эксплуатации и с течением некоторого времени. Разрабатываемая технология будет служить как альтернативный вариант выбора технологии при строительстве дорог в условиях вечной мерзлоты, переувлажненных участков. Такая технология позволит сразу решить вопрос утилизации древесных отходов лесосек.

#### Список литературы

1. Электронный ресурс «Глобальная оценка лесных ресурсов 2020 основные выводы» <http://usfeu.ru/sveden/Documents/Metod/.pdf>

2. Электронный ресурс использование лесосечных отходов  
[https://bstudy.net/882705/agro/ispolzovanie\\_drevesnyh\\_othodov](https://bstudy.net/882705/agro/ispolzovanie_drevesnyh_othodov)

3. Yun Zhou Geosynthetic Engineering: Geotextile Filters, Federal Highway Administration, Washington D.C., April 1998, 73 p

4. П.К. Никольцев, М.А. Войтов, Современные методы строительства автомобильных дорог в болотистой местности «Инженерный вестник Дона», №1 (2020)

5. Мухамеджанов Г., Пудов Ю. Выбор геотекстиля. Рекомендации проектировщикам. Технический текстиль. 2002. № 3. — с.9.

6. Мащенко А.В., Пономарев А.Б. Планирование экспериментов по улучшению пучинистых свойств сезоннопромерзающих грунтов с помощью геосинтетических материалов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013, №2. URL: [vestnik.pstu.ru/get/\\_res/fs/file.pdf/2782](http://vestnik.pstu.ru/get/_res/fs/file.pdf/2782)

7. А.В. Кочетков, Л.В. Янковский «Проектирование легких насыпей на слабых основаниях с применением геокомпозиционных материалов для строительства транспортных сооружений» // Научно – технический и производственный журнал 2015 год - Ноябрь с. 33 – 36

**УДК 621.431**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЗАЛОЖЕННЫХ УРОВНЕЙ РЕСУРСА, НАДЕЖНОСТИ И  
МЕЖСЕРВИСНОГО ИНТЕРВАЛА  
ДВИГАТЕЛЕЙ КАМАЗ**

А.А. Гафиятуллин<sup>1</sup>, С.В. Снарский<sup>1</sup>, Ф.Л. Назаров<sup>2</sup>, И.Г. Галиев<sup>3</sup>,  
Д.И. Нуретдинов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Завод двигателей ПАО «КАМАЗ»*

<sup>2</sup>*Научно-технический центр ПАО «КАМАЗ»*

<sup>3</sup>*Институт механизации и технического сервиса ФГБОУ ВО «Казанский  
государственный аграрный университет»*

<sup>4</sup>*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский  
(Приволжский) Федеральный университет»*

**Аннотация.** В статье приведены технические параметры двигателей КАМАЗ Р6 и их потребительские свойства. Проанализированы основные конструкторско-технологические решения, реализованные в двигателях Р6 для получения высокого ресурса и увеличенной периодичности технического обслуживания. Представлен метод, позволяющий улучшить приработку цилиндра-поршневой группы в начальном периоде эксплуатации путем обработки гильзы цилиндра.

**Ключевые слова:** двигатель, цилиндр-поршневая группа, гильза цилиндра, поршень, надежность, ресурс, межсервисный интервал, латунирование

# TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR PROVIDING THE SET RESOURCE, RELIABILITY AND PERIOD OF MAINTENANCE OF KAMAZ ENGINES

A.A. Gafiatullin<sup>1</sup>, S.V. Snarsky<sup>1</sup>, F.L. Nazarov<sup>2</sup>, I.G. Galiev<sup>3</sup>, D.I. Nuretdinov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Engine plant of PJSC "KAMAZ"*

<sup>2</sup>*Scientific and technical center of PJSC "KAMAZ"*

<sup>3</sup>*Institute of Mechanization and Technical Service FGAOU VO "Kazan State Agrarian University»*

<sup>4</sup>*Naberezhnye Chelny Institute (branch) FGAOU VO "Kazan (Volga Region) Federal University"*

**Annotation.** The article presents the technical parameters of KAMAZ P6 engines and their consumer properties. Analyzed are the main design and technological solutions implemented in the P6 engines to obtain a high resource and an increased frequency of maintenance. A method is presented that makes it possible to improve the running-in of the cylinder-piston group in the initial period of operation by processing the cylinder liner.

**Key words:** engine, cylinder-piston group, cylinder liner, piston, reliability, resource, service interval, brass plating

**Введение.** При конструировании и производстве автомобиля должен быть заложен определенный уровень надежности и ресурс агрегатов и узлов [1]. В процессе эксплуатации уровень работоспособности агрегатов и оптимальные параметры его функционирования поддерживаются системой технического обслуживания и ремонта [2].

ПАО «КАМАЗ» постоянно совершенствует выпускаемые автомобили и, в частности, дизельные двигатели. Межсервисный интервал ТО-2 автомобилей КАМАЗ поколений К3 и К4 с двигателем V8 составляет 50 тыс. км (для I категории условий эксплуатации). При разработке нового поколения К5 автомобилей с двигателем P6 ПАО «КАМАЗ» изначально поставил целевые показатели, которые обеспечат высокий уровень надежности и конкурентоспособность с лучшими аналогами зарубежной техники. На магистральных тягачах последнего поколения КАМАЗ-54901 периодичность технического обслуживания увеличилась до 120 тыс.км. (для I категории эксплуатации).

На автомобилях КАМАЗ-54901 устанавливаются двигатели нового семейства P6 – рядные шестицилиндровые двигатели КАМАЗ-910.12-450 и КАМАЗ-910.10-550.

Основные заявленные потребительские свойства двигателей семейства КАМАЗ P6:

- минимальный удельный расход топлива – 182,5 г/кВт·ч;
- ресурс двигателя до первого капитального ремонта – 1500000 км;
- средняя наработка на отказ двигателя в составе автотранспортного средства в условиях I категории эксплуатации – не менее 150000 км;
- периодичность ТО, определяемый сроками замены масла (межсервисный интервал – до 150000 км;
- температура эксплуатации: от -40 до +50 °С;
- габариты 1375×930×1160 мм, масса – 1080 кг;

- расход масла на угар (в процентах от расхода топлива) – 0,05%.

Двигатели КАМАЗ Р6 по ряду важных параметров выигрывают у двигателей ведущих мировых производителей с аналогичными техническими характеристиками, а, именно, имеют большую удельную литровую мощность (33,75 кВт/л), наименьший минимальный удельный расход топлива (182,5 г/кВт·ч), максимальный ресурс двигателя (1500 тыс. км), максимальный интервал замены моторного масла (150 тыс. км) и практически минимальную удельную массу (2,67 кг/кВт).

Высокий ресурс двигателя КАМАЗ Р6 и увеличенный межсервисный интервал были достигнуты за счет реализации конструкторских решений и новых технологий в области систем фильтрации воздуха, топлива и масел, высокопрочных покрытий поверхности деталей, электронного управления двигателем, системой диагностики режимов работы двигателя. Было сокращено количество требующих обслуживания механизмов и систем.

Основные конструкторские решения, реализованные в двигателях Р6:

- чугунный блок цилиндров с оребрением для повышения жесткости и снижения шума (рис. 1);
- в блок-картер интегрированы улитка водяного насоса и фланцы для установки привода топливного насоса и пневмокомпрессора, что позволило снизить габаритные размеры блока цилиндров;
- индивидуальные четырехклапанные головки блока цилиндров, изготовленные из легированного серого чугуна, способные выдерживать высокую теплонапряженность;
- шатун с косым разъемом и разрывным стыком;
- коленчатый вал из среднеуглеродистой стали с микролегированием обработкой ТВЧ коренных и шатунных шеек;
- нагруженные вкладыши (верхние шатунные и нижние коренные) из стали-бронзовой ленты, на которую нанесено гальваническое покрытие, обладающее высокой износостойкостью (PVD-покрытие);
- поршни из легированной стали, с двумя компрессионными и одним маслосъемным кольцами; верхнее компрессионное и маслосъемное кольца - с хром-алмазным покрытием (рис. 1);
- гильза цилиндра чугунная, мокрого типа с верхним буртом и тремя уплотнительными кольцами (рис. 1);
- современная топливная аппаратура аккумуляторного типа с электронным управлением;
- система смазки с увеличенным (до 44 литров) объемом;
- закрытая система вентиляции с центробежным маслоулавливающим фильтром (ресурс фильтра до 400 000 км);
- система охлаждения с гибким регулированием температурного режима (за счет применения двух термостатов);
- топливные и масляные фильтры с высокой степенью очистки;
- воздушный двухступенчатый фильтр с повышенной пылеемкостью;
- автоматическая регулировка натяжения ремней;

- прогрессивные крепёж, резино-технические изделия и прокладки.

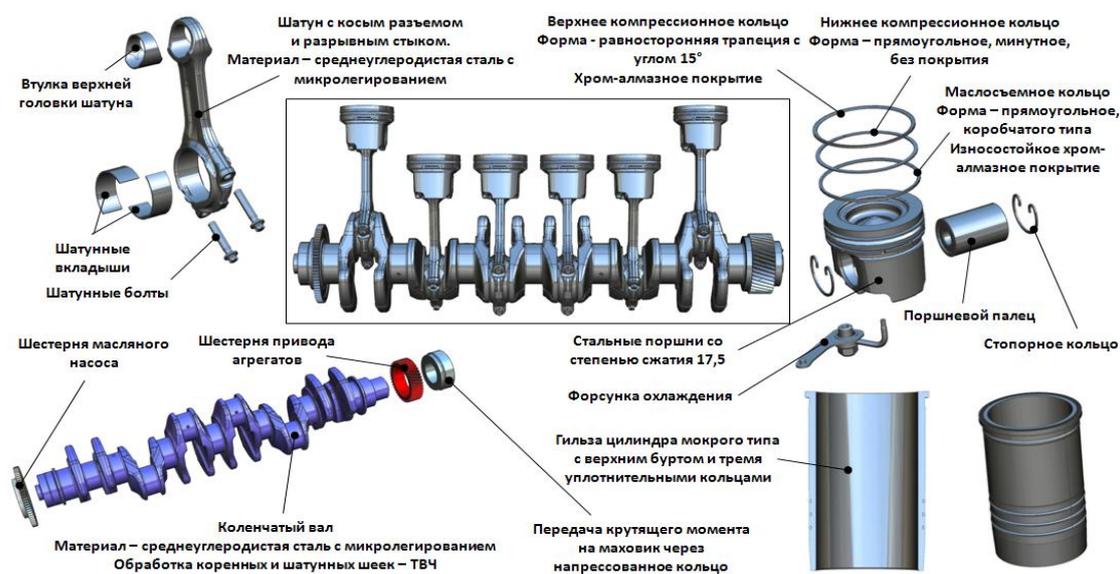


Рис. 1 – Цилиндропоршневая группа двигателя КАМАЗ Р6

Срок службы двигателей внутреннего сгорания определяется в основном интенсивностью изнашивания деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ), увеличение ресурса которых является актуальной задачей. Ресурс деталей ЦПГ зависит от различных конструктивных, технологических факторов и условий эксплуатации [3].

Наиболее важным для ресурса сопрягаемых деталей ЦПГ является обеспечение режима жидкостного трения, особенно в условиях применения чугуновой гильзы и стального поршня.

В периоде начала приработки, при холодных пусках двигателя или резкого изменения нагрузочного режима слой смазки в сопряжениях уменьшается и становится недостаточным для предотвращения контактирования микронеровностей поверхностей деталей, происходит интенсивное изнашивание и разрушение трущихся поверхностей [4]. Примером таких явлений являются натирсы, задиры, прижёги на поршнях, гильзах и кольцах (рис. 2).



Рис. 2 – Поршень и гильза цилиндров двигателя с натирсами после эксплуатации

**Методы обработки гильзы цилиндра.** Для повышения ресурса и безотказности деталей широко применяется эффект избирательного переноса при трении [5]. Примером является создание многослойного покрытия, которое хорошо пристает к поверхности цилиндра и обеспечивает улучшенные характеристики приработки и работы ЦПГ [6].

Недостатком предлагаемого в аналоге цилиндра является то, что отдельные слои напыляются при помощи плазмы с нагревом до температуры свыше 1140°C (равной температуре плавления бронзы), при этом поверхность гильзы также разогревается для улучшения сцепляемости напыляемого металла с поверхностью гильзы и требует завершающей механической обработки. Это приводит к большим затратам и эффективно при выполнении в больших по размеру и дорогостоящих цилиндрах, таких как судовые ДВС, неприменимо для малоразмерных автотракторных двигателей массового производства.

Практика борьбы с задирами на двигателях КамАЗ-740 показывает, что одним из наиболее эффективных средств предупреждения задиров и повышения износостойкости является применение финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО) [7, 8]. За счет совершенствования условий трения использованием покрытия гильз удалось улучшить процесс приработки ЦПГ на АО «Ремдизель».

Повышение ресурса ЦПГ современных автомобильных двигателей возможно введением в технологический процесс производства гильз цилиндров нанесения на рабочие поверхности слоя цветного металла (латуни, бронзы, меди) методом втирания [8].

Для использования при массовом производстве и ремонте двигателей разработан способ нанесения прирабочного латунного покрытия. Латунированию подвергаются гильзы после окончательного чистового хонингования в основной технологической цепочке. Способ для нанесения латуни на рабочую поверхность гильзы технологически прост, не требует специального оборудования и данный процесс можно производить на хонинговальном станке СС6101 с применением оснастки для латунирования и состава активизирующей технологической жидкости, которая представляет собой смесь глицерина с хлоридами металлов. Для использования в процессе обработки изготавливаются ролики из латунных прутков марки ЛМц 58-2-2.

Процесс латунирования проходит следующим образом: гильза с окончательной обработкой по внутреннему диаметру (рис.3, а) устанавливается в приспособление хонинговального станка. В хонинговальную головку вместо хонинговальных брусков устанавливаются 3 латунных ролика. Ролики и поверхность гильзы смачиваются технологическим раствором при рабочих ходах. На поверхность гильзы наносится слой латуни толщиной 0,02-0,03 мм (рис. 3, б). Последующая механическая обработка гильзы не требуется. С таким нанесенным покрытием производится установка гильзы в двигатель.

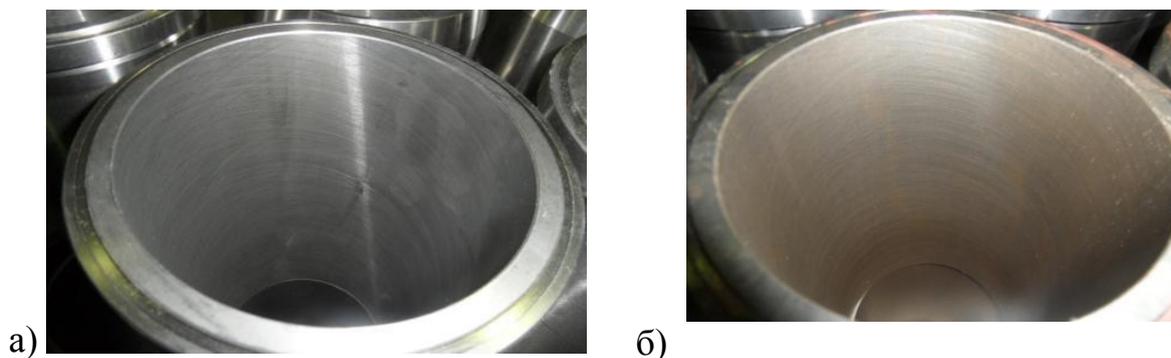


Рис. 3 –Обработанная в окончательный размер гильза (а), латунированная гильза (б)

**Обсуждения результатов.** Нанесенный слой латуни хорошо сцепляется с основной поверхностью гильзы, обладает хорошей пластичностью. При работе поршневых колец слой выдавливается (соскабливается) с высоконагруженных мест и переносится в места гильзы с неполным прилеганием колец, заполняя их и наращивая размер. Увеличивается площадь контакта рабочей поверхности колец и гильзы, снижается контактное давление и предотвращаются местные задиры, прижоги, схватывание колец и гильзы.

**Заключение.** Как показывают исследования, интенсивность изнашивания обработанной латунированием гильзы на два порядка ниже ( $4 \cdot 10^{-12}$ ) по сравнению с обычной гильзой ( $2 \cdot 10^{-10}$ ).

Преимуществом латунирования методом ФАБО является то, что он производится без нагрева детали и не требует завершающей механической обработки. Процесс может осуществляться в технологическом потоке производства съемных гильз, а также в блоке при производстве новой ДВС или его ремонте в авторемонтных заводах.

#### Список литературы

1. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике: Термины и определения; введ. 2017-03-01 – Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 декабря 2015 г. N 83-П); Москва: Стандартинформ, 2016.– 30 с.
2. ГОСТ 18322-2016 Система технического обслуживания и ремонта техники: Термины и определения; введ. 2017-09-01 – Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 ноября 2016 г. № 93-П); Москва: Стандартинформ, 2017. – 16 с.
3. Гаркунов Д.Н., Поляков А.А. Повышение износостойкости деталей конструкций самолетов. – М.: Машиностроение, 1978 – 234 с.
4. Кулаков А.Т. Безмоторные стендовые испытания сопряжений гильза-кольцо двигателя КамАЗ-740 / А.Т. Кулаков, Х.Ф. Бурумкулов, А.Г. Андреева, М.И. Мистриков, И.В. Глазова, А.А. Хотенко // Вестник машиностроения. – № 3. – 1992. – С. 13-16.

5. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.

6. Патент № 2156370 Российская федерация, МПК F02F1\00. Элемент цилиндра, такой как гильза цилиндра, поршень и др. / Мочульский Лех; заявка: № 99100629/06, от 25.11.1997; опубликовано: 20.09.2000 бюл. № 26.

7. Патент № 2570683 Российская Федерация, МПК С23С 26/00. Способ обработки гильзы блока цилиндров с созданием антифрикционного покрытия / Кулаков А.Т. Якубович И.А., Якубович А.Н., Малаховецкий А.А., Макушин А.А., Малаховецкая А.Н., Лужбин Д.С.; патентообладатели Кулаков А.Т. Якубович И.А., Якубович А.Н., Малаховецкий А.А., Макушин А.А., Малаховецкая А.Н., Лужбин Д.С.; - № 2013111140/02 ; заявл. 13.03.2013; опубли. 10.12.2015, Бюл. № 34 – 6 с.

8. Снарский, С.В. Повышение надежности двигателей ПАО «КАМАЗ» оптимизацией термонапряженного состояния деталей цилиндра – поршневой группы / С.В. Снарский, Г.Г. Гаффаров, А.Г. Гаффаров, С.Ю. Коваленко. – Санкт-Петербург: Двигателестроение. – №2. – 2017. – С. 29-33.

**УДК 629.3**

## **РАБОТА ГИДРОПРИВОДА МАШИН ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Г.О. Карабанов

*Тюменский Индустриальный Университет*

**Аннотация:** В статье подробно раскрыты причины снижения гидропривода машин при высоких температурах, отказ и виды отказов узлов, а также предлагаются варианты решения проблемы.

**Ключевые слова:** Гидропривод, машина, повышение, температура, работа, устройство, эксплуатация, условия, процесс, рабочая жидкость, масло, эффективность, система.

## **OPERATION OF THE HYDRAULIC DRIVE OF MACHINES AT HIGH TEMPERATURES**

G.O. Karabanov

*Tyumen Industrial University*

**Abstract:** The article reveals in detail the reasons for the reduction of hydraulic drive of machines at high temperatures, failure and types of node failures, and also offers solutions to the problem.

**Keywords:** Hydraulic drive, machine, increase, temperature, operation, device, operation, conditions, process, working fluid, oil, efficiency, system.

### **Введение**

Гидропривод подверженный высокими температурами во время работы производит снижение технико-эксплуатационных показателей гидрофицированных машин.

Температура 70 °С и выше, влияет на снижение вязкости рабочей жидкости и значительно увеличивает объем потерь.

1. Интенсивный износ из-за уменьшения сглаживания поверхности трения.
2. Измените линейные размеры нагревательных элементов.
3. Снижение объемного КПД гидравлических машин.
4. Точность технологических операций ухудшается, а ресурс гидравлического оборудования значительно снижается.

Гидравлические машины, подвергаемые эксплуатации при высоких температурах, требуют задействования мер для увеличения теплопередачи и стабилизации температуры во время работы.

#### **Анализ состояния проблемы и задачи исследования.**

Объемные гидроприводы устанавливаются в дорожно-строительной технике, которая работает в различных условиях (климатических и экстремальных).

Степень воздействия внешней температуры и защиты гидравлического оборудования потребителя уровень экстремального воздействия может определяться природными факторами.

Факторы, влияющие на условия эксплуатации:

- Температура окружающей среды.
- Давление в воздухе.
- Скорости потоков ветра.
- Уровень загрязненности и влажности атмосферы.

Данные факторы, так или иначе, влияют на работу узлов гидропривода.

#### **Выдвижение рабочей гипотезы.**

Работа гидропривода машин при высоких температурах приводит к неисправностям и нарушениям работы:

- Снижение работоспособности терморегулирующей аппаратуры и циркуляции жидкостей системы охлаждения в системе охлаждения.
- Повышение давления, сбой гидравлических клапанов в сливных гидролиний.
- Загрязнение жиклеров (демпферов) устройства в переливном клапане.

В ходе работы будут рассмотрены факторы, которые влияют на термическое состояние привода и приведутся варианты решения проблемы.

#### **Теоретическое исследование.**

Установлено что, специальные высокоочищенные минеральные масла активно применяются в гидроприводных машинах (рис.1; рис.2).

Маслам присущи такие характеристики как: повышенные смазывающие свойства и безопасность степени токсичности. Минеральные масла, сравнительно с синтетическими рабочими жидкостями, более вязкие и имеют пониженные противопожарные свойства. Основными показателями качества рабочей жидкости являются: вязкость, наличием загрязнений и их степень, наличие влаги и газа, а также степень сжатия.



Рис. 1 – Anderol Bio Guard FRHF 46



Рис. 2 – Gazpromneft Hydraulic

Состояние рабочей жидкости отражается на результатах эксплуатации гидропривода, так как гидравлическое оборудование функционирует за счет:

1. Смазки контактных поверхностей трения.
2. Защиты от коррозии.
3. Отвода тепловых зон.

#### **Климатическое влияние на гидропривод.**

Значительное влияние на изменение зазоров соединений элементов гидропривода оказывают температурные колебания. Повышенные температурные зоны, типичны для районов с субтропическим и тропическим климатом (к субтропикам России относится большинство регионов Северо-Кавказского Федерального округа и Южного Федерального округа) оказывает негативное влияние на параметры функционирования гидрооборудования приведённые ранее.

Нагрев масла (от 60 °С и выше) ускоряет процесс старения, способствует окислению органических кислот и асфальтосмолистых веществ тем самым загрязняя жидкость. На процесс старения масла оказывает его воздействие с кислородом, происходит процесс окисления, нагрев масла, воздействие ультрафиолета и катализ, поглощение кислорода активизирует коррозионные процессы в контактных элементах конструкции. В результате коррозионных процессов, происходит разрушение гидроагрегатов и ускоренный выход из строя фильтров.

Рекомендуется для контроля над температурой устанавливать термодатчики и теплообменники в гидравлических системах, для интенсивных операций, для нагрева жидкости и ее охлаждения, в зависимости от времени года.

#### **Экспериментальное исследование.**

Высокая температура рабочей жидкости оказывает существенное влияние на износостойкость металлических деталей гидравлического оборудования. За каждые 10 °С повышения температуры, объем масла увеличивается на 0,7 % и приводит к пенообразованию. Без оптимизации конструкции сливных линий, происходит повышенное пенообразование и приводит к отказу насоса и к другим серьёзным неисправностям.

При температуре 70 °С или выше, приводит к ухудшению условий контакта с поверхностью трения и объемные разрушения резинового уплотнения (твердость резины). Это приводит к ослаблению защитных свойств масла, образованию сухих зон трения и износу манжетных уплотнений (увеличение в 1,5-1,7 раза), кольца круглого сечения (увеличение в 1,3 раза).

Рабочая жидкость при температуре 80°С и выше приводит к снижению производительности одноковшового экскаватора до 35% из-за увеличения рабочего цикла. Когда жидкость перегревается, от работы, до 90 °С, рабочая скорость гидроцилиндра продолжает снижаться, время рабочего цикла увеличивается в 2-3 раза, а давление нагнетания снижается.

Температура рабочей жидкости, доведённая до максимально значения, сокращает длительность непрерывной работы гидропривода машин.

Для охлаждения, требуется время вынужденного простоя экскаватора, и оно составляет 15-20 % от суммарного времени выполнения работ.

Факторы, влияющие на температурные повышения во время работы привода:

1. Режим работы:
  - 1.1 общее время работы за один промежуток времени;
  - 1.2 состояние номинального давления в гидроприводе;
  - 1.3 длительность работы под нагрузкой.
2. Климатические условия:
  - 2.1 солнечная радиация;
  - 2.2 скорость ветра;
  - 2.3 температура окружения;
  - 2.4 степень загрязненности воздуха окружающей среды.
3. Конструктивные особенности:
  - 3.1 мощность, потребляемая при работе;
  - 3.2 давление в гидроприводе;
  - 3.3 теплопередача гидропривода;
  - 3.4 зоны теплоизлучающих поверхностей гидропривода;
  - 3.5 площадь теплообменника;
  - 3.6 тепло, выделяемое выхлопными газами двигателя внутреннего сгорания.
4. Состояние гидравлического оборудования:
  - 4.1 изменение рабочей жидкости: вязкости, объемного модуля упругости;
  - 4.2 изменение точек трения и зазоров между разъемными соединениями;
  - 4.3 изменение качества фильтрации: увеличение интенсивности загрязнения рабочей жидкости;
  - 4.4 техническое состояние гидрооборудования;
  - 4.5 срок службы машины.

#### **Обсуждение результатов исследования.**

Повышение температуры (самонагрев во время работы и воздействие внешних факторов) приводит к механическим повреждениям, выходу из строя

устройства и кинематических соединений из-за изменения размеров компонентов. Повышается вероятность заклинивания деталей. Влияние температуры окружающей среды влияет на зазоры между соединениями, состоянием рабочей жидкости, физико-механическими свойствами материала и соединениями, что приводит к ухудшению параметров гидравлического оборудования и гидравлической передачи, и гидравлической автоматизации.

### **Заключение**

На гидравлическую систему косвенно влияют источники тепла. Части гидросистемы должны быть обеспечивать поглощение внешнего тепла, и осуществлять перенос внутреннего тепла на поверхности. Экранирование может быть эффективно использовано для сдерживания и теплоотвода от внешних источников. Также используются изолирующие прокладки из резины, из искусственного камня или дерева. За счет выбора покрытий и использования теплоотражающих слоев также можно улучшить отвод тепла стенок бака.

Было обнаружено, что корпус, покрытый алюминиевой краской, нагревается на 30 % теплее, чем поверхность, покрытая неметаллической краской. Исключить перегрев рабочей жидкости может использование аксиально-поршневых насосов. Также использование гидроаккумуляторов за счет накопления энергии с дальнейшей ее отдачей в гидросистему машины.

При проектировании гидроприводов для машин должно учитываться влияние климатических условий на структуру и конструкцию гидравлической системы, работающей в высокотемпературном интенсивном режиме, в том числе с использованием высокотемпературных теплообменных устройств.

### **Список литературы**

1. Альнайф, М.А. Совершенствование систем приводов гидрофицированных машин для эксплуатации в условиях высоких температур// <https://www.dissercat.com/>
2. Тинь, Н. В. Совершенствование технической эксплуатации гидроприводов строительных и дорожных машин, используемых в условиях жаркого климата: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Тинь Н. В. - Харьков, 1991. - 16 с.
3. Хигасида, Ф. Оптимальная температура и вязкость рабочих жидкостей гидросистем / Ф. Хигасида // Кэнсэцу-но кикайка. 1976. - Т. 15, № 5. -С. 94-96.
4. Каверзин, С.В. Потери на трение в гидроцилиндрах в зависимости от температуры. Трение и изнашивание / С. В. Каверзин, Г. А. Ребизов. - Красноярск, 1977. - Вып. 2. - С. 73-76.
5. Каверзин, С. В. Исследование влияния температуры рабочей жидкости в гидроприводе на трение и износ уплотнений силовых цилиндров: дис. ... канд. тех. наук С. В. Каверзин. - Красноярск, 1969. - 141 с.
6. Лейко, В. С. Особенности расчета и проектирования гидропривода для обеспечения работоспособности при низких температурах / В. С. Лейко, В. А. Васильченко // Вестник машиностроения. - 1974. - № 9. - С. 7-11.
7. Семенова, И.Н. 7 возможных неисправностей и их причины в работе

гидропривода // ПРОМСНАБ: <https://gidro-impuls.ru/>

8. Каверзин, С. В. Повышение эксплуатационной надежности гидропривода лесопогрузчиков / С. В. Каверзин, В. Г. Мельников // Лесная промышленность. - 1983. - № 6. - С. 19.

9. Мирзоян, Г. С. Влияние повышения температуры рабочей жидкости на расчет величины утечек в объемных гидроприводах строительно-дорожных машин / Г. С. Мирзоян, В. Ю. Мануйлов. - Красноярск, 1993. - С. 8-17.

**УДК 630\*432.32**

## **МОДУЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В УДАЛЁННЫХ ПОСЁЛКАХ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ ЛЕСАХ**

С.Н. Орловский

*Красноярский государственный аграрный университет*

**Аннотация:** Представлен анализ состояния пожарной охраны сельских населённых пунктов. Установлено, что ввиду удалённости посёлков прибытие пожарной техники из районных центров в нормативные сроки не обеспечивается. Оснащение поселковых дружин пожарно- спасательными комплексами не решает вопрос защиты посёлков от природных пожаров. Предложена конструкция модуля пожарного для тушения жилых и производственных помещений в удалённых посёлках, а также природных пожаров на окружающей их территории, приведены его технические характеристики.

**Ключевые слова:** сельские посёлки, пожары, тушение, пожарные модули, комплектация, природные пожары, тушение.

## **MODULAR EQUIPMENT FOR EXTINGUISHING FIRE IN REMOTE VILLAGES AND ADJACENT FORESTS**

S.N. Orlovsky

*Krasnoyarsk State Agrarian University*

**Annotation:** The analysis of the state of fire protection in rural settlements is presented. It was established that, due to the remoteness of the villages, the arrival of firefighting equipment from the regional centers within the standard time frame is not ensured. Equipping village squads with fire and rescue complexes does not solve the issue of protecting villages from wildfires. The design of a firefighter module for extinguishing residential and industrial premises in remote settlements, as well as natural fires in the surrounding area, is proposed, its technical characteristics are given.

**Key words:** rural settlements, fires, extinguishing, fire modules, equipment, natural fires, extinguishing.

### **Введение**

По данным МЧС, около трёх тысяч населённых пунктов Красноярского края находятся на удалённости от районных центров, не обеспечивающей своевременное прибытие пожарной техники и личного состава из расположенных в районных центрах частей в нормативные сроки. Учитывая плохое состояние дорог, особенно в распутицу, проблема пожарной защиты жилых домов и производственных объектов, а также тушение загораний в припоселковых лесах для удалённых посёлков является весьма актуальной. В ряде посёлков существуют пожарные дружины, но оснащение их в лучшем случае сводится к наличию мотопомпы типа МП – 800.

Наличие мотопомп без обеспечения их запасом воды проблему борьбы с пожарами не решает. До сих пор на сельских домах висят таблички с нарисованными на них ведром, багром, лопатой, с которыми жители должны прибыть на пожар. Пожарные автомобили в районных центрах используются редко, их количество ограничено, увеличение численности нерационально. При больших размерах возгораний подход резервов из соседних районных центров или близкорасположенных городов может занять несколько часов.

В последнее время часть поселковых пожарных дружин Красноярского края оснастили пожарно-спасательными комплексами «Огнеборец» конструкции ООО «Арника», которые представляют собой легковой автомобильный прицеп, на котором установлено противопожарное оборудование и специализированное снаряжение, предназначенное для ведения пожарно-спасательных работ [1]. Запас воды 450 дм<sup>3</sup>, наличие мотопомпы и комплекта рукавов позволяют с помощью комплексами «Огнеборец» при наличии пожарного водоёма или источника справиться с огнём в жилом доме при прибытии на объект тушения в нормативные сроки. В то же время все пожарные автомобили и комплекс «Огнеборец» не рассчитаны на решение задачи защиты прилегающих к лесам посёлков от воздействия лесных пожаров, последствия которых могут быть катастрофическими.

Выходом из создавшегося положения может быть оснащение посёлков пожарными модулями, представляющими собой автономную надстройку пожарного автомобиля, используемую только на пожаре и в режиме ожидания находящуюся в полной боевой готовности. Опыт созданию пожарных модулей в России имелся в лесном хозяйстве, где выпускались съёмные пожарные цистерны к автомобилям, трелёвочным тракторам и гусеничному вездеходу ГАЗ – 71. Достоинства названных модулей – возможность использования имеющихся в посёлках машин для борьбы с пожарами. Недостатки – монтаж некоторых типов модулей на транспортные средства должен производиться заблаговременно, так как он занимает 4 – 6 часов и требует наличия автокрана или специальной эстакады.

В 1993 году автором во Всероссийском НИИ противопожарной охраны лесов и механизации лесного хозяйства (ВНИИПОМлесхозе) был разработан, изготовлен, прошедший приёмочные испытания и был поставлен на производство модуль лесопожарный МЛ – 4. Конструкция модуля обеспечивала его установку на автомобили любых моделей силами водителя за 4 – 6 мин без применения грузоподъёмного оборудования. При работе боевого расчёта время установки сокращалось до 2 мин. После тушения модуль демонтировался с автомобиля, который использовался по прямому назначению [2]. Установка модуля МЛ-4 на грузовой автомобиль представлена на рисунке 1.

Модуль представлял собой контейнер, передняя часть которого была выполнена в виде бака для воды, а на боковых стенках задней части размещены стеллажи в виде ячеек, открывающиеся со стороны центрального отсека, снабжённого откидным трапом. В нижней части модуля установлены

выдвижные опоры с винтовыми домкратами. К модулю прилагались переходные узлы для его крепления на лесовозные автомобили и трелёвочные тракторы.



Рис. 1- Установка модуля в кузов автомобиля ГАЗ-53 (фото автора)

Комплектация модуля МЛ – 4включала пять лесных опрыскивателей РЛО-М, бензопилу «Тайга-214», мотопомпу ПМП-1Л, 240 метров рукавов диаметром 26 мм на катушках, ручной ствол, разветвление, переходники 51- 26 мм, комплект ручных орудий для парашютистов и десантников ЛК-3, лопаты, зажигательные аппараты, две воздуходувки лесопожарные переносные ВЛП-2,5, тяговый модуль МТ-1 для прокладки минерализованных опорных полос, канистры для воды и ГСМ, защитные каски, аптечку и средства для защиты органов дыхания.

Запас воды в баке модуля 4 м<sup>3</sup>, время его заполнения посредством мотопомпы 11 мин, габаритные размеры 3 х 1,8 х 1,8 м, масса эксплуатационная 6300 кг. Доступ в центральный отсек к стеллажам с оборудованием по откидному трапу, выполняющему функции двери. Установка модуля на трелёвочный трактор выполнялась после демонтажа щита и крепления на его место переходных узлов за 80 минут силами тракториста (рисунок 2). На лесовозный автомобиль модуль устанавливался после снятия коника за 20 минут (рисунок 3).



Рис. 2- Модуль МЛ-4 на трелёвочном тракторе ТТ-4



Рис. 3- Модуль МЛ-4 на лесовозном автомобиле КамАЗ

Комплект оборудования модуля МЛ-4 обеспечивал: - прокладку опорных минерализованных полос модулем МТ-1; - тушение низовых лесных пожаров воздушной струёй с применением воздуходувок; - подачу воды на кромку пожара и для заправки РЛЮ; - прокладку опорных полос ручным инструментом; - раскладку рукавных линий; - производство отжига; - непосредственное тушение кромки пожара от мотопомпы или РЛЮ.

Применение модуля позволило повысить оперативность тушения лесных пожаров на начальных стадиях их развития за счёт привлечения неспециализированных автомобилей и тракторов, работающих в лесу, уменьшить затраты на оснащение лесхозов специальным пожарным оборудованием, сократить затраты на строительство пожарно – химических станций. В 1996 году техническая документация на серийное производство модуля МЛ – 4 была передана на Боровлянский завод Алтайского края, где он выпускается и сейчас[3].

В то же время конструкция модуля МЛ – 4, предназначенного только для борьбы с лесными низовыми пожарами, не вполне соответствует требованиям пожарной охраны сельских населённых пунктов в плане оперативности боевого развёртывания, типа мотопомпы, размещения и набора оборудования.

Ввиду этого автором в 2000 году был разработан проект конструкции модуля пожарного МП – 1 для тушения жилых и производственных помещений в удалённых посёлках, а также природных пожаров на окружающей их территории. Также данные модули могут использоваться в качестве резерва средств пожаротушения в районных центрах, а также специализированных лесных подразделениях.

Модуль пожарный МП –1 предназначен для установки на грузовые автомобили грузоподъёмностью 4 - 6 т с платформой, имеющей открывающиеся борта. Особенностью разработанного автором модуля является: - обеспечение хранения пожарного оборудования, инвентаря,

инструментов и средств жизнеобеспечения в полной боевой готовности в периоды между использованием на пожарах; - быстрое переоборудование грузовых автомобилей в пожарные без применения грузоподъёмных механизмов; - оперативная доставка воды и пожарного оборудования к месту возгорания; - подача воды по рукавной линии или посредством лафетного ствола в очаг горения; - прокладка минерализованных или пенных опорных полос и выполнение отжига (пуска встречного огня) при защите посёлков от лесных пожаров; сбивание пламени высокоскоростной воздушно-водяной струёй; - водяное тушение очагов горения в припоселковых лесах [4] .

Конструкция модуля представлена на рисунке 4.

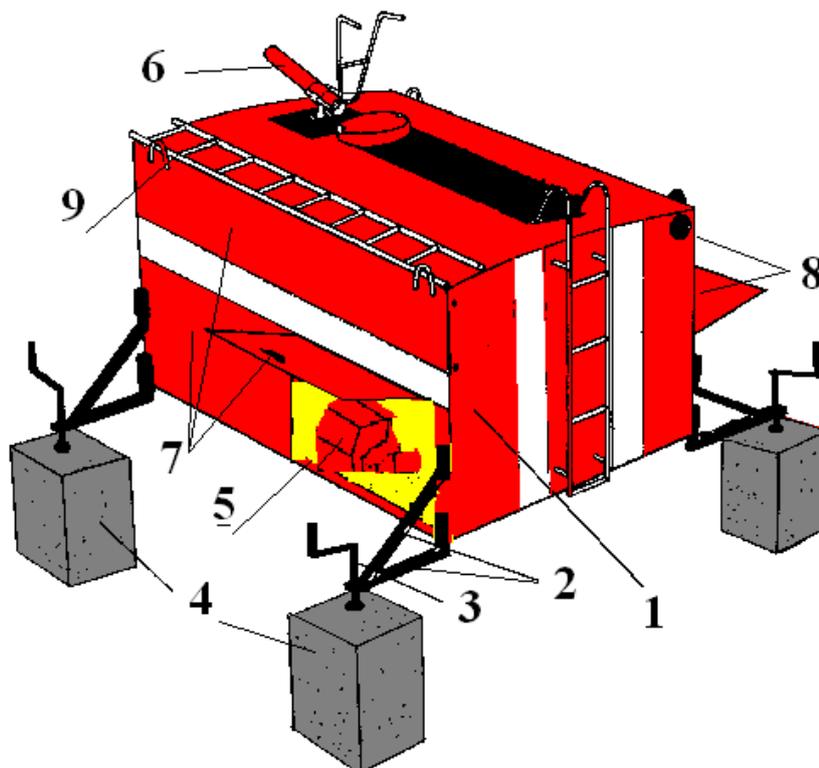


Рис. 4 – Модуль пожарный для защиты сельских посёлков МП - 1

1- корпус модуля, 2- опоры, 3- винтовые домкраты, 4- подставки, 5- мотопомпа, 6 – лафетный ствол, 7- отсеки оборудования и инвентаря для тушения пожаров в населённых пунктах, 8 - отсеки оборудования и инвентаря для тушения пожаров в припоселковых лесах, 9 – лестница.

Модуль имеет показатели технической характеристики, аналогичные применяющимся в пожарной охране автоцистернам, но значительно меньшую стоимость. Его применение не требует приобретения и содержания пожарного автомобиля с водителем, строительства пожарного депо, расходы на эксплуатацию минимальны. Комплектация модуля соответствует требованиям пожарной охраны РФ. Предложение о производстве модуля также было передано на Боровлянский завод, однако производство модуля освоено не было в связи с закрытием ВНИИПОМлесхоза. Технические характеристики модуля приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Показатели технической характеристики пожарного модуля МП- 1

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения
1		2
Масса конструктивная,	кг	1300
Масса эксплуатационная,	кг	5800
Габаритные размеры: длина х ширина х высота	м	3,0 х 1,8 х 1,8
Ёмкость бака для воды	м <sup>3</sup>	4,0
Время установки в кузов силами двух человек	мин	2 – 2,5
<b>Комплектность оборудования</b>		
Мотопомпа встроенная	МП-800*	
<b>Оборудование для тушения пожаров в сельских населённых пунктах</b>		
Пожарное разветвление РТ-50	шт	1
Ствол ручной пожарный	шт	3
Пила двуручная, лестница, верёвка	шт	по 1
Краги пожарного	пар	6
Куртка- боёвка	шт.	6
Каска защитная	шт.	6
Рукав всасывающий – Д-51 с ГР -50 и всасывающей сеткой	м	4
Рукав напорный – Д-51 с ГР -50,	м	120 (6 шт.)
Ствол РСП – 50 или аналог (перекрывной)	шт.	2
Лом универсальный	шт.	1
Багор пожарный	шт.	2
Лопата штыковая	шт.	3
Топор пожарный (с диэлектрической рукояткой)	шт.	1
Огнетушитель ОП-8 (закачной)	шт.	2
Ножницы – кусачки диэлектрические	шт.	1
Боты диэлектрические	пар	1
Перчатки диэлектрические	пар	1
Аптечка медицинская автомобильная	шт.	2
Фонарь ФОС – 3	шт.	1
Зарядное устройство для ФОС -3	шт.	1
Ведро пожарное	шт.	1
Ключ для ГР 50	шт.	1
Канистра 20 л. (для бензина)	шт.	1
Ёмкость 1 литр (для масла)	шт.	1
Воронка	шт.	1
<b>Оборудование для тушения пожаров в припоселковых лесах**</b>		
Ранцевые лесные опрыскиватели РЛО-М	шт.	8
Рукавная катушка	шт.	3

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения
Рукава пожарные диаметр 26 мм длиной 20 м	м	240
Разветвление трёхходовое РТ-26	шт.	2
Рукавоукладчик ПРП-40	шт.	1
Переходник 51-26 мм	шт.	2
Зажигательный аппарат АЗ	шт.	3
Комплект ручных орудий для парашютистов и десантников ЛК-3	компл.	1
Воздуходувка десопожарная ВЛП-20	шт.	2
Пеногенерирующая насадка к воздуходувке	шт.	2
Пеногенерирующая насадка к РЛЮ-М	шт.	2
Канистра 20 л под воду	шт.	1
Канистра 20 л под пенообразователь	шт.	1
Тяговый модуль МТ-1 на базе бензопилы «Урал»	шт.	1
Защитное средство для органов дыхания ЗС-100	шт.	6

\*- По согласованию с заказчиком может применяться другая модель мотопомпы, соответствующая моторному отсеку

\*\* - Комплектность может быть изменена по требованию заказчика в соответствии с его лесорастительными условиями

#### Методика расчёта

По данным испытаний макетного образца МП- 1 усилие на рукоятках винтовых домкратов при подъёме модуля на опоры без воды составляет 12 кг, опускания с водой - 2 кг. Крепление модуля на грузовой платформе бортового автомобиля обеспечивается специальными «шпорами», вдавливающимися в настил грузовой платформы и фиксирующими модуль от смещения.

Производительность тушения кромки пожара высокой, средней и низкой интенсивности водой по рукавной линии или лафетным стволом составляет соответственно 200 - 400, 400 – 600 и 600 – 1000 м/ч. Расход воды при этом составляет 3, 2 и 1 дм<sup>3</sup> на 1 погонный метр кромки пожара. Отсюда следует, что на максимальном удалении очага горения от модуля 200 м расход воды составит 180, 120 и 60 м<sup>3</sup>/мин соответственно. При большем удалении очага горения рукавная линия может использоваться для заправки РЛЮ[5].

Тушение беглого низового пожара с высотой пламени до 1 м может выполняться воздуходувками ВЛП-20 со скоростью 9 – 11 м/мин, что обеспечивает эффективную работу при скорости фронта пожара до 3 м/мин, а также с использованием РЛЮ-М (скорость тушения 3,5 - 6 м/мин на одного рабочего).

При пожарах большей интенсивности воздуходувки ВЛП-20 с пеногенерирующими насадками могут использоваться для прокладки пенных опорных полос при выжигании заградительных барьеров. Производительность

их на данной операции составляет 0,5 км/ч, расход воды с пенообразователем 350 дм<sup>3</sup>/км [6].

Применение на данной операции РЛЮ-М с насадкой позволяет прокладывать пенную опорную полосу со скоростью 0,5 – 2 км в смену в зависимости от типа леса. Протяжённость пенной опорной полосы на одной заправке РЛЮ составляет до 40 м.

Прокладка минерализованных полос тяговым модулем МТ-1 со скоростью до 650 м/ч и производство от них отжига позволяет надёжно локализовать низовой лесной пожар любой интенсивности, а при выжигании полосы шириной более 200 м – и верховой пожар.

#### Заключение

Применение модуля позволит решить следующие задачи:

- привести сроки прибытия пожарной техники к очагам возгорания в соответствие с нормативными (не более 10 мин);
- эффективно ликвидировать возгорания строений в начальной стадии при минимальных затратах и ущербе;
- сократить затраты на приобретение пожарной техники и строительство стационарных типовых помещений пожарной охраны;
- снизить опасность пожаров в припоселковых лесах и перехода лесных пожаров на строения посёлков.

В зимнее время модуль может быть размещён в отапливаемом гараже. Модуль может быть изготовлен в условиях завода или достаточно оснащённых мастерских без применения сложного специализированного оборудования. Внедрение пожарных модулей в удалённых посёлках позволит снизить ущерб от пожаров, предотвратить возможность катастрофических загораний и гибели жилых и производственных помещений.

#### Список литературы

1. Рогачёв А. И. Пожарно-спасательный комплекс/ А.И. Рогачёв Патент на полезную модель № 104075 от 28.10.2010. Патентообладатель - ООО «Арника».
2. Орловский С.Н., Филимонов Э.Г. Модуль лесопожарный МЛ – 4/ С.Н. Орловский Э.Г. Филимонов // Ж. «Лесная промышленность» № 4, 1994.
3. ООО Боровлянский завод «Лесхозмаш» / Алтайский край, с. Боровлянка, ул. Степановой, 10а, <http://141737.ru.all.biz/>
4. Орловский С.Н. Панова З.Н. К проблеме тушения пожаров в удалённых посёлках. /Аграрная наука на рубеже веков. Материалы региональной НПК (30 ноября 2005 г.) Часть 1. Красноярск. КрасГАУ, 2006. С. 353-355.
5. Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А. /Справочник по тушению природных пожаров; Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае - Саянского экорегиона»-Красноярск, 2011. – 130 с.
6. Орловский С.Н. Лесные и торфяные пожары, практика их тушения в условиях Сибири. / С.Н. Орловский //Учебное пособие с грифом СибРУМЦ. Красноярск, КрасГАУ, 2003. 162 с.

УДК 626.822.002.51:631.312.63

## МЕТОДИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ ПЛУЖНЫХ КАНАВОКОПАТЕЛЕЙ КАНАТНО-ЛЕБЁДОЧНОЙ ТЯГИ

С.Н. Орловский

*Красноярский государственный аграрный университет*

**Аннотация:** Существующие технологии строительства открытой осушительной сети предусматривают применение одноковшовых или роторных экскаваторов, а при глубине канав до 1 м — и плужных канавокопателей с двумя- тремя тяговыми тракторами типа Т-170Б. Плужные каналокопатели наиболее просты, надежны и долговечны, обеспечивают высокое качество прокладываемого канала, однако их применение ограничено необходимостью приложения больших тяговых усилий для протяжки рабочего органа, которые при глубине копания более 0,6 м на слабых грунтах невозможно реализовать одним трактором. Реализация требуемых тяговых усилий для работы плужных каналокопателей возможна с применением канатно-лебедочной тяги. На грунтах с низкой несущей способностью такой принцип работы позволяет обеспечить высокую проходимость и КПД, реализовать тяговые усилия, требуемые для прокладки за один проход канала глубиной до 1,7 м. Исследования проводились экспериментально на макетном образце канавокопателя и теоретически, что позволило обосновать параметры агрегата и его рабочего органа на стадии проектирования. Обоснован выбор конструкции канавокопателя и режимов его работы. Возможно применение орудия для осушения заболоченных земель в сельском и лесном хозяйстве, а также для решения задач по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям при тушении торфяных пожаров.

**Ключевые слова:** лесная мелиорация, канавокопатели, трактора, тяговое усилие, упор, лебёдка, канат, канава.

## METHODOLOGY OF TECHNOLOGICAL CALCULATIONS OF ROPE GUTTERS

S.N. Orlovsky

*Krasnoyarsk State Agrarian University*

**Annotation:** Existing technologies for the construction of an open drainage network provide for the use of single-bucket or rotary excavators, and with a ditch depth of up to 1 m - and plow trenchers with two or three traction tractors of the T-170B type. Plow canal diggers are the simplest, most reliable and durable, provide high quality of the channel being laid, however, their use is limited by the need to apply large tractive forces to pull the working body, which, with a digging depth of more than 0.6 m on soft soils, cannot be realized by one tractor. The implementation of the required pulling forces for the operation of plow canal diggers is possible with the use of a cable-winch pull. On soils with a low bearing capacity, this principle of operation allows to ensure high permeability and efficiency, to realize the traction forces required for laying a channel up to 1.7 m deep in one pass. its working body at the design stage. The choice of the design of the trencher and the modes of its operation has been substantiated. It is possible to use the tool for draining wetlands in agriculture and forestry, as well as for solving problems in civil defense and emergency situations when extinguishing peat fires.

**Key words:** forest reclamation, ditchers, tractors, tractive effort, stop, winch, rope, ditch.

### Введение

Существующие технологии строительства каналов открытой осушительной сети предусматривают применение одноковшовых или роторных экскаваторов, а при глубине каналов до 1 м — и плужных каналокопателей с двумя-тремя тяговыми тракторами типа Т-170Б [1, 2]. Результаты сравнения

перечисленных машин с рабочими органами различных типов показывают, что энергозатраты на разработку 1 м<sup>3</sup> грунта одноковшовыми, роторными экскаваторами и плужными каналокопателями составляют соответственно 50, 10, и 1 единицу энергии [3].

Плужные каналокопатели наиболее просты, надежны и долговечны, обеспечивают высокое качество прокладываемого канала, однако их применение ограничено необходимостью приложения больших тяговых усилий для протяжки рабочего органа, которые при глубине копания более 0,6 м на слабых грунтах невозможно реализовать одним трактором.

Реализация требуемых тяговых усилий для работы плужных каналокопателей возможна с применением канатно-лебедочной тяги [4].

Целью работы является создание лебедочно – якорного устройства для протягивания плужного канавокопателя при выполнении мелиоративных работ, позволяющего реализовать тяговые усилия до 12 т при длине каната до 250 м на тяге трактора ДТ – 75 Б.

В нашей стране и за рубежом плужные каналокопатели применяют для прокладки каналов глубиной до 1,5 м (осушителей, временных оросителей, мелких сбросных каналов и др.). Прицепной плужный каналокопатель КМ-1400М предназначен для работы в торфяных и торфо-минеральных грунтах зоны осушения, каналокопатель Д-267А используют в зонах орошения [5].

Из зарубежных плужных каналокопателей наиболее интересны прицепные плужные каналокопатели фирм EversmanMfg. Co. (США), Lokomo и A. AhilstoromOsakeytio (Финляндия).

В то же время более прогрессивным тяговым средством на грунтах с низкой несущей способностью является лебёдка, что связано со стационарным положением ее во время работы и перемещением с грунтом только каната. Подтверждением вышеизложенных положений служит реконструкция навесного канавокопателя ЛКН 600 в канатно-лебедочный [6]. Первый опытный образец канавокопателя канатно-лебедочной тяги (КЛК-1), был изготовлен и испытан автором в 1975 г. На рисунке 1 (А, Б) представлен общий вид упора канавокопателя и его вид в транспортном положении. При испытаниях канавокопателя производились замеры сечения канавы, скорости движения и тягового усилия.

При работе трактор отъезжает на длину троса и подтягивает канавокопатель, затем снова отъезжает. По окончании прокладки канавы канавокопатель подтягивается, упор выглубляется и соединяется крюками с осью плуга. Тяговым усилием лебёдки плуг складывается и соединяется с упором. В этом положении канавокопатель может транспортироваться по двум вариантам:

- на прицепе за трактором;
- на прицепе за автомобилем с погруженным в кузов трактором [6].

При испытаниях КЛК -1 были отмечены следующие недостатки:

1. Канат на лебёдке от трактора ЛХТ-55 на нижних витках раздавливался и быстро приходил в негодность;

2. Частые переезды снижают производительность ввиду недостаточной длины каната;

3. Однобарабанная лебёдка не обеспечивает постоянного тягового усилия по длине гона.



А

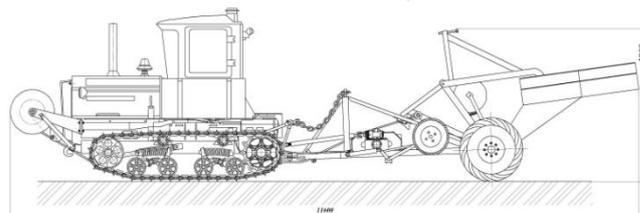
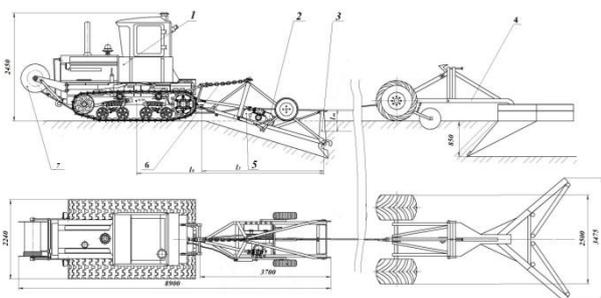
Б

А - упор канавкопателя КЛК-1 перед началом работы;

Б - Общий вид агрегата в транспортном положении

Рис.1 – Канавкопатель КЛК-1

Устранить существующий недостаток можно, применив лебёдку с тросоведущими шкивами. В этих лебёдках тяговое усилие развивается за счёт трения между канатом и шкивом. При реальных тяговых усилиях 150 кН и усилиях натяжения свободного конца каната, сматываемого на намоточный барабан, в пределах 1 - 2 кН, реально требуется три обхвата пары синхронно вращающихся тросоведущих шкивов. Чертежи предлагаемой конструкции агрегата для прокладки осушительных канав представлен на рисунке 2 А и Б.



А

Б

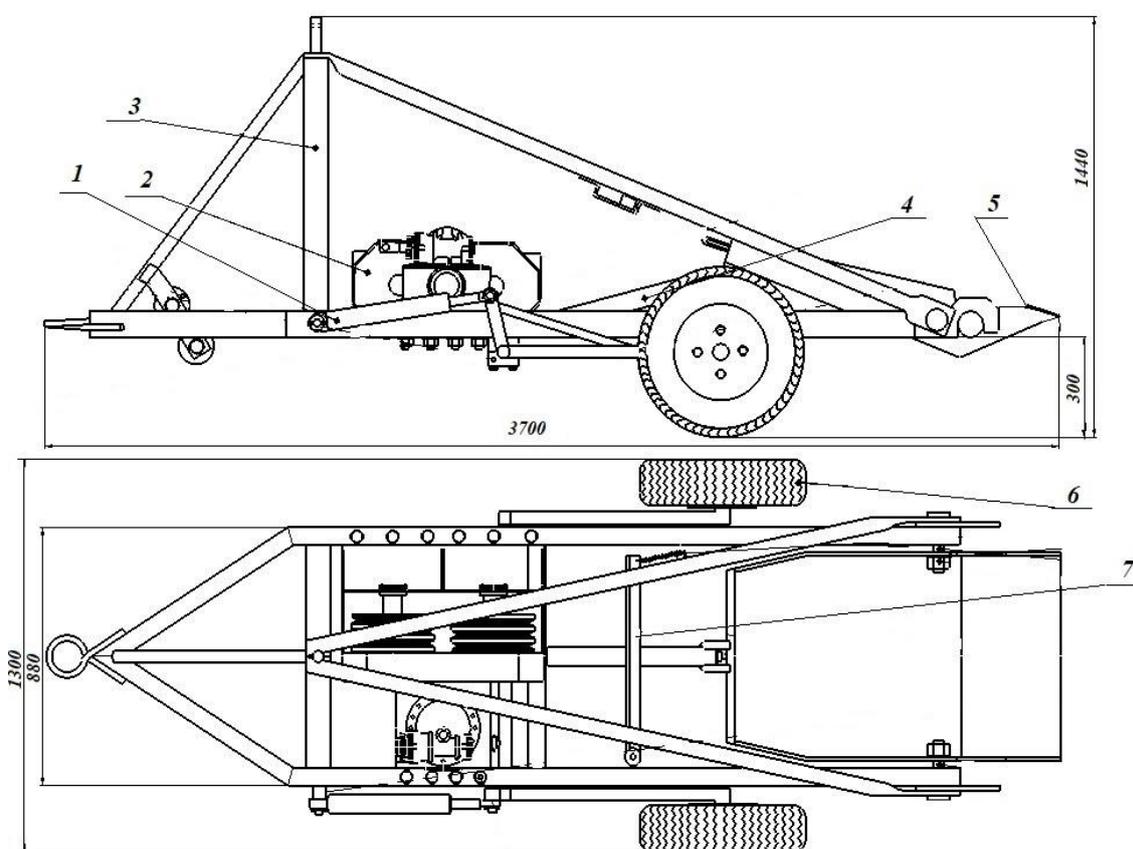
А – Агрегат в рабочем положении. Б – Транспортное положение агрегата  
1 – трактор ДТ-75 Б, 2 – кронштейн подъёма колеса, 3 – упор, 4 – рама, 5 – редуктор с двухбарабанной лебёдкой, 6 – страховочная цепь, 7 – барабан намоточный тягового троса.

Рис. 2 - Чертежи предлагаемой конструкции агрегата для прокладки осушительных канав

Размотка каната двухбарабанной лебёдки должна производиться за счёт отключения тросоведущих шкивов и намоточного барабана от валов их приводов и принудительной размотки каната тяговым усилием трактора.

Лебёдка должна обеспечивать протяжку плужного канавокопателя с глубиной резания до 0,85 м и заложением откосов 1 : 1, шириной по дну 0,3 м на расстояние до 200 – 250 м за 1 цикл и обеспечивать сохранность тягового каната. При этом эффективность использования трактора возрастает за счёт исключения буксования движителей и повышения КПД при протяжке плуга.

Применение проектного орудия снижает трудоемкость и себестоимость работ за счет снижения стоимости орудия, меньшей массы, повышения КПД и производительности использования тракторного агрегата. Проектируемый канавокопатель в транспортном положении с лебедочно - якорным устройством и упором к трактору типа ДТ-75Б представлен на рисунке 3.



1 – гидроцилиндр подъёма - опускания колёс упора, 2 – редуктор с лебёдкой, 3 – рама, 4 – гидроцилиндр поворота упора, 5 – упор, 6 – колёса, 7 - фиксатор грядиля плуга.

Рис. 3 – канавокопатель КЛК в транспортном положении

### Обсуждение результатов

Каналокопатель канатно-лебёдочный предназначен для:

- осушения заболоченных земель;
- борьбы с торфяными пожарами посредством локализации их канавами;

- вытаскивания застрявшей техники.

Проектируемое устройство при выполнении перечисленных работ с применением лебёточно-якорного устройства заменяет два или три трактора Т-10МБ.

Агрегат включает трактор, лебёточно - якорное устройство и канавокопатель канатно-лебёточной тяги (далее по тексту КЛК). Спереди трактора на кронштейнах закреплён намоточный барабан канатоёмкостью 250 м, лебёточно - якорное устройство включает в себя двухбарабанную лебёдку. Привод лебёдки производится от вала отбора мощности трактора через редуктор. Управление лебёдкой и навесным оборудованием производится с места водителя посредством гидравлического распределителя .

Привод намоточного барабана производится от отдельного гидродвигателя МР – 450 установленного внутри барабана. В задней части агрегата смонтирован гидроуправляемый упор, предназначенный для фиксации агрегата при выполнении технологического процесса с применением лебёдки.

Агрегат работает следующим образом. Трактор с канавокопателем подъезжает к месту прокладки канавы, отсоединяет КЛК из транспортного положения в рабочее, отключает привод лебёдки и отъезжает от плуга на длину каната, упор опускается на грунт. Включается лебёдка, канат сматывается на намоточный барабан. Упор при этом удерживает агрегат от смещения.

После окончания прокладки канавы тракторист опускает колёса упора гидроцилиндром 1, движется задним ходом до наложения крюков в задней части рамы 3 на ось плуга, гидроцилиндром 4 поворачивает упор до замыкания оси колёс плуга, перецепляет тяговый трос на раму плуга и, включив лебёдку, складывает его в транспортное положение, закрепляя за фиксатор грядиля плуга 7 (см. рис. 3), после чего переезжает на трассу прокладки следующей канавы.

Площадь упора определяется по тяговому усилию лебёдки. Остальные параметры рабочего органа заданы как исходные данные к проекту и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Техническая характеристика агрегата

Наименование параметров	Значения
Длина каната, м	200 -250
Привод барабанов лебёдки	механический
Привод намоточного барабана	гидравлический
Передаточное число редуктора привода Тросоведущих шкивов лебёдки	8
Тяговое усилие на прямой тяге, кН:	120
Скорость намотки каната, м/с	0,56

Наименование параметров	Значения
Транспортная скорость агрегата, км/ч	до 10
Масса агрегата, кН, не более	16
Производительность на прокладке канав, км/ч	1,5
Обслуживающий персонал, чел.	1- тракторист

### Методика расчёта

Расчёт тягового усилия лебёдки, силы сопротивления плуга и удерживающего усилия упора

Номинальное тяговое усилие лебёдки  $F_{\text{тяг. ном}}$ , Н определяются по формуле

$$F_{\text{тяг-ном}} = \frac{M_{\text{дв. ном}} \cdot i_{\text{ред. ВОМ}} \cdot i_{\text{ред. л}} \eta}{R_{\sigma}}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{дв. ном}}$  – крутящий момент, развиваемый двигателем трактора, Нм;

$i_{\text{ред. ВОМ}}$  – передаточное число редуктора вала отбора мощности (ВОМ);

$i_{\text{ред. л}}$  – передаточное число редуктора лебёдки

$\eta$  – КПД трансмиссии привода тросоведущих шкивов лебёдки,

$R_{\sigma}$  – радиус барабана лебёдки, м.

Для проектируемого агрегата при  $M_{\text{дв. ном}} = 442$  Нм,  $i_{\text{ред. ВОМ}} = 3,44$ ,  $i_{\text{ред. л}} = 7,985$ ,  $\eta = 0,95$  и  $R_{\sigma} = 0,21$  м  $F_{\text{тяг. ном}}$  составит 109, 8 кН.

Для расчёта агрегата необходимо знать баланс мощности агрегата.

Полное тяговое сопротивление каналокопателя составит 96 кН [45].

Данное усилие соответствует тяговому усилию выбранной лебёдки. Запас тяги 14 %.

Затраты мощности  $N_{\text{пер}}$  на движение каналокопателя при выполнении технологического процесса на скорости движения 0,5 м/с определяются по формуле

$$N_{\text{пер}} = \frac{F' \cdot Vg}{\eta_x}, \quad (2)$$

где,  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление орудия, кН

$\eta_x$  – коэффициент полезного действия механизмов трансмиссии трактора и лебёдки, который по справочным данным равен 0, 85.

Для проектируемого КЛК  $N_{\text{пер}}$  составит 56,4 кВт., при этом коэффициент загрузки двигателя для агрегата с трактором ДТ-75Б составит 0,85

Общее тяговое сопротивление упора  $F'$ , кН для торфяных грунтов [5].

$$F' = 10^{-2} \cdot C_1 \cdot h^n, \quad (3)$$

где  $C_{1иn}$  по данным [6];

$$C_1 = 39, n = 1,25$$

$h$  – глубина врезания упора, см.

$F'$  составит 118 кН. Дополнительное тяговое сопротивление агрегата при торможении гусениц базовой машины  $F_2$ , кН, определится по выражению

$$F_2 = G_a \cdot f_{cu} \text{ кН} \quad (4)$$

где  $G_m$  – масса агрегата,  $G_m = 91$  кН;

$f_m$  – сопротивление движению заторможенных гусениц,  $f_m = 0,7$

$F_2 = 63,7$  кН,

Общее тяговое сопротивление агрегата составит 81,7 кН. Коэффициент запаса удерживающего усилия упора равен 1,89. Сопротивление сдвигу упора КЛК достаточно для реализации тяги.

### **Определение устойчивости агрегата в рабочем положении**

Устойчивость агрегата в рабочем положении обеспечивается исключением возможности его поворота вокруг точки опоры, расположенной ниже линия действия силы тяги троса на высоте  $l_m$  под действием опрокидывающего момента  $M_o$ , кНм, определяемого по выражению [6]

$$M_o = F_{\text{тяг. max}} \cdot l_m \quad (5)$$

где  $l_m$  – плечо опрокидывания, равное расстоянию от центра упора до тягового троса, м. (см. рисунок 3).

Удерживающий момент  $M_{yд}$  определяется по выражению

$$M_{yд} = G_a \cdot (l_{\delta} + l_y) \quad (6)$$

где  $G_a$  – масса агрегата, кН;

$l_{\delta}$  – расстояние по горизонтали от центра тяжести трактора до оси упора, м;

$l_y$  – расстояние по горизонтали от центра упора до оси его крепления к базовой машине, м.

Подставляя численные выражения, получим  $M_{opr} = 146,51$  кН · м,  $M_{yд} = 718,9$  кН · м. Коэффициент запаса устойчивости составляет 4,9.

### **Расчет подтягивающего усилия намоточного барабана**

Недостатком существующих однобарабанных лебёдок является изменение тягового усилия при намотке троса на барабан ввиду увеличения радиуса намотки по мере заполнения последнего, а также налагаемые этим ограничения в длине троса, ведущие к увеличению числа циклов протяжки плуга.

Устранить существующий недостаток можно, применив лебёдку с тросоведущими шкивами, в которой тяговое усилие развивается за счёт трения между тросом и тяговым барабаном. При этом свободный конец троса необходимо натягивать для исключения пробуксовки каната ручьям тягового барабана.

Требуемое усилие натяжения  $P$  кН свободного конца троса, сматываемого на намоточный барабан, определяется по выражению [3]

$$P = Q \frac{1}{e^{\mu\alpha}}, \quad (7)$$

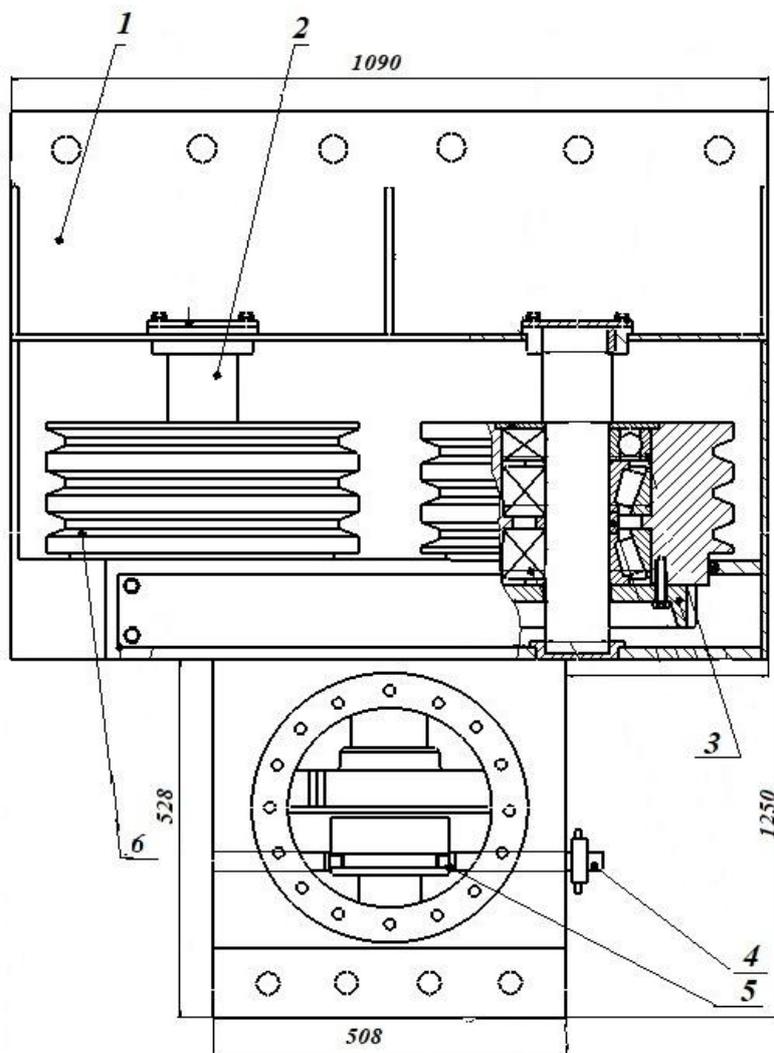
где  $Q$  – тяговое усилие троса, кН;

$\alpha$  – угол обхвата тягового барабана, рад (принято 3 полных обхвата);

$\mu$  - коэффициент трения между тросом и тросоведущим шкивом, зависимость между углом заклинивания  $\beta$  и коэффициентом трения  $\mu$  по экспериментальным данным следующая:

$\beta^0$	0	90	100	110	120	130
$\mu$	0,120	0,175	0,192	0,216	0,246	0,289

$e$  – основание натурального логарифма,  $e = 2,718282$ .



1 – корпус лебёдки, 2 – ось тросоведущего шкива, 3 – шестерня ведомая, 4 – рукоятка отключения привода шкивов тросоведущих, 5 – кулачковая муфта, 6 – тросоведущий шкив.

Рис. 4 – Двухбарабанная лебёдка канавокопателя КЛК

При крутящем моменте гидромотора МР – 450 привода намоточного барабана 1340 Нм и радиусе намотки 0,45 м усилие подтяжки составит 1,19 кН, то есть усилия подтяжки достаточно даже на верхних витках барабана.

Усилия, передаваемые витками троса, размещенными в отдельных ручьях шкива, неодинаковы. Окружные усилия, передаваемые каждой парой полуручьев тросоведущего шкива, определяются по выражению [3].

Кинематическая схема двухбарабанной лебёдки с намоточным барабаном представлена на рис. 5.

$$P_1 = S - S_1 = S \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{2\pi\mu}}\right); P_2 = S - S_2 = S \cdot \left(\frac{1}{e^{2\pi\mu}} - \frac{1}{e^{4\beta\pi\mu}}\right) \dots P_n = S_{n-1} - S_n = S \cdot \left(\frac{1}{e^{2 \cdot (n-1)\pi\mu}} - \frac{1}{e^{2n\pi\mu}}\right). \quad (8)$$

Полное окружное усилие определяется по формуле [6]

$$P = \sum P_i = S \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{2n\pi\mu}}\right) = \kappa H \quad (9)$$

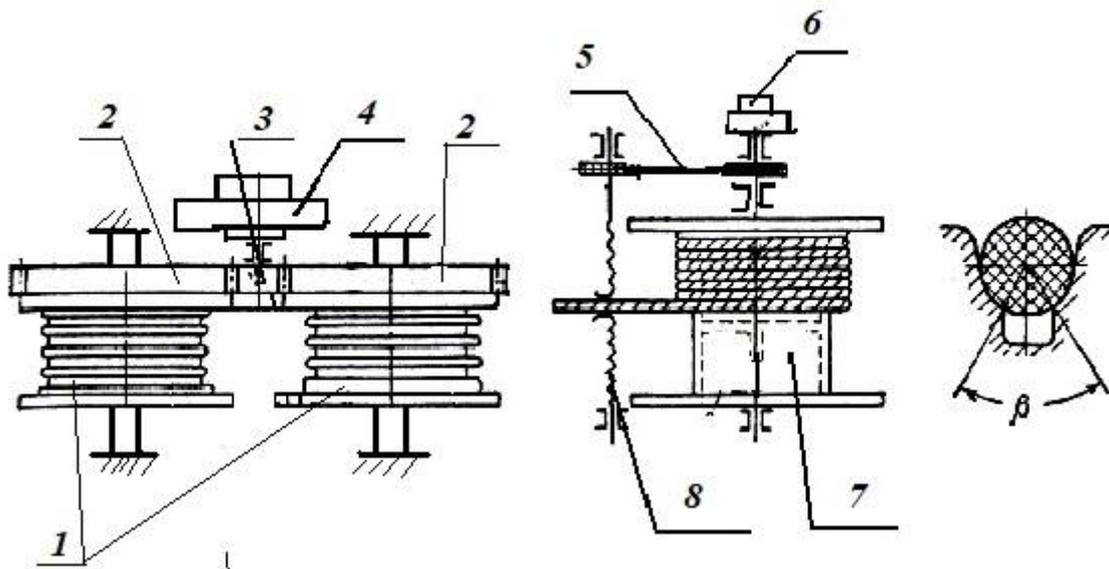


Рис. 5 – Кинематическая схема двухбарабанной лебёдки с намоточным барабаном

1- тросоведущие шкивы; 2 - ведомые зубчатые колёса редуктора; 3 – ведущая шестерня, связанная с валом редуктора; 4 – редуктор; 5 - привод тросоукладчика; 6 - гидромотор привода намоточного барабана; 7 – намоточный барабан; 8- тросоукладчик.

Так как скорость троса, навиваемого на намоточный барабан, меняется при переходе со слоя на слой, то и скорость вращения его должна быть переменной, что достигнуто применением гидравлического привода. Давление в системе привода рассчитывается из условия постоянства натяжения троса.

Размотка троса двухбарабанной лебёдки производится принудительно за счёт отъезда трактора, при этом привод намоточного барабана отключается. Механизм отключения намоточного барабана выполнен с ручным приводом ввиду непостоянного использования. Для расчётов удерживающего усилия упора в расчётах использовалась формула И.И. Мера [3], её применимость была подтверждена экспериментальными исследованиями. Однако она была разработана для определения усилия протягивания ножа в торфяном грунте. Дальнейшее развитие методики расчётов плужных каналокопателей канатно-

лебёдочной тяги должно идти в направлении теоретического и экспериментального изучения сдвига торфяной залежи под воздействием сил, приложенных в горизонтальном направлении, что позволит выбрать оптимальную геометрическую форму и размеры упора по критериям их минимизации.

### **Заключение**

Эффективная работа плужного канавокопателя может быть достигнута только с помощью больших тяговых усилий, которые с помощью только трактора достичь невозможно. Реализация требуемых тяговых усилий для работы плужных канавокопателей возможна с применением канатно-лебедочной тяги. При этом трактор с лебедочно-якорным устройством проезжает, разматывая тяговый трос, по трассе будущего канала и, заякориваясь, протаскивает плужный каналокопатель тяговым усилием лебедки. На грунтах с низкой несущей способностью такой принцип работы позволяет обеспечить высокую проходимость и КПД, реализовать тяговые усилия, требуемые для прокладки за один проход канала глубиной до 1,7 м. При этом энергоёмкость технологического процесса плужного канавокопателя на порядок ниже, чем у других типов рабочих органов.

Повышение производительности лесов остаётся главной задачей лесного хозяйства Российской Федерации. В достижении её важная роль отводилась и будет отводиться осушению переувлажнённых земель, или гидролесомелиорации. В настоящее время площадь осушаемых земель с удовлетворительным регулированием водного режима не превышает 3,5 млн. га.

### **Список литературы**

1. Горский С.С., Мер И.И. Современные мелиоративные машины/ С.С., Горский, И.И Мер// М., 1970. 200 с.
2. Константинов В. К., Собик И.К. Осушительные работы в лесном хозяйстве Финляндии./ В. К Константинов., И.К Собик -// ЦНТИ. Сер. Лесоводство 1975, 23 с
3. Мер, И.И. Курсовое и дипломное проектирование по мелиоративным машинам./ И.И Мер, //М.: Колос. 1978. 173 с.
4. Мацепуро М.Е. Вопросы теории плужных канавокопателей и болотных плугов./ М.ЕМацепуро //Минск, 1957. 223 с.
5. Орловский С.Н. Проблемы экологии, энергосбережения и охраны окружающей среды при выполнении работ в АПК / С.Н. Орловский. //— Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2020. – 265 с.
6. Орловский С.Н. Плужный каналокопатель КЛК-1 с канатно - лебедочной тягой . С.Н. Орловский //Ж. «Строительные и дорожные машины» № 4, 1995. С. 9-10.
7. Орловский С.Н. Лебедочно - якорное устройство каналокопателя. / С.Н. Орловский //А.с. №1266936 СССР МКИ E02F5/02. БИ. 1986, № 40.

8. Орловский С.Н. Орловская Т.П. Лебёдно - якорное устройство. / С.Н. Орловский //А.с. №1500740 СССР МКИ E02F3/76. БИ. 1989, № 30.

9. Орловский С.Н. Плужный канавокопатель канатно-лебёдной тяги / С.Н. Орловский//Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2019. 674 с. стр 380-384

**УДК 630\*377.1**

## **ПЕРЕСАДКА ДЕРЕВЬЕВ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ**

С.Н. Орловский

*Красноярский государственный аграрный университет*

**Аннотация:** Существующие технологии зимней пересадки деревьев сложны и трудоёмки. Для их выполнения рекомендуется применение баровых машин на тракторах Т-170. При выполнении работ образуются ямы и отвалы грунта, нарушается экология территорий и ландшафты. Цель работы - создание нового щелерезного орудия на более лёгком тракторе и разработка технологии зимней пересадки деревьев с учётом сделанных выше замечаний по недостаткам существующих технологий. Поиск по теме включил сбор данных по конструкциям орудий для резания мёрзлых грунтов и зимней пересадки деревьев, разработку оборудования для её выполнения. Его применение позволяет снизить удельные капиталовложения на приобретение техники для работы в лесных питомниках, сократить расходы на её эксплуатацию.

**Ключевые слова:** лесная мелиорация, канавокопатели, трактора, тяговое усилие, упор, лебёдка, канат, канава.

## **METHODOLOGY OF TECHNOLOGICAL CALCULATIONS OF ROPE GUTTERS**

S.N. Orlovsky

*Krasnoyarsk State Agrarian University*

**Annotation:** Existing technologies for the construction of an open drainage network provide for the use of single-bucket or rotary excavators, and with a ditch depth of up to 1 m - and plow trenchers with two or three traction tractors of the T-170B type. Plow canal diggers are the simplest, most reliable and durable, provide high quality of the channel being laid, however, their use is limited by the need to apply large tractive forces to pull the working body, which, with a digging depth of more than 0.6 m on soft soils, cannot be realized by one tractor. The implementation of the required pulling forces for the operation of plow canal diggers is possible with the use of a cable-winch pull. On soils with a low bearing capacity, this principle of operation allows to ensure high permeability and efficiency, to realize the traction forces required for laying a channel up to 1.7 m deep in one pass. its working body at the design stage. The choice of the design of the trencher and the modes of its operation has been substantiated. It is possible to use the tool for draining wetlands in agriculture and forestry, as well as for solving problems in civil defense and emergency situations when extinguishing peat fires.

**Key words:** forest reclamation, ditchers, tractors, tractive effort, stop, winch, rope, ditch.

### **Введение**

Существующие технологии зимней пересадки деревьев сложны и трудоёмки. Для их выполнения рекомендуется применение баровых машин на тракторах Т-170. При выполнении работ образуются ямы и отвалы грунта, нарушается экология территорий и ландшафты. Актуально создание нового

орудия на более лёгком тракторе и разработка технологии зимней пересадки деревьев с учётом недостатков существующих технологий.

В управлении зеленого хозяйства Красноярска практикуется технология выкопки посадочного материала при использовании баровых машин:

- баровая машина надрезает ком почвы с четырех сторон на глубину, равную высоте кома;

- окопанный ком отделяется от массива тросом;

- ком опрокидывается на бок;

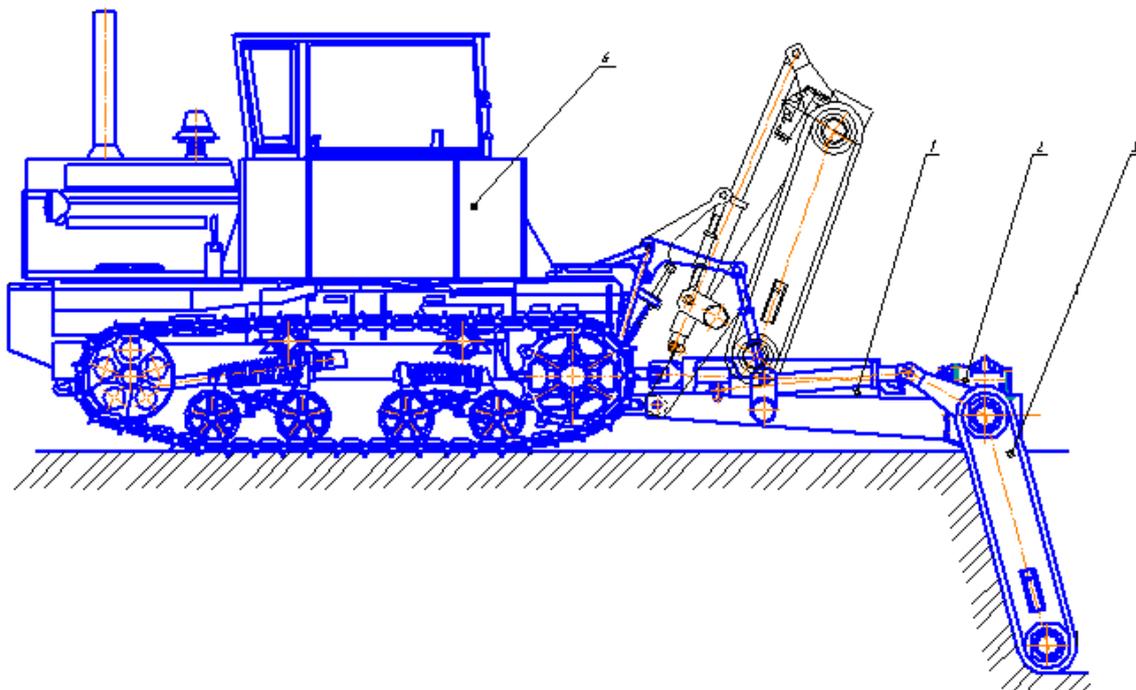
- дерево грузится на транспортное средство.

Недостаток существующей технологии зимней пересадки деревьев – её сложность и трудоёмкость. Доставка на объекты баровых машин требует применения большегрузных прицепов. При выполнении работ образуются ямы и отвалы грунта, нарушается экология территорий и ландшафты. Баровая машина не может подъехать близко к дереву ввиду больших габаритных размеров.

Цель работы - создание нового щелерезного орудия на более лёгком тракторе и разработка технологии зимней пересадки деревьев с учётом сделанных выше замечаний по недостаткам существующих технологий.

Также предлагается технология, исключая экологические нарушения территорий как в лесу, так и на месте посадки.

Проектное орудие для прорезания щелей состоит из рамы, барового рабочего органа, конического редуктора, карданной передачи, гидросистемы управления. На редукторе смонтировано направляющая рама рабочего органа с возможностью изменения угла установки относительно вертикальной оси (рисунок 1).



1- Рама; 2-редуктор; 3- рабочий орган; 4- трактор.

Рис. 1- Проектное орудие для пересадки деревьев

Через редуктор приводится в движение рабочая цепь, а механизм подачи осуществляет перемещение рамы вокруг оси опоры. Внедрение рабочего органа производится по радиусу. В режиме работы траншеекопателя рабочий орган наклоняется под углом  $30^\circ$  к вертикали.

Предлагается разработка орудия для пересадки крупномерных деревьев зимой и технологии его применения без существенных нарушений поверхности почвы. Технология предусматривает вырезку земляного мёрзлого монолита в лесу, погрузку дерева автокраном, перевозку на объект посадки и посадку в подготовленное посадочное место. Земляной монолит с посадочного места перевозится на место выкопанного дерева и не нарушает ландшафт поверхности почвы. Для погрузки дерева используется автокран «Ивановец» грузоподъемностью 16 т, для перевозки – грузовой автомобиль «КамАЗ 43114 с полуприцепом общей грузоподъемностью 16 т. Данный автомобиль осуществляет также перевозку трактора ДТ- 75 М с проектным орудием на объекты выкопки и посадки деревьев.

Орудие состоит из хребтовой рамы длиной 2 м, соединяемой с прицепным устройством трактора и поднимающейся в транспортное положение раскосами через подъемные рычаги навесного механизма. На раме в подшипниках установлен вал с двухступенчатым конически - цилиндрическим редуктором (передаточное отношение 1:7,4) и баровым рабочим органом. Масса проектного орудия составляет 1300 кг, глубина прорезаемой щели 2,0 м, ширина щели 0,14 м, рабочая скорость в мёрзлых грунтах 75 м/ч, скорость резания грунта 2,02 м/с.

Орудие предназначено для оснащения им трактора ДТ-75М с целью расширения диапазона его применения. Особенностью орудия является применение унифицированного редуктора от заднего моста автомобиля КамАЗ 5320, хребтовой рамы и барового рабочего органа «Урал – 33» от врубной машины, используемых в строительной – дорожных машинах для резания мёрзлых грунтов.

Время монтажа и демонтажа проектируемого орудия к базовому трактору ДТ -75, оборудованному гидромеханическим ходоуменьшителем, не более 0,2 - 0,3 часа, использование трактора без орудия по прямому назначению возможно.

Применение орудия снижает трудоемкость и себестоимость работ за счет снижения стоимости техники, повышения её производительности.

#### **Методика расчёта**

Орудие работает следующим образом:

- трактор ДТ-75М протаскивает орудие;
- баровый рабочий орган прорезает в грунте щель глубиной 1.5 м и шириной 0,14 м.

Пересадка деревьев производится в следующей последовательности:

1. Автомобиль КамАЗ с полуприцепом, в который погружен трактор ДТ-75М с проектным орудием, прибывает на участок, где производится выкопка деревьев. Таким участком может быть район новой застройки, где лес можно убрать, или отведённый для этой цели квартал леса в лесхозе.

2. Трактор съезжает с кузова полуприцепа на грунт по аппаратам,

перевозимым в кузове полуприцепа. Установка их производится водителем и трактористом.

3. По выполненной мастером разметке на снежном покрове трактор нарезает барой щели с учётом размеров кома для данного дерева.

4. На дерево закрепляется быстросъёмный хомут с прокладкой, исключающей повреждение ствола, к нему крепится трос с блоком. Другой конец троса с петлей одевается на вырезанный ком в его средней части.

5. Автокран присоединяет крюк к блоку и поднимает дерево. Затем укладывает его в кузов комом вперёд и стволом на ложемент по схеме, представленный на рисунке 2. Трос, поворачиваясь по блоку, опускает ствол на амортизирующую прокладку ложемента, и дерево везут на объект посадки.

6. По прибытии на место автокран стропит вырезанный на месте посадки ком петлей, поднимает его и ставит на грунт. Затем поднимает дерево с ложемента и опускает его в яму, а ком кладёт в кузов, и они едут за новым деревом. Схема погрузки изображена на рисунке 3.

7. По прибытии в лес автокран опускает привезённый ком в яму от дерева № 1 и грузит дерево № 2.

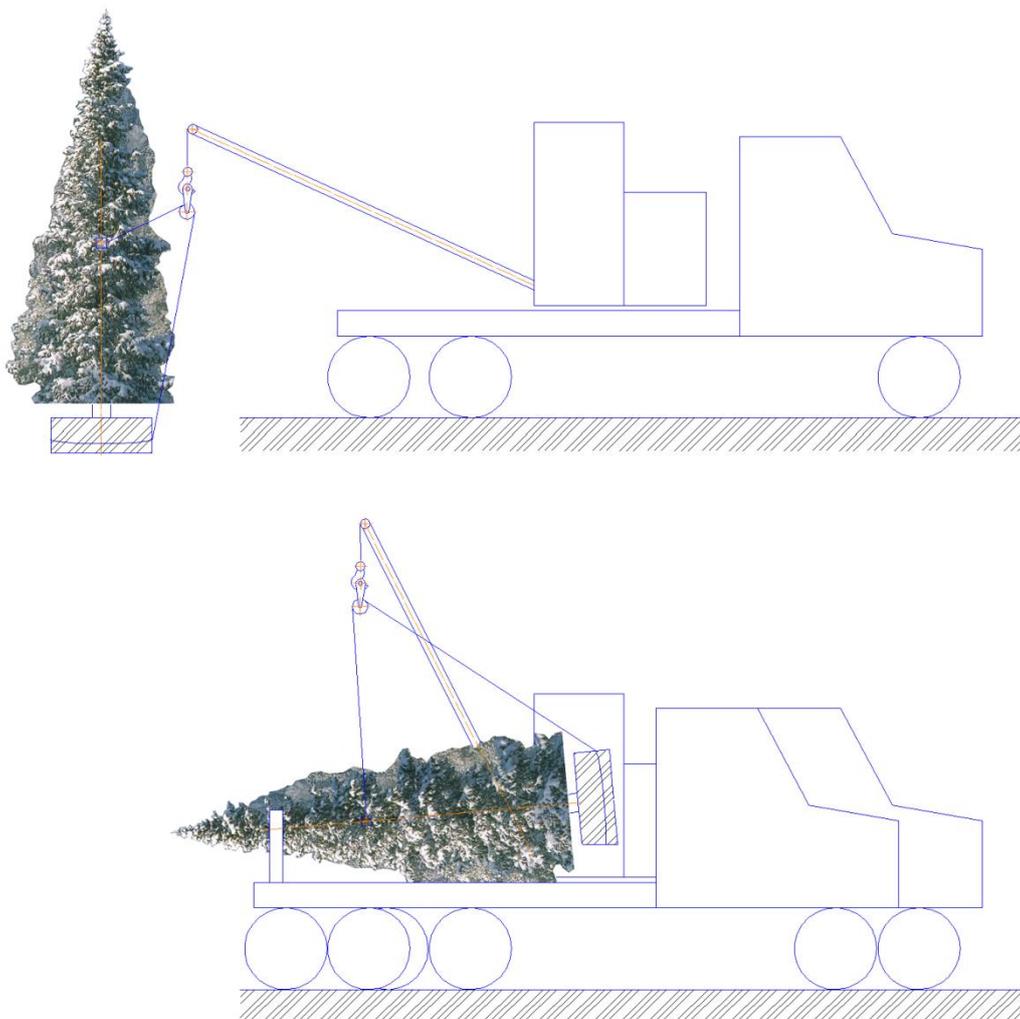


Рис. 2 и 3 – Схема погрузки дерева в кузов «КАМАЗа»

С учётом того, что работа не ведётся непрерывно, а приходится переезжать, производительность составит 20 шт/смену.

Общая масса поднимаемого груза составит 7,8 т.

### **Обсуждение**

Прорезание щелей орудием позволит значительно сократить объёмы земляных работ, снизить энергозатраты на их выполнение, повысить производительность труда в 3 - 4 раза, исключить экологические нарушения на объектах производства работ. Вырезанный из посадочной ямы грунт переносится в яму, где было выкопано дерево, что исключает экологические нарушения почвенного покрова. При пересадке деревьев и точном соблюдении размеров посадочного кома и ямы не требуется доставлять на объект большие количества грунта, движение трактора зимой не приводит к сдиранию дернового слоя.

После пересадки деревьев не требуется рекультивация территории. Применение агрегата в составе трактора ДТ-75М с щелерезным орудием не оказывает негативного влияния на окружающую среду, а его применение позволяет:

- исключить нарушение ландшафтов и экологии;
- сократить выбросы выхлопных газов за счёт снижения энергоёмкости работ;
- снизить расход горюче - смазочных материалов.

### **Заключение**

Разработка технологии зимней пересадки деревьев позволяет решить проблему в Красноярске. Его можно изготовить в условиях мастерских без применения дефицитных и дорогих деталей. Применение такого орудия позволит быстро создавать зоны отдыха, засаживая их деревьями и не дожидаться десятки лет, пока они вырастут. Также в зонах интенсивной рекреации и города посадка саженцев не оправдывает себя, так как почти все они гибнут от людей и огня. Крупные деревья в этом отношении гораздо устойчивее.

Технико-экономический расчет показал целесообразность внедрения проектируемого орудия. Стоимость эксплуатации агрегата снизилась за счёт меньших затрат на ремонт, увеличения объема работ с меньшим расходом топлива и стоимостью, а также менее материалоемким орудием. Снижение удельных расходов на эксплуатацию агрегата дает возможность получить прирост прибыли 290 тыс. руб. в год. Срок окупаемости проектного орудия 0,41года ниже нормативного срока службы.

### **Список литературы**

1. Коршун В.Н. Машины для зимней пересадки деревьев. СибГТУ Красноярск, 2003 г. 19 с.
2. Алимов О. Д., Басов И. Г., Юдин В. Г. Баровые землерезные машины. Фрунзе. «Илим», 1969, с. 282.

3. Орловский С.Н. Проектирование машин и оборудования для садово – паркового и ландшафтного строительства. /С.Н. Орловский. //Красноярск, СибГТУ, 2004. – с 108

**УДК 629.3**

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАФЕДРЫ  
«НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»**

Г.Ю. Ястребов, И.В. Курсов, Н.А. Чернецкая, Э.С. Маршалов  
*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация:** в статье выполнен ретроспективный обзор научных исследований кафедры «Наземные транспортные системы»

**Ключевые слова:** кафедра «Наземные транспортные системы», научные исследования.

**SCIENTIFIC RESEARCH OF THE DEPARTMENT  
"GROUND TRANSPORT SYSTEMS"**

G.Y. Yastrebov, I.V. Kursov, N.A. Chernetskaya, E.S. Marshalov  
*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Abstract:** the article provides a retrospective review of the scientific research of the Department of "Ground Transport Systems"

**Keywords:** Department of "Ground transport systems", scientific research

Кафедра «Наземные транспортные системы» (НТС) образовалась в 2009 году в результате объединения кафедр «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Транспортно-технологические комплексы», которая в свою очередь образовалась в 2000 году путем слияния кафедр «Автомобили и тракторы», «Сельскохозяйственные машины», поэтому научная деятельность преподавателей кафедры НТС охватывает такие области, как сельское хозяйство, транспортное и сельскохозяйственное машиностроение.

Активная научная деятельность преподавателей кафедры началась в середине восьмидесятых годов после создания завода-втуза и появления набора студентов на очную форму обучения. Огромная роль в развитии науки и вовлечении в научную деятельность преподавателей и студентов института принадлежит декану Рубцовского факультета, а затем руководителю завода-втуза кандидату технических наук, профессору Бутыгину Виктору Борисовичу. Он приложил немало усилий, чтобы побудить преподавателей и студентов к занятию наукой. Именно в середине восьмидесятых годов многие выпускники института были направлены в аспирантуру, в частности в аспирантуру в ведущие московские вузы были направлены выпускники нашего института Площаднов Александр Николаевич (1984 г.) и Ястребов Геннадий Юрьевич (1985 г.) – будущие заведующие кафедрами РИИ АлтГТУ.

Во второй половине 80-х годов своеобразным локомотивом науки в области наземного транспорта были ведущие специалисты Алтайского тракторного завода Ситников Владислав Романович и Войнаш Александр

Станиславович. Ситников В.Р. основал научное направление, связанное с созданием многофункциональных тягово-транспортных энергомодулей, являвшееся актуальным для многих автотракторных предприятий того времени, в том числе и для Алтайского тракторного завода. Активная работа по данной тематике нашла отражение в многочисленных студенческих дипломных проектах, научных публикациях, отчетах о НИР, и последующих защитах кандидатской и докторской диссертаций. Ситников Владислав Романович являлся автором более 50-ти изобретений и более 100 научных трудов. В активе Войнаша Александра Станиславовича также более 50 изобретений и более 200 научных трудов.

В 90-е годы к уже существующим научным направлениям добавились новые. Повышением надежности гусеничных машин занимался кандидат технических наук, доцент Кравцов Александр Константинович. Развитием научного направления по экологичности автотранспортных средств занималась будущий доктор технических наук Ударцева Ольга Владимировна. Развитием научного направления по повышению проходимости колесных машин - кандидат технических наук, доцент Ястребов Геннадий Юрьевич.

Кандидат технических наук, профессор Площаднов Александр Николаевич являлся создателем и руководителем научной школы по фронтальному агрегатированию [1] (Рисунок 1). Под его руководством защитили диссертации будущие работники института Маршалов Э.С., Курсов И.В., Зейгерман А.С., Яковлев П.Ю.

Кандидат технических наук, доцент Фокеев Александр Константинович являлся создателем научного направления по механизации животноводства и растениеводства (Рисунок 2). Под его руководством защитила кандидатскую диссертацию будущий преподаватель института Чернецкая Наталья Анатольевна. Наталья Анатольевна (выпускник РИИ 1995 года) вошла в историю нашего института не только как первый аспирант РИИ (аспирантский билет №001), но и как выпускник аспирантуры РИИ, защитивший диссертацию и получивший ученую степень. Дело в том, что во второй половине 90-х годов благодаря целенаправленной деятельности проректора по научной работе, а затем руководителя Рубцовского индустриального института доктора физико-математических наук, профессора Гурченкова Сергея Алексеевича научная деятельность РИИ вышла на новый уровень. В нашем институте появилась своя очная аспирантура.

Результатом деятельности аспирантуры явилось то, что уже в начале 2000-х годов в нашем институте появилось много молодых преподавателей-кандидатов наук, большинство из которых являлись выпускниками нашего института и активно совмещали преподавательскую и научную деятельность. В частности развитием научного направления по повышению прочностных характеристик автомобильных деталей занимались кандидат технических наук Кононов Алексей Алексеевич и кандидат технических наук Салманов Марлен Нариманович. Также в этот период к преподавательской деятельности были привлечены наиболее квалифицированные руководители и работники

профильных предприятий города Рубцовска, такие как Гамалеев Петр Павлович, Таран Геннадий Максимович, Артеменко Михаил Иванович, Артеменко Елена Михайловна, Добродомова Татьяна Владиславовна которые также плодотворно совмещали научную и преподавательскую деятельность что, в конечном итоге, реализовалось в защите диссертаций и получении ими ученых степеней кандидатов технических наук. Также в этот период на кафедру пришли преподавать и заниматься научной деятельностью специалисты из ближнего и дальнего зарубежья, в частности бывший руководитель научно-исследовательского института кандидат ветеринарных наук Политов Юрий Александрович и кандидат химических наук Бутовский Михаил Эфроимович.



Рисунок 1 – Полевые испытания автотракторной машины с фронтально навесным сельскохозяйственным орудием [2]

За годы деятельности работников нашего института по данному научному направлению получено более 100 патентов и авторских свидетельств на изобретения, защищено более 15 диссертаций, написано более 600 научных трудов.

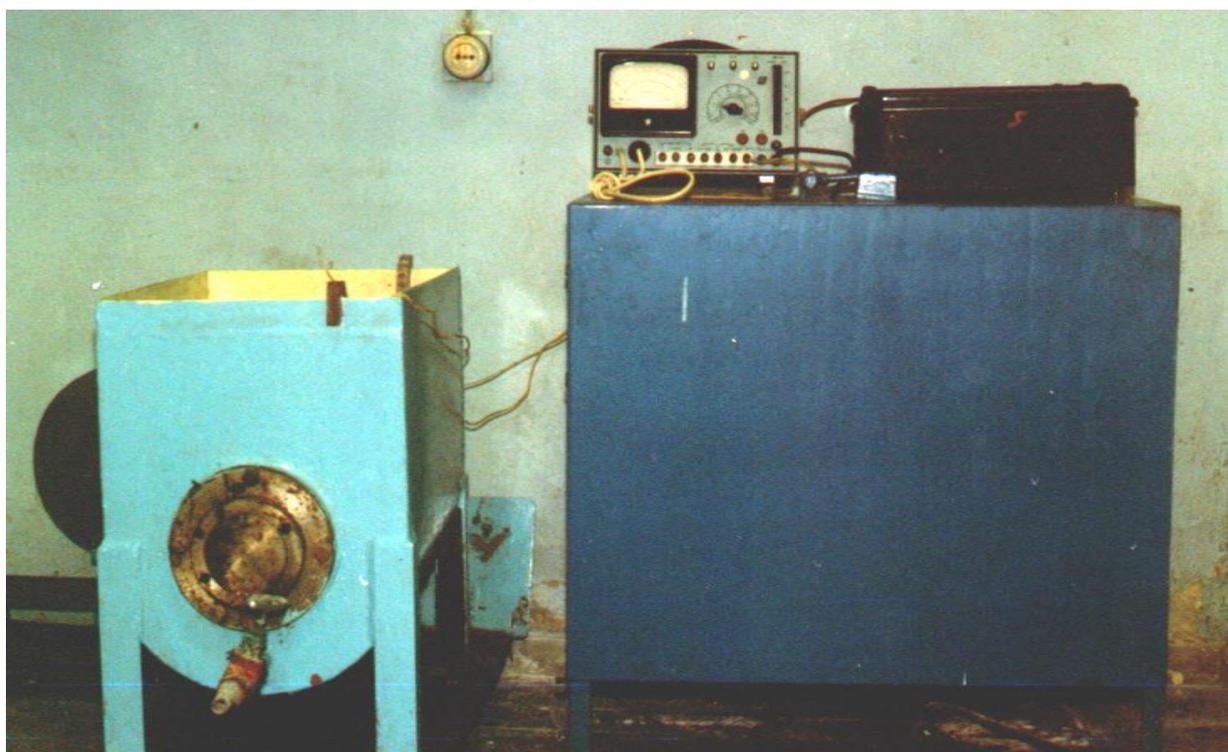


Рисунок 2 - Испытания экспериментальной установки для приготовления жидких удобрений [3]

В настоящее время на кафедре «Наземные транспортные системы» научная деятельность ведется по двум основным направлениям (Рисунки 3-5):



Рисунок 3 - Автомобиль для активного туризма [4,5]



Рисунок 4 – Малогабаритное колесное транспортное средство



Рисунок 5 – Прототип малогабаритного гусеничного транспортера [6,7]

Создание малогабаритных колесных и гусеничных транспортно-тяговых

машин (к.т.н., доцент Курсов И.В., к.т.н., доцент Маршалов Э.С.).

Оптимизация потоков городского пассажирского транспорта (к.т.н., доцент Чернецкая Н.А., к.т.н., доцент Ястребов Г.Ю.).

#### Список литературы

1. Площаднов А.Н., Яковлев П.Ю., Зейгерман А.С., Курсов И.В., Маршалов Э.С. Кинематика движения механизма фронтальной навески в горизонтальной плоскости и её особенности // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 4. С. 29-30.

2. Пат № 2171461 RU 7 G 01 M 17/007 Способ определения координат машинно-тракторного агрегата на поле и устройство для его осуществления // Площаднов А.Н., Бурецкий А.Г., Бобров В.Г., Маршалов Э.С., Курсов И.В. Заяв. 15.12.1999. Оpubл. 27.07.2001. Бюл. № 21

3. Пат. № 99350RU U1. Горизонтальный смеситель // Чернецкая Н.А., Шапошников Ю.А., Войнаш А.С. Заяв. 11.06.2010. Оpubл. 20.11.2010. Бюл. № 32

4. Пат № 79073 RUU1. Многоцелевой автомобиль повышенной проходимости // Площаднов А.Н. Курсов И.В., Маршалов Э.С., Яковлев П.Ю. Зейгерман А.С. Заяв. 21.04.2008. Оpubл. 20.12.2008. Бюл. № 35.

5. Пат. № 2291810 RUC1. Колесное транспортное средство повышенной проходимости // Площаднов А.Н., Курсов И.В., Маршалов Э.С., Ильин Г.М. Заяв. 19.07.2005. Оpubл. 20.01.2007. Бюл. №2.

6. Пат № 184052RUU1. Система управления малогабаритным транспортным средством // Курсов И.В., Войнаш А.С., Войнаш С.А., Маршалов Э.С. Сухарь Е.И. Заяв. 09.01.2018. Оpubл. 12.10.2018. Бюл. № 29.

7. Пат № 183959RUU1. Малогабаритный гусеничный транспортер // Курсов И.В., Войнаш А.С., Войнаш С.А., Маршалов Э.С. Сухарь Е.И. Заяв. 07.12.2017 Оpubл. 10.10.2018. Бюл. № 28.

## СЕКЦИЯ 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

**Председатель секции:** кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой «Строительство и механика» Михайленко Олег Анатольевич

УДК 621.542.001+623.233.53

### ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ УДАРНЫЙ МЕХАНИЗМ МАШИНЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Д.Э. Абраменков<sup>1</sup>, Т.В. Богатырёва<sup>2</sup>, А.А. Кутумов<sup>3</sup>, А.В. Серебрянников<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Сибирский государственный университет путей сообщения, СГУПС*

<sup>2</sup>*Национальный исследовательский университет МЭИ*

<sup>3</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им.*

*И.И. Ползунова»*

<sup>4</sup>*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)*

**Аннотация.** В работе рассматривается конструктивное решение пневматического ударного механизма с дроссельным воздухомраспределением. Предлагается физико-математическое описание с указанием характерных особенностей принципиальной схемы механизма с ограничениями по бародинамическим, термодинамическим, хородинамическим и баромеханическим составляющим рабочего процесса.

**Ключевые слова:** пневмоударный механизм, дроссельное воздухомраспределение, воздухоотводящая трубка, камеры рабочего и холостого хода, ударник.

### PNEUMATIC IMPACT MECHANISM OF THE MACHINE FOR CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

D.E. Abramenkov<sup>1</sup>, T.V. Bogatyreva<sup>2</sup>, A.A. Kutumov<sup>3</sup>, A.V. Serebryannikov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Siberian Transport University, STU*

<sup>2</sup>*National Research University "Moscow Power Engineering Institute"*

<sup>3</sup>*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of the federal state budgetary educational institution of higher education "Polzunov Altai State Technical University", RII AltSTU*

<sup>4</sup>*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (SIBSTRIN)*

**Annotation.** The paper considers a constructive solution of a pneumatic impact mechanism with throttle air distribution. Physical and mathematical description indicating the characteristic features of the schematic diagram of the mechanism with limitations on the barodynamic, thermodynamic, chorodynamic and baromechanical components of the workflow is proposed.

**Keywords:** pneumatic impact mechanism, throttle air distribution, air outlet tube, working and idling chambers, striker.

### Введение

Широкомасштабное применение пневматических машин ударного действия в различных отраслях строительства может быть осуществлено при реализации множества технологических операций:

уплотнение грунтовых сред, бетонных смесей - трамбователи шаботные и стержневые [1-3];

бестраншейная проходка горизонтальных и наклонных скважин, протяжка трубопроводов, забивка труб-кожухов, погружение свай и шпунта – пробойники без отбора и с отбором грунта по трассе [4-6];

ремонтные работы, разрушение дорожных покрытий, мерзлых и скальных грунтов, бетонных фундаментов, стен и других строительных конструкций, ремонт, восстановление и реконструкция зданий и сооружений.

Ручные машины для зачистки металлических поверхностей, рубка прутков арматуры, клепальные работы при строительстве мостов, вырубка штраб и люков в кирпичных и бетонных стенах, фундаментах, ремонтные работы дорожных оснований и покрытий с набором различных рабочих инструментов, бурение шпуров различного назначения [7-16].

Все перечисленное может быть выполнено, если будут созданы машины с рабочими циклами обеспечивающие санитарно-гигиенические требования по вибрации и шуму, экономичные по расходу воздуха, удобству в обслуживании и эксплуатации, обладающих достаточными энергиями и частотой ударов.

Пневматические машины ударного действия с перечисленными качествами и количественными характеристиками возможны при применении дроссельных систем воздухораспределения [17,18] позволяющие создать высокоэффективные рабочие циклы конкретных условий их применения. При предельной конструктивной простоте машины с дроссельной системой воздухораспределения надежны в работе при низких температурах окружающей среды [19,20], обладают до 2 раз большим ресурсом и работоспособностью [21] в сравнении с золотниковыми и клапанными системами воздухораспределения.

Устройство и рабочий процесс пневмоударного механизма можно оценить, применив синтез классификационных признаков–элементов [22-26] для построения принципиальной конструктивной схемы механизма, её физико-математического описания рабочего процесса, достаточное для изучения эксплуатационных характеристик создаваемой машины с любыми приемлемыми для практики энергетическими характеристиками и условиями применения.

### **Синтезированный пневматический ударный механизм**

На рисунке 1 представлена принципиальная конструктивная схема механизма с дроссельной системой воздухораспределения, описание рабочего процесса изложено в [27].

Использование рассмотренного технического решения позволяет увеличить отбор внутренней энергии воздуха и эффективность применения переменных площадей сечений дроссельных каналов на выпуске в рабочие камеры, что повышает КПД использования воздуха при его расширении и обеспечивает повышение энергии единичного удара, передаваемой рабочему инструменту.

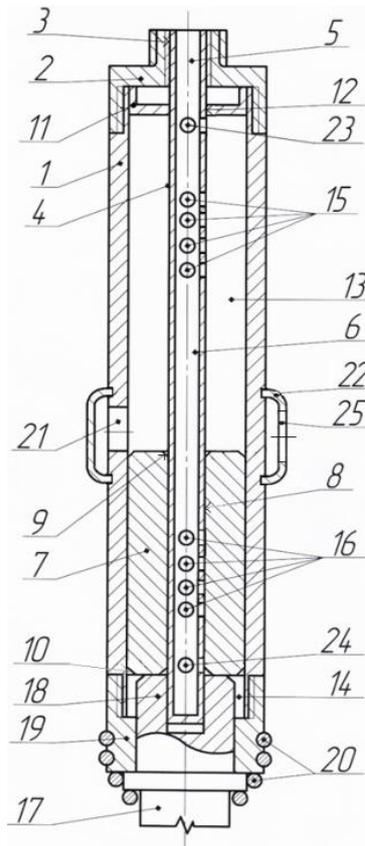


Рисунок 1. Принципиальная схема пневматического ударного механизма [27]:  
 1-цилиндрический корпус, 2-стакан, 3-осевой канал, 4-воздухоподводящая трубка (стержень), 5-канал впуска, 6-полость камера, 7-ударник, 8-осевое отверстие, 9, 10-конические расширения, 11-кольцевой фланец, 12-центральное отверстие, 13-камера рабочего хода, 14- камера холостого хода, 15, 16- ярусы дроссельных каналов впуска в камеры рабочего и холостого хода, 17-рабочий инструмент, 18-хвостовик рабочего инструмента, 19-колпак, 20-пружина, 21-канал выпуска, 22-разрезное кольцо ограждения, 23, 24-радиальный дроссельный канал запуска в камеру рабочего и холостого хода, 25-отверстия выпуска

Физико-математическое описание рабочего процесса.

Введем обозначения к расчетной схеме (рис. 2) согласно конструктивного решения ПУМ:

$V_c, V_p, V_x$  – объемы камеры в трубке, камерах рабочего и холостого хода;

$p_c, p_p, p_x, p_A$  – давление воздуха в камерах с объемами  $V_c, V_p, V_x$  и атмосфере;

$\varphi_c, \varphi_p, \varphi_x, \varphi_A$  – коэффициент бародинамического состояния воздуха в камерах с объемами  $V_c, V_p, V_x$  и атмосфере;

$\theta_c, \theta_p, \theta_x, \theta_A$  – температура воздуха в камерах с объемами  $V_c, V_p, V_x$  и атмосфере;

$\Omega_c, \Omega_p, \Omega_x, \Omega_A$  – коэффициент термодинамического состояния воздуха в камерах с объемами  $V_c, V_p, V_x$  и атмосфере;

$$W=2kR/(k-1),$$

где  $k$ - показатель процесса;

$R$ - газовая постоянная;

$\omega_{pз}, \omega_{хз}$  - геометрические площади сечения дросселей запуска со стороны камер с объемами  $V_p$  и  $V_x$ ;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ — геометрические площади сечения дросселей выпуска в камеру холостого хода с объемом  $V_x$ ;

$\omega_5, \omega_6, \omega_7, \omega_8$  – геометрические площади сечения дросселей выпуска в камеру рабочего хода с объемом  $V_p$ ;

$\omega_{Ap}=\omega_{Ax}$  – геометрические площади сечений каналов выпуска воздуха из камер с объемами  $V_p$  и  $V_x$ ;

$x_y, L_y$  – перемещение и длина ударника;

$m_y, m_k$  – масса ударника и корпуса;

$S_y$  – рабочая диаметральный площадь сечения ударника;

$t, dt, dt^2$  – текущее время цикла и его производные;

$(dx_y/dt)_0, (dx_k/dt)_0$  – скорости ударника и корпуса после соударения с хвостовиком рабочего инструмента и корпуса с буртиком инструмента;

$(dx_y/dt)_y, (dx_k/dt)_y$  – скорости ударника и корпуса до соударения с хвостовиком рабочего инструмента и буртиком инструмента;

$k_y, k_k$  – коэффициенты отскока ударника от хвостовика рабочего инструмента и корпуса от буртика инструмента;

$(d^2x_y/dt^2), (d^2x_k/dt^2)$  – ускорение перемещения ударника и корпуса;

$F_H$  –усилие нажатия на корпус;

$a, b, c, d, e, f, g, h, k$ – координаты положения управляющих кромок ударника со стороны камеры с объемом  $V_x$ ;

$j, l, n, m, q, r, s, u, y, z$  – координаты положения управляющих кромок ударника со стороны камеры с объемом  $V_p$ ;

Изменения значений коэффициентов  $\varphi_i$  и  $\Omega_i$  осуществляется зависимостями:

$$\varphi_i = \begin{cases} 0,2588p_0\theta_0^{1/2} & \text{при } 0,5283 > p_0p_i, \\ p_0\theta_0^{1/2}((p_0p_i)^{\frac{2}{k}} - (p_0p_i)^{\frac{k}{(k+1)}})^{1/2} & \text{при } 0,5283 \leq p_0p_i, \\ -0,2588p_i\theta_i^{1/2} & \text{при } 0,5283 > p_ip_0, \\ -p_i\theta_i^{1/2}((p_ip_0)^{\frac{2}{k}} - (p_ip_0)^{\frac{k}{(k+1)}})^{1/2} & \text{при } 0,5283 \leq p_ip_0, \end{cases} \quad (1)$$

$$\Omega_i = \begin{cases} k - \theta_0/\theta_i & \text{при } \varphi_i > 0, \\ k - 1 & \text{при } \varphi_i \leq 0, \\ k - \theta_i/\theta_0 & \text{при } \varphi_i > 0, \\ k - 1 & \text{при } \varphi_i \leq 0. \end{cases} \quad (2)$$

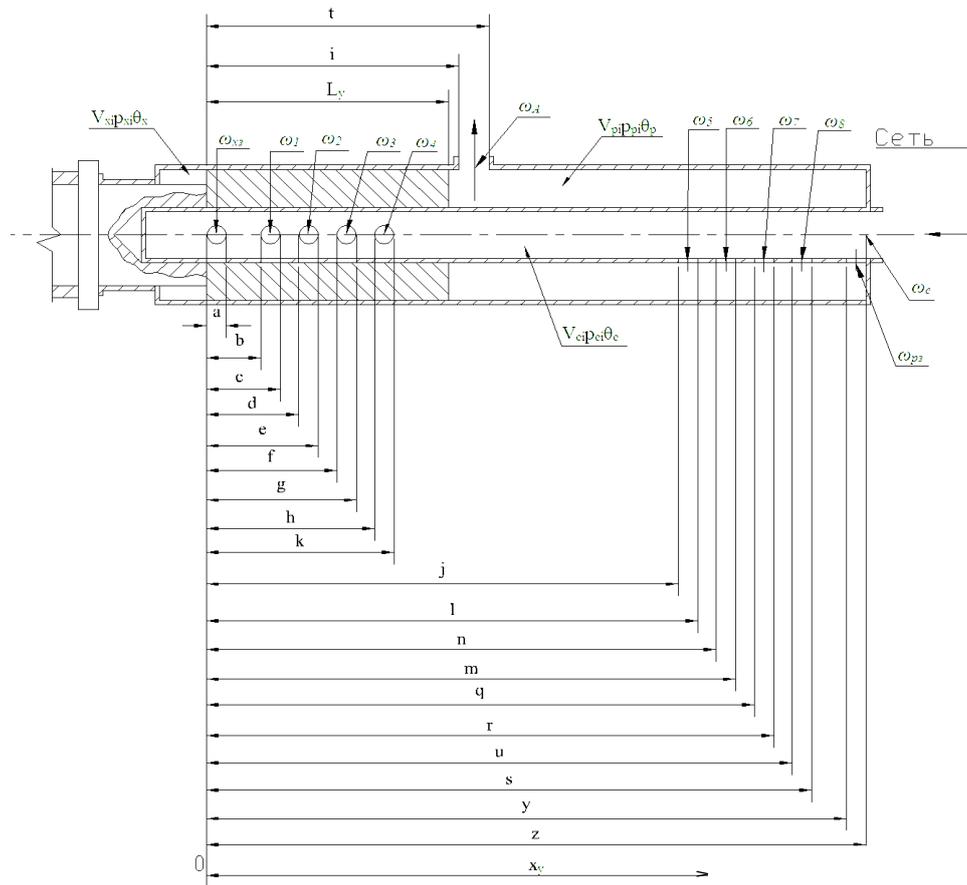


Рисунок 2. Расчетная схема синтезированного пневмоударного механизма

Для баромеханической составляющей рабочего процесса следует принимать ограничения для  $x_y$  и  $x_k$  в виде:

$$\begin{aligned} \left(\frac{dx_y}{dt}\right)_0 &= -k_y \left(\frac{dx_y}{dt}\right)_y \quad \text{при } x_y \leq 0, \\ \left(\frac{dx_k}{dt}\right)_0 &= -k_k \left(\frac{dx_k}{dt}\right)_y \quad \text{при } x_k \leq 0, \end{aligned} \quad (3)$$

В физико-математическом описании рабочего процесса ДПУМ с трубкой подвода воздуха из предкамеры в камеру рабочего и холостого ходов с отдельным ярусным распределением и отдельными дросселями запуска и дросселями форсажа.

Уравнения бародинамической составляющей рабочего процесса ДПУМ запишутся в виде:

$$\frac{dp_c}{dt} = k[W(\omega_c \varphi_c - \omega_{p3} \varphi_{p3} - \omega_8(x_y) \varphi_8 - \omega_7(x_y) \varphi_7 - \omega_6(x_y) \varphi_6 - \omega_5(x_y) \varphi_5 - \omega_{x3} \varphi_{x3} - \omega_1 x_y \varphi_1 - \omega_2 x_y \varphi_2 - \omega_3 x_y \varphi_3 - \omega_4 x_y \varphi_4) / V_{п}, \quad (4)$$

$$\frac{dp_p}{dt} = k[W(\omega_{p3} \varphi_{p3} + \omega_8(x_y) \varphi_8 + \omega_7(x_y) \varphi_7 + \omega_6(x_y) \varphi_6 + \omega_5(x_y) \varphi_5 - \omega_{AP} x_y \varphi_{AP} + p_p (dx_y/dt) S_y) / V_{p-x} S_y, \quad (5)$$

$$\frac{dp_x}{dt} = k[W(\omega_{x3} \varphi_{x3} + \omega_1(x_y) \varphi_1 + \omega_2(x_y) \varphi_2 + \omega_3(x_y) \varphi_3 + \omega_4(x_y) \varphi_4 - \omega_{AP} x_y \varphi_{AP} - p_x (dx_y/dt) S_y) / V_{x+x} S_y \quad (6)$$

В (4)-(6) бародинамический коэффициент  $\varphi_i$  учитывается ограничением (1).

В соответствии с (4)-(6) запишутся уравнения термодинамической составляющей рабочего процесса ДПУМ в виде:

$$\frac{d\theta_c}{dt} = \theta_c [W(\omega_c \varphi_c \Omega_c - \omega_{p3} \varphi_{p3} \Omega_{p3} - \omega_8(x_y) \varphi_8 \Omega_8 - \omega_7(x_y) \varphi_7 \Omega_7 - \omega_6(x_y) \varphi_6 \Omega_6 - \omega_5(x_y) \varphi_5 \Omega_5 - \omega_{x3} \varphi_{x3} \Omega_{x3} - \omega_1(x_y) \varphi_1 \Omega_1 - \omega_2(x_y) \varphi_2 \Omega_2 - \omega_3(x_y) \varphi_3 \Omega_3 - \omega_4(x_y) \varphi_4 \Omega_4)] / p_p V_p, \quad (7)$$

$$\frac{d\theta_p}{dt} = \theta_p [W(\omega_{p3} \varphi_{p3} \Omega_{p3} + \omega_8(x_y) \varphi_8 \Omega_8 + \omega_7(x_y) \varphi_7 \Omega_7 + \omega_6(x_y) \varphi_6 \Omega_6 + \omega_5(x_y) \varphi_5 \Omega_5 - \omega_{AP}(x_y) \varphi_{AP} \Omega_{AP}) + (k-1)p_p \left(\frac{dx_y}{dt}\right) S_y] / p_p (V_p - x_y S_y) \quad (8)$$

$$\frac{d\theta_x}{dt} = \theta_x [W(\omega_{x3} \varphi_{x3} \Omega_{x3} + \omega_1(x_y) \varphi_1 \Omega_1 + \omega_2(x_y) \varphi_2 \Omega_2 - \omega_3(x_y) \varphi_3 \Omega_3 - \omega_4(x_y) \varphi_4 \Omega_4 - \omega_{AX}(x_y) \varphi_{AX} \Omega_{AX}) - (k-1)p_x \left(\frac{dx_y}{dt}\right) S_y] / p_x (V_x + x_y S_y), \quad (9)$$

В (7)-(9) термодинамический коэффициент  $\Omega_i$  учитывается ограничением (2).

Уравнения бародинамического процесса рабочего процесса ДПУМ запишутся в виде:

$$\frac{d^2 x_y}{dt^2} = (p_x - p_p) S_y / m_y \quad \text{при } x_y > 0, \quad (10)$$

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} = (p_x - p_p) S_y + F_H / m_k \quad \text{при } x_k > 0, \quad (11)$$

В (10) и (11) ограничения для  $x_y \leq 0$  и  $x_k \leq 0$  принимаются по ограничениям (3).

В (4) и (7) параметр  $V_p$  является баростатической составляющей.

В (5), (6) и (8), (9) параметры  $(V_p - x_y S_y)$  и  $(V_x + x_y S_y)$  являются хородинамическими составляющими.

Ограничения для  $\omega_i(x_y)$  описывающих последовательность рабочего процесса согласно расчетной схемы на рис. 2 следующие:

Ограничения для дросселей впуска в камеру рабочего хода:

$$\omega_{p\Phi}(x_y) = \begin{array}{l} x_y = 0 \\ \left. \begin{array}{l} 0 < (x_y + L_y) < j \\ j < (x_y + L_y) < l \\ l < (x_y + L_y) < n \\ n < (x_y + L_y) < m \\ m < (x_y + L_y) < q \\ q < (x_y + L_y) < r \\ r < (x_y + L_y) < u \\ u < (x_y + L_y) < s \\ s < (x_y + L_y) < y \\ y < (x_y + L_y) < z \end{array} \right\} \begin{array}{l} \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ \omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ 0,5\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ 0,5\omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ 0,5\omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}, \\ \omega_8 + \omega_{p3}, \\ 0,5\omega_8 + \omega_{p3}, \\ \omega_{p3}, \\ 0,5\omega_{p3}. \end{array} \end{array} \quad (12)$$

Ограничение для дросселей впуска в камеру холостого хода:

$$\omega_{x\Phi}(x_y) = \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} x_y = 0 \\ 0 < x_y < b \\ b < x_y < c \\ c < x_y < d \\ d < x_y < e \\ e < x_y < f \\ f < x_y < g \\ g < x_y < h \\ h < x_y < k \\ k < x_y \end{array} & \begin{array}{l} 0,5\omega_{x3}, \\ \omega_{x3}, \\ \omega_{x3} + 0,5\omega_1, \\ \omega_{x3} + \omega_1, \\ \omega_{x3} + \omega_1 + 0,5\omega_2, \\ \omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2, \\ \omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + 0,5\omega_3, \\ \omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3, \\ \omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + 0,5\omega_4, \\ \omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4. \end{array} \end{array} \quad (13)$$

Ограничения для выпуска отработавшего воздуха из камеры холостого хода:

$$\omega_{AX}(x_y) = \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} x_y = 0 \\ 0 < (x_y + L_y) < i \\ i < (x_y + L_y) < t \\ t < (x_y + L_y) \end{array} & \begin{array}{l} 0, \\ 0 \\ 0,5\omega_A, \\ \omega_A. \end{array} \end{array} \quad (14)$$

Ограничения для выпуска отработавшего воздуха из камеры рабочего хода:

$$\omega_{AP}(x_y) = \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} x_y = 0 \\ 0 < (x_y + L_y) < i \\ i < (x_y + L_y) < t \\ t < (x_y + L_y) \end{array} & \begin{array}{l} \omega_A, \\ \omega_A, \\ 0,5\omega_A, \\ 0. \end{array} \end{array} \quad (15)$$

Ограничения для выпуска отработавшего воздуха из полости-камеры стержня:

$$\omega_{cpx}(x_y) = \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} z < (x_y + L_y) < y \\ y < (x_y + L_y) < s \\ s < (x_y + L_y) < u \\ u < (x_y + L_y) < r \\ r < (x_y + L_y) < q \\ q < (x_y + L_y) < m \\ m < (x_y + L_y) < n \\ n < (x_y + L_y) < l \\ l < (x_y + L_y) < j \\ j < (x_y + L_y) < k \\ k < (x_y + L_y) < h \\ h < (x_y + L_y) < g \\ g < (x_y + L_y) < f \\ f < (x_y + L_y) < e \\ e < (x_y + L_y) < d \\ d < (x_y + L_y) < c \\ c < (x_y + L_y) < b \\ b < (x_y + L_y) < a \\ a < (x_y + L_y) < 0 \end{array} & \begin{array}{l} \omega_c - 0,5\omega_{p3} - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - \omega_{p3}, \\ \omega_c - 0,5\omega_8 - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - \omega_{p3}, \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_7 - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_6 - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_5 - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_4 - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_3 - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1 + \omega_2) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_2 - (\omega_{x3} + \omega_1) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - (\omega_{x3} + \omega_1) - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_1 - \omega_{x3} - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - \omega_{x3} - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}), \\ \omega_c - 0,5\omega_{x3} - (\omega_5 + \omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_{p3}). \end{array} \end{array} \quad (16)$$

Отметим следующие варианты условий для  $\omega_{p3}$  и  $\omega_{x3}$  без учета объемов в трубке и с их учетом:

$$\omega_{p3} < \omega_8 = \omega_7 = \omega_6 = \omega_5, \quad (17)$$

$$\text{и } \omega_{x3} < \omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = \omega_4. \quad (18)$$

Возможны варианты изменений:

$$\omega_8 \neq \omega_7, \omega_7 \neq \omega_6, \omega_6 \neq \omega_5. \quad (19)$$

$$\omega_1 \neq \omega_2, \omega_2 \neq \omega_3, \omega_3 \neq \omega_4. \quad (20)$$

При (17) и (20) возможен учет или неучет

$$\omega_i \varphi_i \text{ и } \omega_i \varphi_i \Omega_i \quad (21)$$

$$\text{и } \omega_i(x_y) \varphi_i \text{ и } \omega_i(x_y) \Omega_i \quad (22)$$

Решения по (17) - (20) принимаются конструктором в зависимости от конкретной конструкции ДПУМ с учетом его практического применения в конкретных условиях эксплуатации.

Количественную оценку экономичности по  $q_v$  и ударной мощности по  $\varepsilon$  с определенной полнотой, можно дать по результатам решения уравнений физико-математического описания рабочего процесса ДПУМ или по результатам натурного эксперимента образца конкретного назначения и его значений выходных параметров  $A, i, G_v$ .

Представление о работоспособности ДПУМ в конкретных условиях может дать коэффициент отскока  $K_o$  при моделировании рабочего процесса.

Уравнения бародинамического рабочего процесса в виде  $(d^2x_y/dt^2)$  и  $(d^2x_k/dt^2)$  для  $x_y > 0$  и  $x_k > 0$  запишутся аналогично (10) и (11).

Ограничения для  $x_y \leq 0$  и  $x_k \leq 0$  учитываются по (3).

Отметим следующее. В уравнениях описывающих рабочие процессы ДПУМ неуправляемые дроссели приняты с постоянными проходными сечениями. Коэффициенты расхода воздуха для всех каналов приняты равными единице, уточняются по реальной конструкции по методике [28] или продувкой реального канала.

Если объемы в воздухоподводящих или воздухоотводящих трубках принимаются существенными, то они учитываются как камеры с постоянными объемами.

Если применяются отверстия или каналы различных форм и уровней положения, то эффективное проходное сечение определяется для каждой формы и координаты положения.

**Некоторые рекомендации к последующим исследованиям по данной тематике:**

Ярусы каналов можно заменить щелью с равной протяженностью и суммарной площадью сечения и разделить на равное количество сечений, например, четыре дросселя равны четырем участкам по 0,25 от  $\Sigma \omega g$ /

Однако ярусы круглых дросселей предпочтительнее щели из-за наличия перемычек обеспечивающих большую жесткость трубки в продольной плоскости и при более тонких стенках увеличить объемы камер трубки  $V_{xt}$  и  $V_{pt}$ , чем обеспечить достаточный объем и массу воздуха в камере  $V_x$  и  $V_p$  ПУМ.

Интерес представляют размеры  $V_{рт}$  и  $V_{рт}$ , а также  $V_p$  и  $V_{хв}$  в зависимости от заданных величин энергетических параметров.

### **Заключение**

Простота конструктивного решения ПУМ является весьма перспективной для её освоения с целью применения в большинстве технологий строительного производства в условиях отрицательных температур Крайнего Севера.

Последовательность открытия и закрытия ярусов каналов воздухораспределительной системы ДПУМ позволяет сосредоточить большую часть внутренней энергии воздуха в рабочей камере, со стороны которой осуществляется выпуск воздуха из полости-камеры в стержне.

### **Список литературы**

1. Taschebuch for Pressluft – Betrieb. – 5 Ausgabe, Frankfurt a M., 1924. – 408 р.
2. Федулов, А.И. Ударное уплотнение грунтов / А.И. Федулов, Р.А. Иванов, В.В. Пучков – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1983. -118 с.
3. Кусницын, Г.И. Пневматические ручные машины. Справочник / Г.И. Кусницын, С.В. Зеленецкий, С.И. Доброборский, С.А. Гринцер, А.М. Кивман, И.С. Кассаиер – Х.: Машиностроение, 1968. -376 с.
4. Гурков, К.С. Пневмопробойники / К.С. Гурков, В.В. Климашко, А.Д. Костылев, В.Д. Плавских и др. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1990. – 217 с.
5. Костылев, А.Д. Пневмопробойники и машины для забивания в грунт легких строительных элементов / А.Д. Костылев, К.С. Гурков, Б.Н. Смоляницкий – Новосибирск: Издательство «Наука» Сибирское отделение, 1980 – 48 с.
6. Есин, Н.Н. Пневматические машины ударного действия для проходки скважин и шпуров / Н.Н. Есин, А.Д. Костылев, К.С. Гурков, Б.Н. Смоляницкий – Новосибирск: Издательство «Наука», 1986 – 215 с.
7. Арнольд, Л.В. Строительные пневматические инструменты и компрессоры / Л.В. Арнольд – Л.–М. НКПТ – ОНТН, 1936. – 342 с.
8. Горбунов, В.Ф. Ручные пневматические молотки / В.Ф. Горбунов, Б.И. Бабуров и др. – М.: Машиностроение, 1967. – 184 с.
9. Клушин, Н.А. Механизированный инструмент для очистки металлических поверхностей / Н.А. Клушин, Э.А. Абраменков, Г.Ф. Тимофеев, В.Ф. Корчаков // Сб. науч. тр. Ручные пневматические машины ударного действия. Новосибирск: ИГД СО АН СССР. 1982. – с. 58 – 65.
10. Иванов, Р.А. Навесные ударные устройства для разрушения мерзлых грунтов / Р.А. Иванов, А.И. Федулов – Новосибирск: ИГД СО АН СССР. 1988. – 144 с.
11. Алимов, О.Д. Бурильные машины / О.Д. Алимов, И.Г. Басов, В.Ф. Горбунов, Д.Н. Маликов. – М.: Гос. научно-техн. изд. литер. по горному делу. 1960. – 259 с.

12. Подколзин, П.С. Машины для бурения шпуров и скважин / П.С. Подколзин, А.А. Попов, И.Б. Прешман, В.В. Данчич. – М. Гос. научно-техн. изд. литер. по горному делу. 1963. – 155 с.

13. Бегагоен, И.А. Бурильные машины / И.А. Бегагоен, А.Г. Дядюра, А.И. Бажал. – М.:Недра. 1972. – 368 с.

14. Иванов, К.И. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых / К.И. Иванов, М.С. Варич, В.И. Дусев, В.Д. Андреев. Изд. 2. перераб. – М.:Недра. 1974. – 408 с.

15. Есин, Н.Н. Погружные пневматические машины ударного действия для бурения скважин / Н.Н. Есин – Новосибирск: Издательство «Наука» Сибирское отделение, 1976. – 100 с.

16. Есин, Н.Н. Пневматические машины ударного действия для бурения шпуров / Н.Н. Есин – Новосибирск: Издательство «Наука» Сибирское отделение, 1978. – 104 с.

17. А.с. 247179 СССР. МПК E21C3/24 Пневматический молоток / Н.А. Клушин, Э.А. Абраменков, Д.Г. Суворов, Б.М. Бирюков //Опубл. 04.07.1969. Бюл. 22.

18. Абраменков, Э.А. Перспективы применения дроссельных пневмоударных механизмов в пневматических молотках/ Э.А. Абраменков, Н.А. Клушин, Д.Г. Суворов // Известия вузов. Строительство и архитектура – 1974. - №7. с. 133 – 138.

19. Абраменков, Э.А. Изыскать и исследовать воздухораспределительные устройства пневматических машин ударного действия для работы в условиях Крайнего Севера / Э.А. Абраменков, А.Г. Богаченков, И.Н. Проценко, Г.Ф. Тимофеев // НТО НИСИ им. В.В. Куйбышева. – Новосибирск, 1983. Гос. рег. №01830019714.

20. Абраменков, Э.А. Результаты экспериментального исследования надежности запуска пневмоударных механизмов в условиях отрицательных температур/ Э.А. Абраменков, А.Г. Богаченков, В.П. Брызгалов, Г.Ф. Тимофеев // Известия вузов. Строительство и архитектура – 1987. - №9. с. 107–110.

21. Абраменков, Д.Э. Вопросы диагностики и обеспечения работоспособности ручных машин / Д.Э. Абраменков, Э.А. Абраменков, Б.Г. Ким // Труды НГАСУ, т 1, №3(3) – Новосибирск, НГАСУ, 1998.

22. Абраменков, Э.А. Пневматические механизмы машин ударного действия: дроссельные, струйные, беззолотниковые, бесклапанные: Э.А. Абраменков, Д.Э.Абраменков // Справочное пособие – Новосибирск: издательство Новосибирского университета, 1993. – 430 с.

23. Малышева, Ю.Э. Классификационные признаки-элементы пневматических ударных механизмов с трубчатым воздухораспределением / Ю.Э. Малышева, Д.Э. Абраменков, А.С. Дедов, Э.А. Абраменков // Известия вузов. Строительство, 2016, №4. – с. 83 – 94.

24. Малышева, Ю.Э. Классификационные признаки-элементы пневматических ударных механизмов со стержневым воздухораспределением /

Ю.Э. Малышева, Д.Э. Абраменков, А.С. Дедов, Э.А. Абраменков // Известия вузов. Строительство, 2016, №5. – с. 76 – 89.

25. Малышева, Ю.Э. Классификационные признаки-элементы ударника-поршня пневматических ударных механизмов / Ю.Э. Малышева, Д.Э. Абраменков, А.С. Дедов, Э.А. Абраменков // Известия вузов. Строительство, 2016, №12. – с. 72 – 81.

26. Малышева, Ю.Э. Классификационные признаки-элементы цилиндра-корпуса пневматических ударных механизмов / Ю.Э. Малышева, Д.Э. Абраменков, А.С. Дедов, М.С. Малышев, Э.А. Абраменков // Известия вузов. Строительство, 2017, №1(697). – С. 80 – 90.

27. Пат. 2728067 РФ, МПК \_Устройство для пневматического ударного механизма с дроссельным воздухомраспределением / Э.А. Абраменков, Н.С. Алуфьева, А.С. Дедов, К.А. Назарова// Оpubл. 28.07.2020. Бюл. 2.

28. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик. – М.: Машиностроение, 1975. – 559 с.

**УДК 696.1:004.94**

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ СВОДНОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТА В NEVISWORKS НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

А.В. Аксенов<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, А.Н. Корнеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены особенности проверки системы холодного водоснабжения на корректность и пересечения с другими разделами проекта.

**Ключевые слова:** система холодного водоснабжения, проверка, коллизии, Nevisworks, Revit.

### **OPTIMIZATION OF VERIFICATION OF THE BRIEF PROJECT MODEL IN NEVISWORKS ON THE EXAMPLE OF A COLD WATER SUPPLY SYSTEM**

A.V. Aksenov<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, A.N. Korneev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai state technical university of I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract:** The features of checking the cold water supply system for correctness and intersections with other sections of the project are considered.

**Keywords:** cold water supply system, check, collisions, Nevisworks, Revit.

В настоящее время BIM технологии всё больше используются при проектировании объектов строительства. Информационное моделирование

позволяет хранить и использовать информацию об объекте на разных этапах его жизненного цикла. С помощью информационного моделирования быстро выполняются и автоматизируются большие объемы однотипных операций, визуализируются проектируемые объекты, что позволяет целостно представить проектируемый объект и обеспечить эффективное взаимодействие между различными участниками: архитекторами, конструкторами, инженерами и др.

Применительно к проектам, выполненным в Autodesk Revit программа NevisworksManage позволяет контролировать выполнение проекта с помощью проверки его сводной модели [1, 2]. Проверки могут выполняться как всей модели в целом, так и отдельными её фрагментами.

Чаще всего все разделы, выполняющиеся в проекте, создают в разных файлах. Именно это и создает сложности при сведении конечной модели объекта, потому что появляются пересечения элементов одного раздела с другими.

После того как закончено моделирование разделов, все разделы сводят между собой в Nevisworks. Данная программа может определить пересечение элементов одного раздела с другими, а так же пересечение элементов внутри одного раздела.

Существует множество способов проверки модели на коллизии, каждый сам выбирает подходящий ему вариант [3]. Основными из них являются:

- Проверка с использованием функции «Наборы»;
- Проверка с использованием функции «Свойства»;
- Проверка с использованием функции «Правила».

Для выполнения корректной проверки требуется создание определенных настроенных правил. Если проверять полную модель, то при проверке вероятнее получится очень большой список разнообразных конфликтов. Данный список будет включать как важные «жесткие» коллизии, так и незначительные «мягкие» коллизии, к которым можно отнести, например, пересечение мелких диаметров трубопроводов с несущими ограждающими конструкциями, или узлы подключения сантехнических приборов между собой – рисунок 1.

А вот, например, пересечение трубопроводов разводки по этажам, между балками конструктивного раздела исключать из проверки нельзя – рисунок 2.

Для того, что бы при проверке модели не получить отчёты на несколько сотен страниц, создают необходимые поисковые наборы для исключения незначительных конфликтов. Рассмотрим правила исключения незначительных коллизий на примере системы холодного водоснабжения с узлами подключения сантехнических приборов.

При проведении проверки требуется предварительно создать проверяемые наборы. Это позволяет на этапе создания наборов исключить элементы коллизий, которые являются незначительными и не будут нас интересовать. Например, в проверке сантехнических приборов мы не хотим учитывать гибкие трубы и трубы мелкого диаметра, так как данные элементы устанавливаются на месте при монтаже.

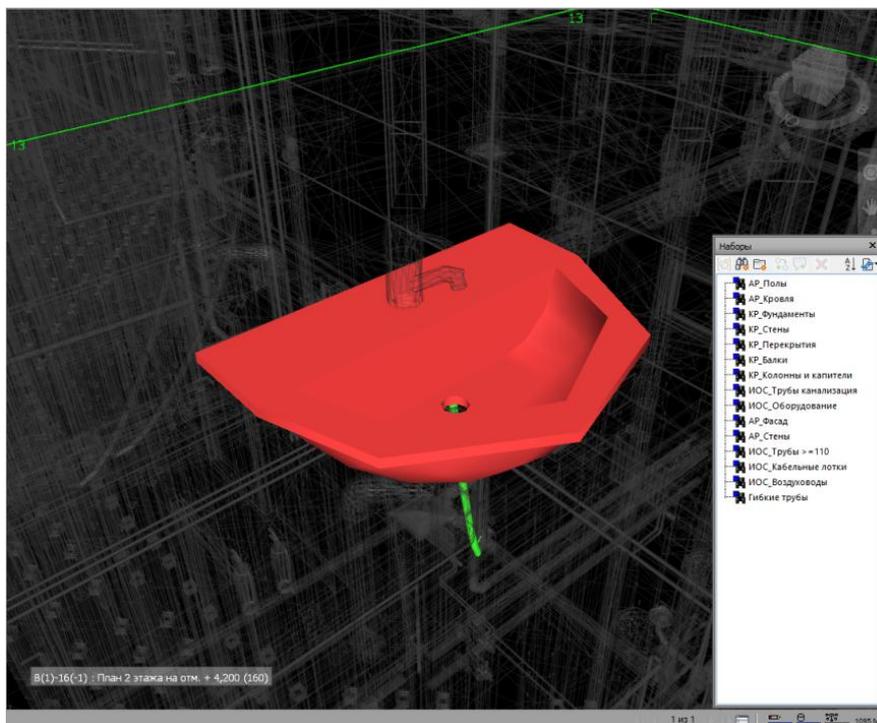


Рис. 1 – Пример незначительного конфликта в Nevisworks

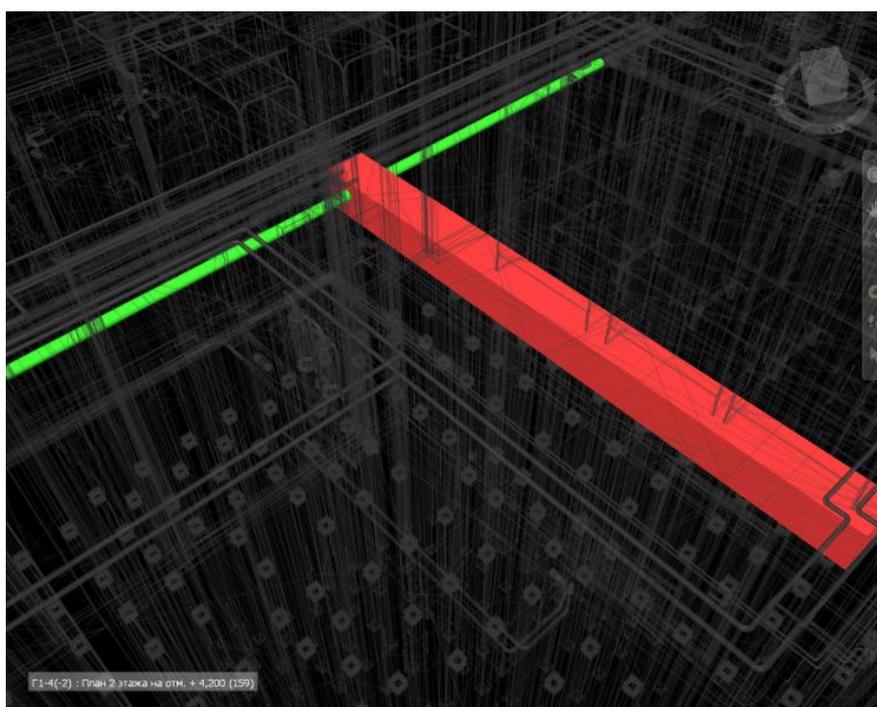


Рис. 2 – Пример важного конфликта в Nevisworks

В Nevisworks имеются два вида наборов. Первый это обычный набор выборки, в котором сохранены выбранные и применяемые ранее элементы. Второй представляет собой поисковый набор, который ориентирован на определенный составленный запрос или условие. Достоинством данных наборов является возможность автоматического пополнения элементов в

наборе при обновлении файлов отдельных дисциплин. Поэтому при проверке именно такие наборы наиболее целесообразно использовать.

Создадим в части ИОС2 (раздел водоснабжения) два набора для труб диаметром больше 25 мм и гибких труб – рисунки 3, 4.

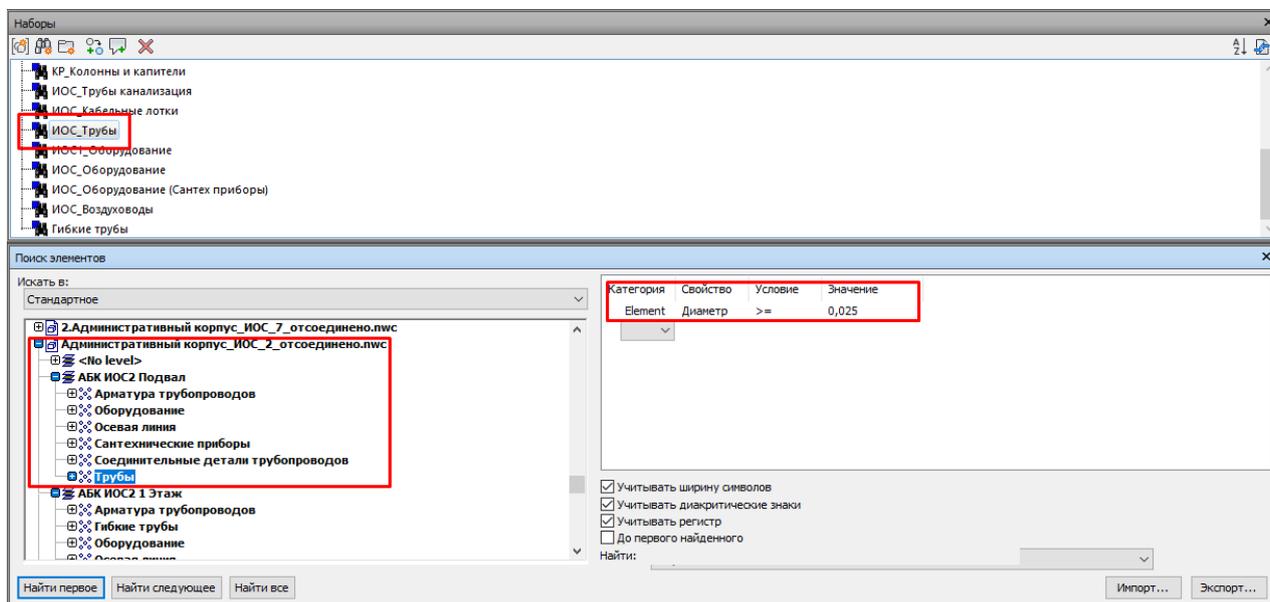


Рис. 3 – Создание поискового набора в Nevisworks

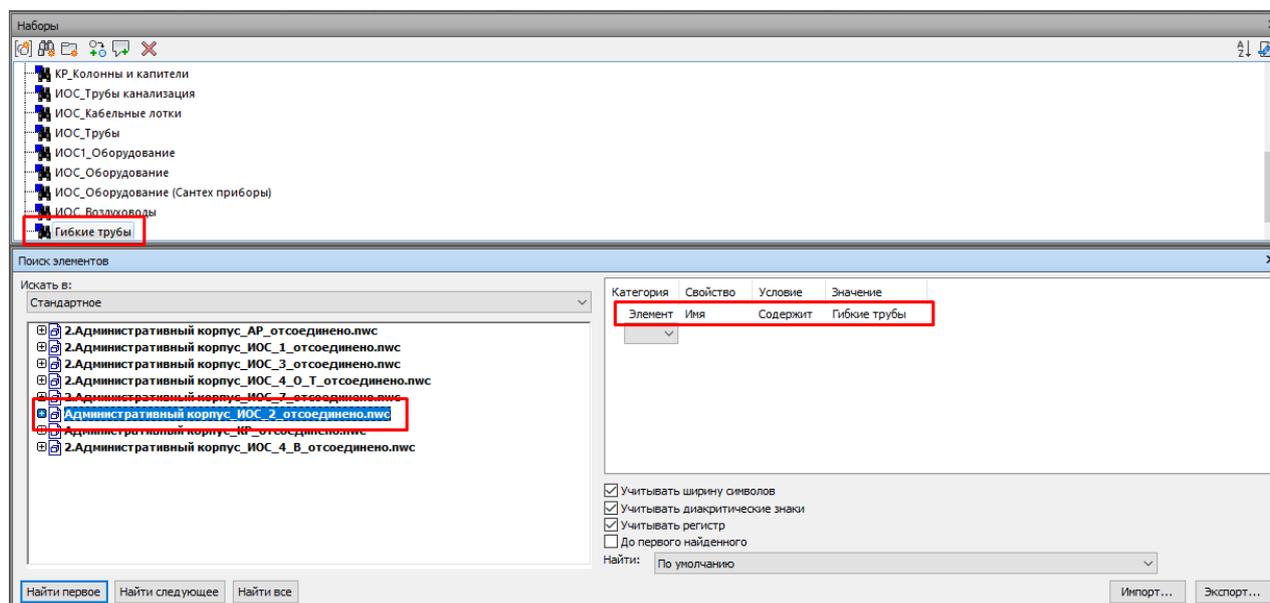


Рис. 4 – Создание поискового набора в Nevisworks

Создадим проверку в которой, к примеру, мы будем проверять на пересечения раздел ИОС2 (водоснабжение) с разделом АР (архитектурный раздел). Проверим для начала весь раздел, а затем с использованием тех наборов, которые мы создали. Для этого открываем специальный модуль ClashDetective. Выбираем нужные разделы, либо поисковые наборы и

выполняем проверку. В результате данных проверок, в первом случае мы получили 409 конфликтов, во втором – 32 конфликта – рисунок 5. Данное действие существенно сокращает время на исправление конфликтов готовой модели объекта.

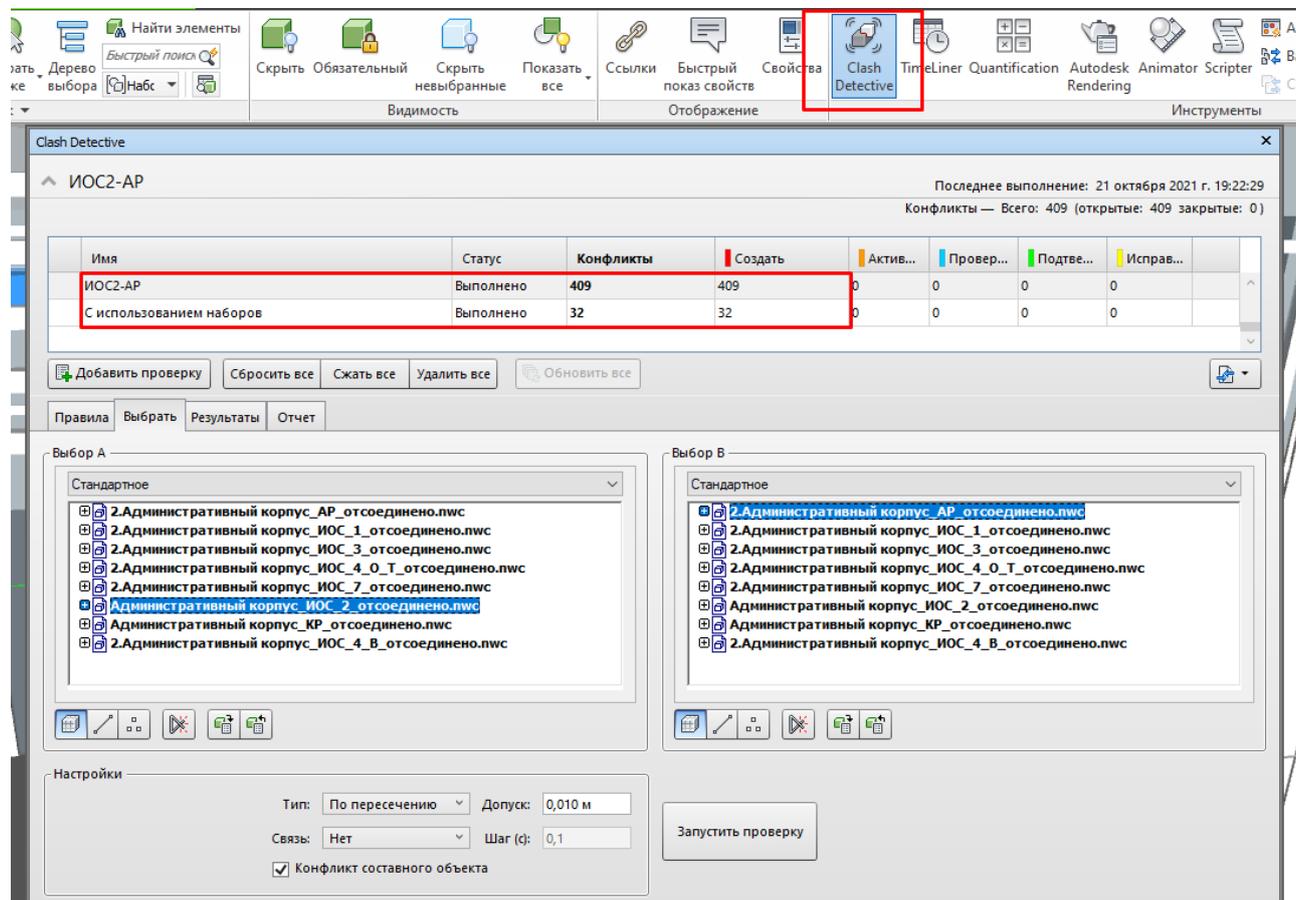


Рис. 5 – Проверка сводной модели проекта

После того как наша проверка с использованием тех или иных фильтров полностью закончена необходимо создать отчет, причем в этот отчет можно добавить только конфликты с нужным вам статусом и добавлять необходимые комментарии. Отчеты по разным проверкам между разделами идут к разным исполнителям, и проектировщик видит только те пересечения, за которые он ответственен. В отчёте указываются ID элементов конфликта, по которым можно найти данные элементы в Revit, на каком слое они располагаются, имя, тип и т.д. – рисунок 6.



Рис. 6 – Пример отчета о конфликтах в Nevisworks

#### Список литературы

1. Overview of Clash Detective Tool. URL: <https://knowledge.autodesk.com/support/navisworks-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/ENU/Navisworks/files/GUID-36D9904E-12F3-4F82-8DD3-C2103DB0BC29-htm.html?st=Clash%20Detective%20Tool> (дата обращения 21.10.2021)
2. Autodesk Nevisworks. URL: <http://www.nhn36.ru/wp-content/uploads/2019/02/Autodesk-Navisworks-Freedom.pdf> (дата обращения 20.10.2021)
3. Пантелеев М.В. Создание труб с индивидуальными характеристиками / М.В. Пантелеев, Н.Е. Еськова, И.А. Бахтина // Ползуновский альманах. 2021. № 1. С. 146 – 148.

УДК 721

## РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ

Н.Н. Басманов, М.Л. Лопатина

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Жилые массивы, застроенные «пятиэтажками», лишены пространственного и пластического разнообразия, с плоскими однотипными фасадами, построены без учета демографических, климатических особенностей регионов. Поэтому при реконструкции индустриальных жилых домов наряду с повышением комфортности устаревших квартир необходимо разработать и методы улучшения художественных качеств с тщательным учетом особенностей регионов.

**Ключевые слова:** реконструкция, модернизация, архитектурное проектирование, объемно-планировочное решение.

## RECONSTRUCTION AND MODERNIZATION OF BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES

N.N. Basmanov, M.L. Lopatina

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract.** Residential areas built up with "five-story buildings" are devoid of spatial and plastic diversity, with flat facades of the same type, built without taking into account the demographic and climatic characteristics of the regions. Therefore, when reconstructing industrial residential buildings, along with increasing the comfort of outdated apartments, it is necessary to develop methods for improving the artistic qualities with careful consideration of the characteristics of the regions.

**Keywords:** reconstruction, modernization, architectural design, space-planning solution.

Целью реконструкции является повышение или изменение функциональных, конструктивных и эстетических свойств зданий. При реконструкции жилой застройки всесторонне учитываются социальные и градостроительные задачи, а также экономическая и техническая эффективность ее осуществления.

Социальные задачи реконструкции заключаются в коренном обновлении застройки и планировочной структуры жилищного фонда. Эти задачи предусматривают улучшение и постепенное выравнивание условий жизни населения в старых и новых городских районах, которые должны удовлетворять современным и перспективным требованиям.

При проектировании реконструкции качество получаемого решения зависит от многих факторов. К ним относятся:

- планировочная организация жилой территории реконструируемого здания;
- требуемый состав квартир;

- природно-климатические;
- санитарно-гигиенические факторы (инсоляция, освещенность и т. д.);
- вопросы экономики;
- применяемые конструкции и методы производства работ;
- схемы существующего конструктивного решения;
- геометрические параметры и др.

Главными факторами, оказывающими влияние на выбор архитектурно-планированного решения, являются основные геометрические параметры здания и его конструктивно-планировочная схема.

Основная задача реконструкции заключается в максимальном приближении комфортных условий жизни в старом здании к современным требованиям и здесь требуется специфический подход, основывающийся на совокупности предварительных исследований, состоящий из: анализа планировочной структуры реконструируемого жилого дома; вариантного проектирования; технико-экономического анализа полученных архитектурно-планировочных решений.

Реконструкция и модернизация жилого фонда требует проведения проектных строительных работ, учитывающих характер существующих зданий, построенных в разное время и имеющих свои архитектурные, конструктивные и строительные особенности. При проектировании реконструкции зданий следует учитывать конструктивные решения, зависящие от состояния морального и физического износа существующих конструкций.

Существующий городской жилой фонд по своему техническому состоянию, планировочным решениям, эксплуатационным и другим характеристикам требует различных методов подхода к решению реконструкции, где особое внимание следует обратить на различный подход к объемно-пространственному и фасадному решению заданий.

Реконструктивные мероприятия жилого фонда, созданного за последние 30-40 лет, должны коснуться и модернизации планировки, и архитектурного облика этих пятиэтажных зданий, как кирпичных, так и панельных.

И здесь следует отметить, что в большинстве случаев полноценное решение комфортных условий квартир невозможно без дополнительных мероприятий, связанных с изменением объемов и фасадов зданий. Благодаря использованию в массовом строительстве «пятиэтажек» в стране за короткий период был преодолен жилищный кризис. Но из-за ограниченных технических и экономических возможностей тех лет, а также пренебрежение в архитектурной проработке, дома получили некомфортными и непривлекательными. Некоторое усовершенствование конструктивных и планировочных решений в домах второго поколения не коснулось их архитектурного облика. Одинаковые по своей объемной форме и идентичной архитектуры фасадов многочисленные «пятиэтажки» оказали отрицательное влияние на облик наших городов. Расчетный срок службы этих зданий еще далеко не на пределе. Поэтому задача реконструировать их так, чтобы они ни

обликом, ни комфортом не уступали современным домам, является одной актуальных среди реконструктивных мероприятий.

По своему архитектурно-планировочному построению жилые дома различаются системой связи квартир с окружающей средой. Этот момент оказывает существенное влияние на выбор планировочного решения при реконструкции всех типов жилых зданий независимо от времени их постройки.

Основным качеством планировочного решения квартиры является четкая дифференциация помещений по их назначению, удобная взаимосвязь жилых и подсобных помещений.

В основу планировочных решений зданий самых первых серий были приняты четырехквартирные унифицированные секции с номенклатурой квартир 1-2-3-3- и 2-2-2-3 серий 1-464, 1-335, 1-447 и др. (рис. 1)

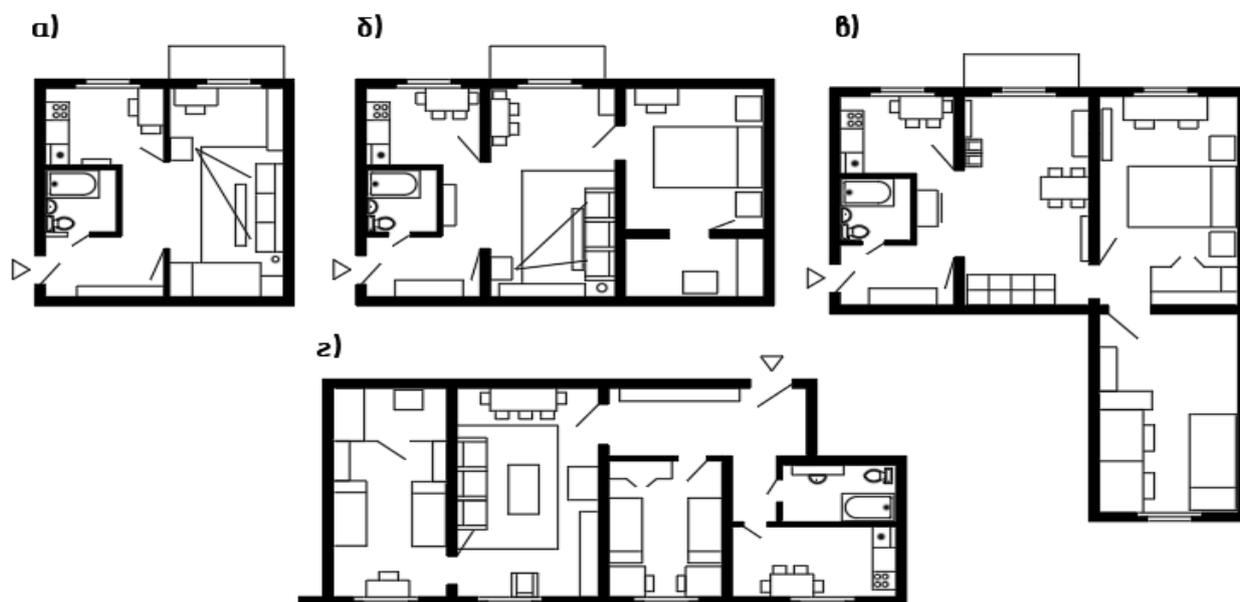


Рис. 1 - Типы квартир крупнопанельных серий первого поколения  
а) — однокомнатная квартира; б) — двухкомнатная; в) — трехкомнатная в домах широтной ориентации; г) - то же, меридиальной

Позднее были разработаны трехквартирные решения набором квартир 1-2-3 и 2-2-2 (серий 1-467, 1-468) (рис. 2).



Рис. 2 - Типы квартир крупнопанельных серий второго поколения:  
*а), б)* - большие и малые квартиры

Анализ архитектурно-планировочных решений крупнопанельных домов серий двух поколений и оценка из соответствия современным требованиям позволяют сделать вывод, что моральный износ этих зданий имеет одну и ту же причину, заключающуюся в недостаточности размеров подсобных помещений.

Среди основных задач реконструкции и модернизации крупнопанельных жилых домов первых двух поколений следует выделить, прежде всего, устранение планировочных недостатков квартир, повышение комфортного уровня благоустройства зданий (мусоропроводы и лифты), улучшение архитектурно-хозяйственных качеств, как отдельных зданий, так и застройки в целом. Жилые массивы, застроенные «пятиэтажками», лишены пространственного и пластического разнообразия, с плоскими однотипными фасадами, построены без учета демографических, климатических особенностей регионов. Поэтому при реконструкции индустриальных жилых домов наряду с повышением комфортности устаревших квартир необходимо разработать и методы улучшения художественных качеств с тщательным учетом особенностей регионов. В большинстве случаев повышение комфортности и объемно-пространственных характеристик тесно связаны. Зачастую планировочные качества квартир не могут быть улучшены без изменения объемов и фасадов здания.

Стремление к максимальной экономичности, увеличение скорости возведения зданий, применение недостаточно совершенных конструктивных решений, технологические недостатки изготовления сборных элементов, нехватка эффективных материалов оказали отрицательное воздействие на качество домов первых поколений. Преимущество конструктивного подхода, односторонне принятые экономические показатели, где за основу брались только экономичность конструктивных и технологических решений, неоправданная погоня за сокращением количества типоразмеров привели к

существенным недостаткам в планировке квартир. Габариты кухонь и передних препятствуют размещению оборудования и мебели.

Возросшие за последнее время технические возможности позволяют привести жилой фонд в соответствие с предъявляемыми настоящее время требованиями к градостроительному комфортному качеству жилища.

Первоочередная задача заключается в том, чтобы определить, какие мероприятия необходимо провести для улучшения условий проживания населения в пятиэтажках.

Анализ морального износа жилых домов первых поколений показал, что по характеру реконструкция и модернизация могут быть подразделены на три типа.

Первый тип модернизации (М-1) предусматривает реконструкцию санитарно-технических систем, внутренней отделки, устройств дополнительных проходов в помещения, встроенной мебели и без перепланировки самих квартир.

Второй тип (М-2) в дополнение к мероприятиям первого типа частичную или полную перепланировку квартир без изменения внешнего объема зданий.

Третий тип (М-3) — частичную или полную перепланировку секции с элементами надстройки и пристройки.

Анализ показывает, из трех типов модернизации реализация первого типа М-1, т. е. переоборудование без перепланировки, в большинстве случаев возможна, но менее целесообразна, чем реконструкция второго и третьего типа (М-2, М-3). Выбор варианта зависит от размеров жилой и общей площади, а также планировочной схемы квартиры, в результате чего принимается частичная или полная перепланировка с изменением размеров всех помещений. На окончательный выбор типа модернизации наибольшее влияние оказывают особенности конструктивной системы. Дома серий первых двух поколений проектировались на основе четырех конструктивных схем.

- 1) С узким шагом поперечных несущих стен 2,6 и 3,2 м;
- 2) Со смешанным шагом поперечных несущих стен;
- 3) С тремя продольными несущими стенами;
- 4) С внутренним полным или неполным каркасом (рис. 3).

Система с узким шагом с точки зрения перепланировки по типам М-1 и М-2 наиболее выгодна, т. к. размеры шагов 2,6 и 3,2 определяют практически полную неизменяемость планировочных решений квартир. В домах со смешанным шагом поперечных несущих стен потенциально существуют широкие возможности для различных перепланировок. Но здесь следует учитывать ряд конструктивных ограничений: малая глубина секций (9,8-10,4 м), недопустимость устройства в перекрытиях больших отверстий для новых вентиляционных каналов, наличие отдельных несущих перегородок. В домах с тремя продольными несущими стенами возможность перепланировки без изменения габаритов зданий ограничена из-за малой величины пролетов (5 м) и конструкций перекрытий с выступающими прогонами. В домах с внутренним каркасом возможности по перепланировке как квартир, так и секций больше, чем в других системах, так как отсутствуют несущие межквартирные и

межкомнатные перегородки, однако сложности могут возникнуть из-за конструктивного решения перекрытий.

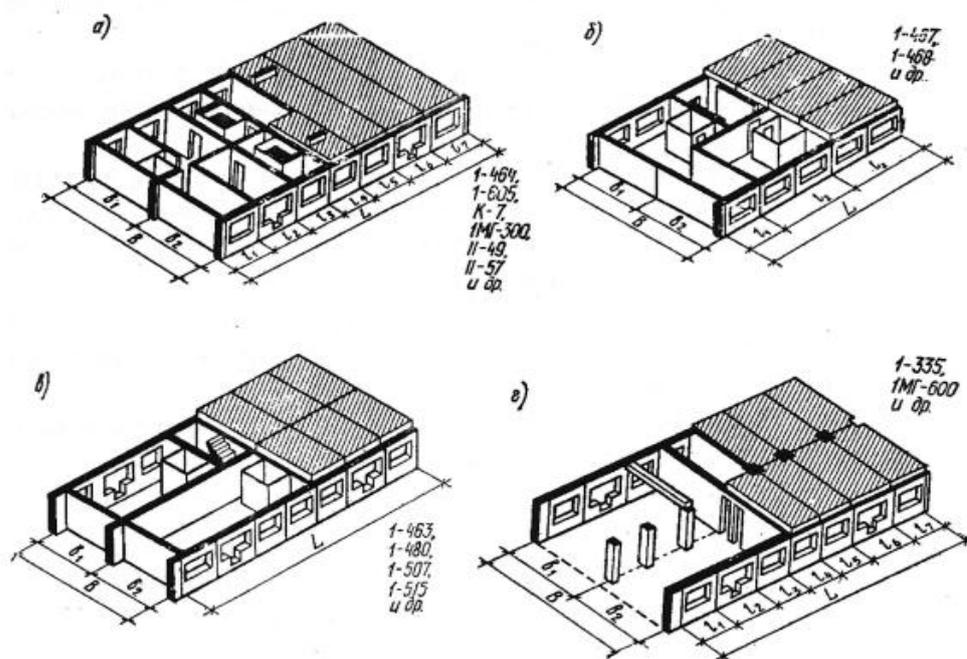


Рис. 3 - Конструктивные схемы крупнопанельных домов первого и второго поколений:

а) — узкий шаг; б) — смешанный; в) — продольные стены; г) — каркас

Все примеры улучшения планировки квартир при реконструкции типа М-1 и М-2 схожи между собой. Это вытекает из идентичности поставленных задач и существующих возможностей. К первым относится необходимость ликвидации заниженных против современных норм, как общих площадей квартир, так и площадей подсобных помещений. Ко вторым — использование площадей соседних квартир за счет их ликвидации или уменьшения в них количества комнат. Разница в применении приемов зависит, как уже говорилось выше, от конструктивного решения той или иной серии.

В проекте реконструкции рядовой трехквартирной секции (I-2-3) серии ИМГ-300 предусмотрено (рис. 4) изменение ее на двухквартирную с пристроенной группой лифт-мусоропровод, но с более измененными функциями помещений.

На месте кухонь размещены ванные комнаты с естественным освещением, с примыкающими к ним туалетами, оборудованными умывальниками. За счет сдвижки санитарных узлов образованы просторные прихожие. Кухни в квартирах сдвинуты вглубь к межсекционной стене, представляют собой общее помещение с главной комнатой, разделяемое в случае необходимости трансформирующей перегородкой. Квартиры получились достаточно просторные.

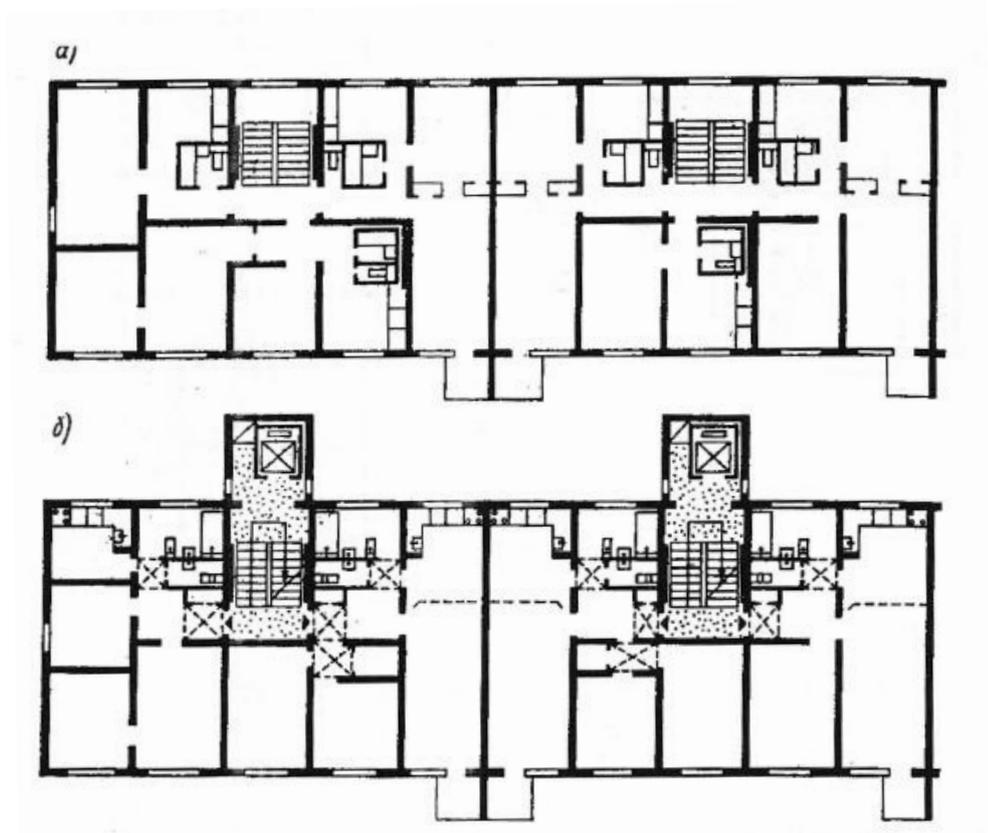


Рис. 4. Пример перепланировки дома типовой серии;  
 а) — существующая планировка; б) — предлагаемая.

Рациональными и результативными являются более радикальные мероприятия по изменению, как планировочной системы квартир, так и по видоизменению объемно-пространственного решения самих зданий. Для придания большей «престижности» квартирам в реконструируемых домах с заниженной высотой этажа планировочное решение в них должно отличаться некоторым своеобразием компоновки, появлением элементов внутреннего комфорта, компенсирующих недостатки, присущие для всех вариантов модернизации. Типологию пристройки объемов к существующему зданию можно разделить на несколько категорий:

- 1) Неотапливаемые объемы элементов декора комфорта (лоджии, балконы, входные навесы и т. д.);
- 2) Объемы отдельных помещений квартир (кухни, общекомнаты);
- 3) Объемы горизонтальных и вертикальных коммуникаций (лестницы, лифты, соединительные галереи и т. д.);
- 4) Объемы, радикально изменяющие габариты, конструктивную структуру здания.

Первая категория не затрагивает планировочную структуру квартир и секций. Вторая категория может положительно влиять на комфортность реконструируемых домов (рис. 5,а).

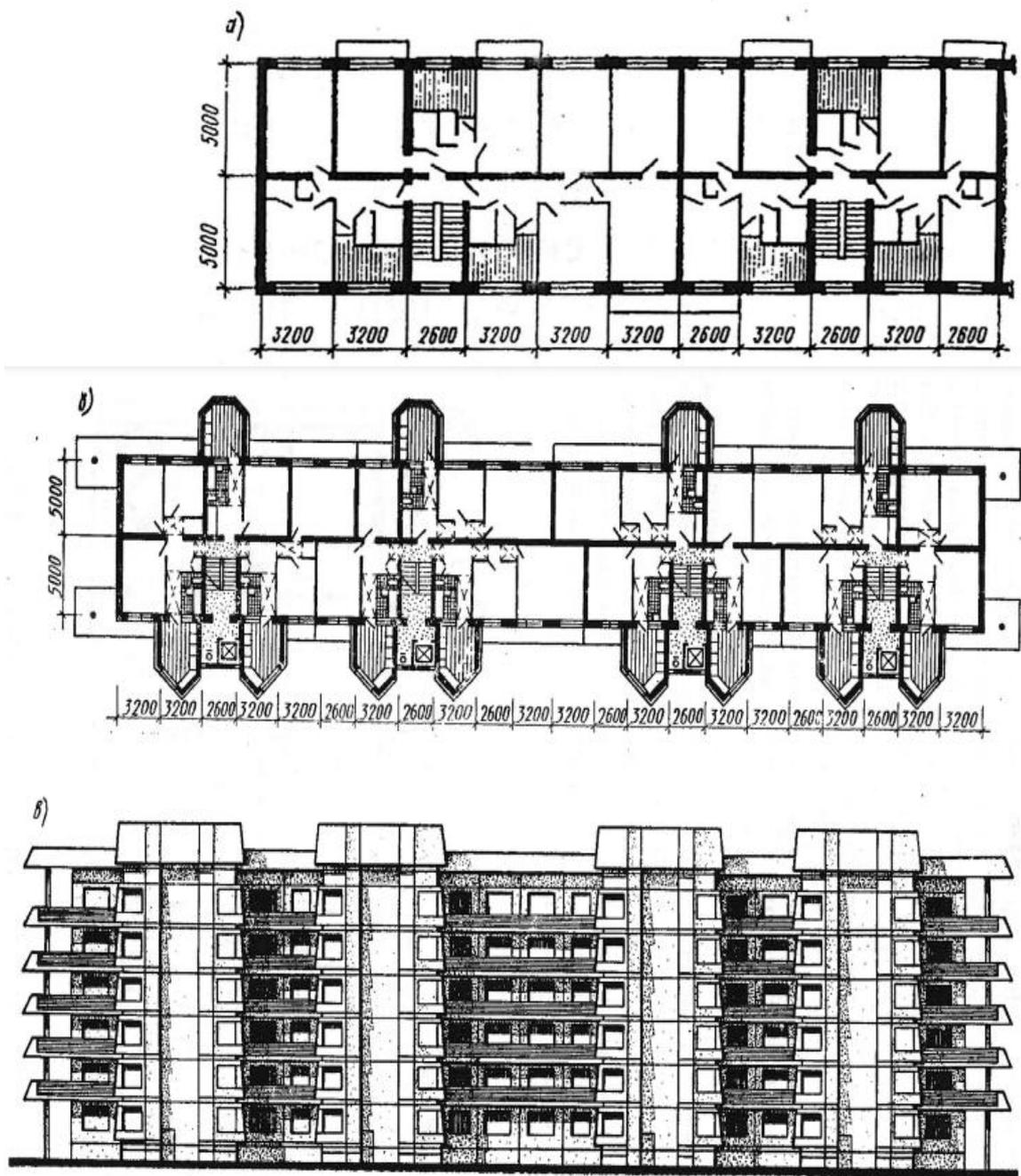


Рис. 5. Пример реконструкции жилого дома серии 1-480:  
 а) существующее решение; б), в) предлагаемое.

В пятиэтажных зданиях строительства пристроенные объемы могут коренным образом видоизменить архитектуру фасадов жилого дома.

В проекте (рис. 5,б) реконструкции жилого дома серии 1-480 сконструктивной системой с тремя несущими продольными стенами сохранены трехквартирные секции, но в них изменен набор квартир(1-2-3), пристроены лифтовые группы и объемы, в которых расположены кухни. В результате увеличены прихожие и удобнее расположены санузлы. При этом квартиры получили полноценные по площади кухни, расположение которых во вновь

пристроенных объемах позволяет провести санитарно-технические работы без пробивки существующих перекрытий, а санузлы сохранить на прежнем месте. Пропорции и компоновка комнат улучшились за счет передвижки ряда перегородок, увеличились площади общих комнат двухкомнатных квартир.

Пристройка кухонь, объединенной лифтовой группы совершенно изменила пластику здания, надстроенного до шестиэтажей.

Четкий ритм удачно скомпонованных крупных вертикальных объемов, объединенных горизонталями балконов придают ему вид современного жилого дома.

Экономические показатели являются решающими при реконструкции зданий, исторической ценности не имеющих.

Основные затруднения при выполнении модернизации пятиэтажки заключаются в том, что при кажущейся простоте экстерьера изменить его, улучшить оказывается очень непросто. Необходимо учитывать соотношение всех элементов фасада здания: разрезку панелей, размеры проемов, балконов, карнизов, козырьков и т.д. Главная задача модернизации заключается в обеспечении выполнения современных нормативных требований к зданию: обеспечить пути эвакуации людей при пожаре, устроить мусоропровод, сделать комфортными квартиры. Это достигается путем полной перепланировки квартир с изменением их количества и типов устройства, обособленных выходов в дворик части квартир первого этажа. Надстраивается мансардный этаж, и появляются квартиры на пятом этаже в двух уровнях. Устраивают тамбуры и мусоропроводы.

Для создания более выразительной архитектуры фасадов и повышения комфорта, существующие балконы перестраивают в лоджии. Предусматривают чердачную крышу с организованным водостоком.

В связи с перепланировкой необходимо предусмотреть полную замену инженерных коммуникаций.

В результате такой перепланировки повышается потребительская стоимость квартир, расположенных в первом и пятом этажах.

Социально-экономическая оценка реконструкции, что именно реконструкция является одним из перспективных вариантов получения современного жилья:

- во-первых, уровень достижения социального результата реконструкции незначительно уступает проекту нового здания,

- во-вторых, эти здания находятся на обустроенной территории, это сокращает затраты на освоение участка, инженерное оборудование, благоустройство, а также уменьшает удельные капитальные вложения в строительство объектов городского коммунального хозяйства.

Конструктивное решение надстройки - выдвижение опор и новых ограждающих конструкций за плоскость наружных стен существующей части здания наряду с увеличением высоты полностью изменяет вид здания. Такое решение можно применить при реконструкции застройки на важных в градостроительном отношении местах.

Максимально улучшить планировку квартир можно путем увеличения кухонь, передних и жилых комнат путем пристройки эркеров-ризалитов, устройства квартир в двух уровнях. Для этой цели используют верхний существующий и надстраиваемый этаж (мансардный). Эркеры-ризалиты можно выполнять в любом материале: кирпиче, монолитном железобетоне, сборных железобетонных конструкциях. Это позволит на основе различного ритмического ряда вертикальных элементов разнообразить пластику фасадов домов и в целом характер застройки.

В перепланировке квартир предусмотрено увеличение кухонь с устройством при них кладовых, светлых ванных комнат, отдельных санитарных узлов.

Наиболее часто при реконструкции и модернизации жилых домов используется замена балконов на лоджии. Совмещенные кровли меняют на чердачные с использованием чердачного пространства для жилья (мансарды), предусматривается устройство лифтов, мусоропроводов и другого оборудования, переоборудование первых этажей под нежилые помещения, выполняется благоустройство прилегающей территории.

Помимо решения архитектурно-планировочных вопросов, необходимо решать вопросы повышения эксплуатационной и конструктивной надежности таких зданий.

Архитектурно-планировочного решения с высоким уровнем комфорта жилых зданий можно добиться за счет выполнения надстройки на автономных опорах, выполняющих функции коммуникационных коробов для пропуска инженерного оборудования (лифты, мусоропроводы) и предназначенных также для устройства лестничных клеток. При этом планировка квартир в надстраиваемой части отличается повышенным уровнем комфорта, улучшена планировка существующего здания за счет увеличения кухонь, общих комнат, расширены прихожие, введены лоджии, исключаются проходные комнаты. Тем самым улучшается жилая среда на основе принципиально новых направлений. Сюда относятся: многовариантность квартирной структуры секции нежилым первым мансардным этажом; включение планировочную структуру жилого дома помещений коллективного пользования; присоединения к квартирам озелененных пространств: мансардных теплиц и приквартирных участков (рис. 6).

Экономическая эффективность должна быть одним из определяющих факторов при отыскании оптимального пути реконструкции. Но одним из факторов должен быть поиск художественного совершенствования образа здания и своеобразия массового жилья.

Несмотря на существующие в практике технологические ограничения и недостатки индустриальной базы, современные строительные механизмы позволяют демонтировать часть несущих элементов. Возможно утепление панелей, улучшение звукоизоляционных перекрытий. Используя приборы для проверки скрытых сварных швов, можно проверить качество сварных стыков панелей и выявить здания для реконструкции.

Таким образом:

- при реконструкции жилых домов первых массовых серий возможно повышение качества жилья, его потребительской стоимости с доведением этих показателей до уровня действующих нормативных документов;
- имеются широкие возможности по совершенствованию объемно-планировочных конструктивных решений зданий путем различного набора квартир, изменения назначения мансардного помещения, совершенствования инженерного оборудования.

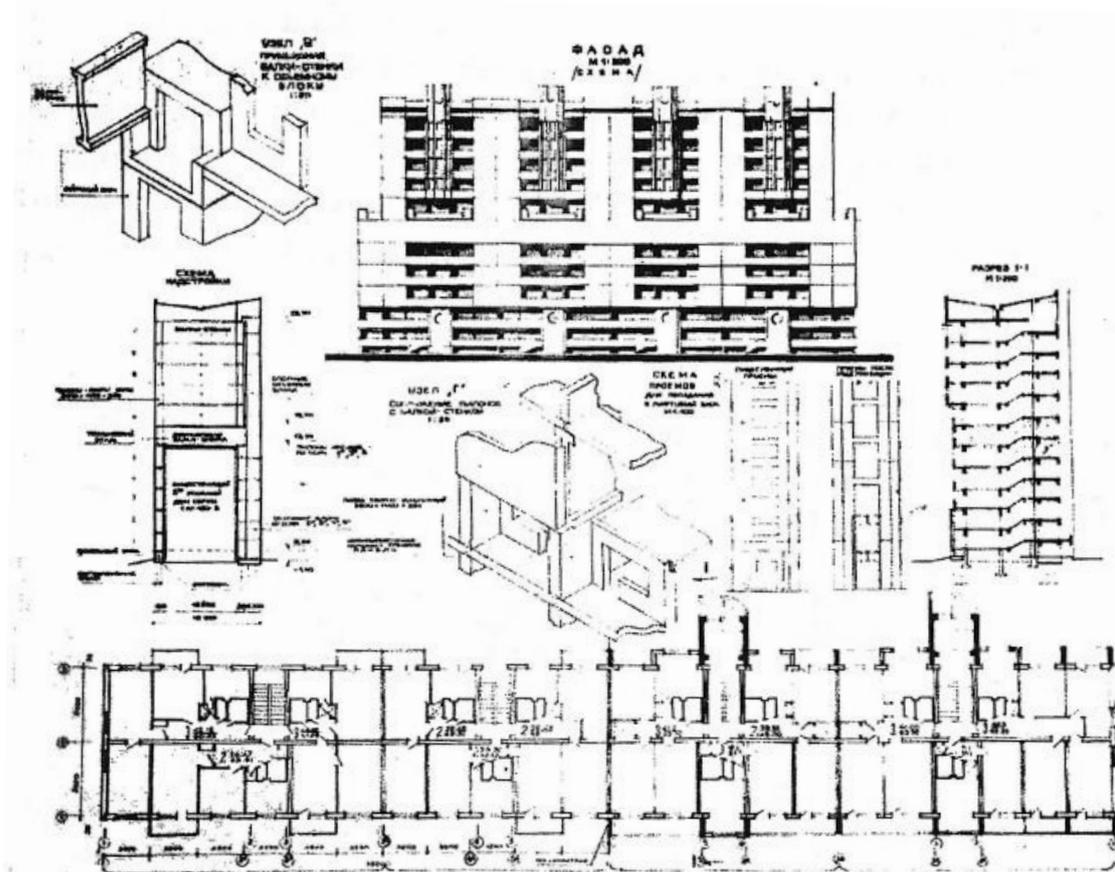


Рис. 6. План типового этажа серии 1-460-3 до и послемодернизации.

Насколько перспективна реконструкция и модернизация жилых домов первых массовых серий (кирпичные дома серии 447, крупнопанельные - 464)?

Более чем 30-летний срок эксплуатации этих зданий обусловил ряд проблем: кровля, фасады, внутренние инженерные сети, входные двери, окна требуют замены или восстановления. Общие планировочные решения и маловыразительные фасады старых пятиэтажек не соответствуют современным требованиям. Низок уровень тепловой защиты наружных ограждающих конструкций, что в условиях суровых климатических условий приводит к большим затратам на отопление. Тем не менее, в целом, дома, построенные по первым типовым проектам, обладают существенным несущей способностью. Основные конструкции домов могут служить еще 80-100 лет. Пространственные несущие элементы жилых зданий способны воспринимать дополнительную нагрузку от надстроженных этажей.

В связи с этим представляется актуальным сохранение и обновление существующего жилого фонда, сокращение неэффективных затрат на его содержание путем реконструкции и модернизации. Имеющийся отечественный и зарубежный опыт преобразования существующих зданий основан на двух главных подходах:

1. Радикальная реконструкция зданий с отселением жильцов, предусматривающая увеличение объемов сооружения за счет надстроек и пристроек с перепланировкой квартир;

2. Модернизация зданий без отселения.

Исследования показывают, что реконструкция с отселением жильцов в большинстве случаев оказывается экономически невыгодной из-за больших единовременных затрат и длительных сроков окупаемости,

Зато реконструкция без отселения может быть эффективной с экономической точки зрения, что официально подтверждено Минстроем России. В результате исследования теплозащитных свойств жилых домов томскими учеными архитектурно-строительного университета было установлено, что фактические значения сопротивлений теплопередаче наружных стен в жилых домах 447, 464 серий на 20-25% ниже действующих на момент строительства требований строительных норм и правил. Воздухопроницаемость окон и дверей в 1,5-2 раза превышает расчетные значения. Соответственно тепловые потери и затраты на отопление зданий на 25-30% больше предусмотренных проектом величин.

Технико-экономический анализ показал, что оптимальным является вариант реконструкции, включающий в себя утепление наружных стен с одновременным оформлением фасада, заменой окон, надстройкой мансарды, заменой внутренних инженерных коммуникаций.

Реконструкцию и модернизацию жилых домов первых массовых серий в целом можно оценить как перспективное направление деятельности, но ее реализация сдерживается сегодня отсутствием необходимой правовой базы, регламентирующей подходы к проведению реконструкции без отселения жильцов, а также отсутствием оптимального финансового механизма.

Отечественный и зарубежный опыт показывает преимущества реконструкции с устройством надстройки и мансарды. Такая реконструкция позволяет использовать существующую дорожно-транспортную инфраструктуру города; уплотнять застройку без расширения территории; использовать существующие инженерные сети и системы; не выселять жителей; применять индивидуальные архитектурно-планировочные решения; Повысить уровень благоустройства зданий и прилегающих территорий. Увеличение жилого фонда в результате таких мероприятий влечет за собой уплотнение жилой застройки и населения на единице территории, и, как следствие, изменение нормативных показателей.

К таким показателям относятся несущие способности конструкций зданий-основы и грунтов основания. Данные показатели являются решающим для оценки возможности устройства надстройки и мансарды. Важным условием

устройства надстроек и мансард на здании-основе является учет требований их быстрого возведения изоблегченных несущих и ограждающих конструкций

К изложенным приемам реконструкции пятиэтажных жилых домов по типу М-3 относятся и другие, основанные на кардинальном повышении этажности. Новые этажи могут возводиться на дополнительных конструкциях, сооружаемых вне существующего пятиэтажного корпуса (система «фламинго»). При такой системе надстраиваемый корпус может размещаться как вдоль, так и поперек существующего. С помощью такого приема можно изменять не только само здание, и существенно повышать плотность застройки, менять ее силуэт и т.д. Есть и другие методы и приемы реконструкции жилых домов, все они являются по существу вариантами, которые были подробно рассмотрены.

#### Список литературы

1. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка застройка городских и сельских поселений. 1991.
2. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания. 1989.
3. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника. 1986.
4. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. 1993.
5. Алексеев Ю.В. Научные проблемы архитектуры и экологии. Изв. Вузов. Строительство 2000 г. № 6.
6. Булгаков С.Н. Новые технологии системного решения критических проблем городов. Изв. Вузов. Строительство. №3. 1999.
7. Грязнов В., Либерман Д. Модернизация «пятиэтажек». «Архитектура СССР» 1990 г. №5 с. 50.
8. Миловидов Н.Н., Орловский Б.Я. Жилые здания. Реконструкция и модернизация. М. «Высшая школа» 1987 г.
9. Сергеев П. Модернизация жилых домов первых массовых серий. «Архитектура СССР» 1987 г. № 3. с.64.
10. Шумилов М.С. Гражданские здания и их техническая эксплуатация. М «Высшая школа» 1985.

УДК 625.76:626.226

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ НА ГИДРОЦИЛИНДРЕ ПРИ РАЗРУШЕНИИ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОНОЖНИЦАМИ ЭКСКАВАТОРОВ**

Н.С. Галдин, И.А. Семенова

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет  
(СибАДИ)*

**Аннотация.** Приводится описание гидравлических ножницэкскаваторов для разрушения бетонных и других конструкций. Состоят гидравлические ножницы из челюстей, ножей, гидроцилиндров и гидромоторов. Для привода гидроножниц применяется гидроцилиндр.

Представлены функциональные и графические зависимости для определения силы разрушения бетонных конструкций, силы на гидроцилиндре при работе гидравлических ножниц.

**Ключевые слова:** гидравлические ножницы, сила разрушения, экскаватор, гидроцилиндр.

## **DETERMINATION OF HYDRAULIC CYLINDER FORCE WHEN CONCRETE STRUCTURES DESTROY BY EXCAVATOR HYDRAULIC SHEARS**

N.S. Galdin, I.A. Semenova

*The Siberian state auto-road university (SibADI)*

**The abstract.** The description of hydraulic shears of excavators for destruction of concrete and other structures is given. Hydraulic shears consist of jaws, knives, hydraulic cylinders and hydraulic motors. A hydraulic cylinder is used to drive the shear. Functional and graphical dependencies for determining the fracture force of concrete structures, the force on the hydraulic cylinder during the operation of hydraulic shears are presented

**Keywords:** hydraulic shears, breaking force, excavator, hydraulic cylinder

### **Введение**

Эффективность работы экскаваторов с гидроприводом, их производительность повышается при наличии сменного навесного рабочего оборудования. Это позволяет снизить стоимость, сократить сроки выполнения работ, а также повысить уровень механизации выполняемых работ.

Применение гидроножниц (рис. 1) обеспечивает более широкий диапазон использования гидравлического экскаватора: обеспечивается разрушение железобетонных конструкций (в том числе железобетонных свай); производится работа по сносу зданий, реконструкции дорог, мостов; выполняются работы в условиях чрезвычайных ситуаций [1 – 5]. На рис. 2 представлен экскаватор с гидравлическими ножницами.



Рис. 1. Гидроножницы (бетоноломы) различных типов

## Основные зависимости для определения сил разрушения при работе гидравлических ножниц

Бетон является одним из основных конструкционных материалов для строительства. Рано или поздно бетонные конструкции подлежат частичному или полному демонтажу. Это привело к развитию разнообразных способов разрушения бетона.



Рис. 2. Экскаватор с гидравлическими ножницами

В условиях плотной городской застройки старые способы сноса зданий с использованием управляемого взрыва весьма опасны для окружающих строений. Перспективными для разрушения различных бетонных конструкций, зданий стали экскаваторы, оборудованные специальными бетоноломами – гидравлическими ножницами.

Расчетная схема для определения силы разрушения бетона приведена на рис. 3.

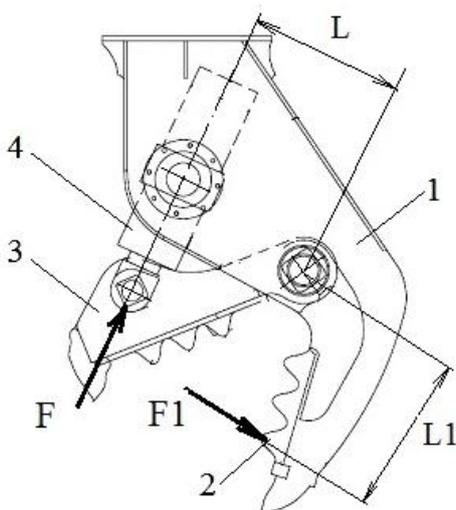


Рис. 3. Расчетная схема определения силы разрушения бетона:  
1 – неподвижная челюсть; 2 – зуб; 3 – подвижная челюсть; 4 - гидроцилиндр

Сила, необходимая для разрушения бетона одним зубом гидроножниц, определяется по формуле:

$$F_1 = \sigma_B \cdot S_1, \quad (1)$$

где  $F_1$  – сила разрушения бетона одним зубом, Н;  $\sigma_B$  – предел прочности бетона на сжатие, Па [5];  $S_1$  – площадь контакта одного зуба с бетоном, м<sup>2</sup>,  $S_1 = a \cdot b$ , здесь  $a$  – ширина контакта зуба с бетоном,  $b$  – длина контакта зуба с бетоном.

Сила, необходимая для разрушения бетона несколькими зубьями челюсти гидроножниц, определяется по формуле:

$$F_n = F_1 \cdot n, \quad (2)$$

где  $F_n$  – сила разрушения бетона несколькими зубьями, Н;  $F_1$  – сила разрушения бетона одним зубом, Н;  $n$  – количество зубьев,  $n = 2 \dots 4$ .

На рис. 4 представлены графические зависимости силы разрушения бетона одним зубом гидроножниц от предела прочности бетона на сжатие и длины контакта зуба с бетоном.

Гидравлические цилиндры (гидроцилиндры) – это гидродвигатели с возвратно-поступательным движением выходного звена. Благодаря своей конструктивной простоте, возможности реализации значительных усилий, малой стоимости, высоким удельным показателям и надежности, гидроцилиндры являются самыми распространенными объемными гидродвигателями, которые применяются в гидроножницах.

Из расчетной схемы (рис. 3) определим силу на гидроцилиндре гидроножниц.

Усилие, которое необходимо развить гидроцилиндрами гидроножниц определяется из соотношения

$$F \cdot L = F1 \cdot L1, \quad (3)$$

где  $F$  – сила, развиваемая гидроцилиндром, Н;  $L$  – плечо действия силы  $F$ , м;  $F1$  – сила, требуемая для разрушения бетона, Н;  $L1$  – расстояние от зуба до оси вращения челюсти, м.

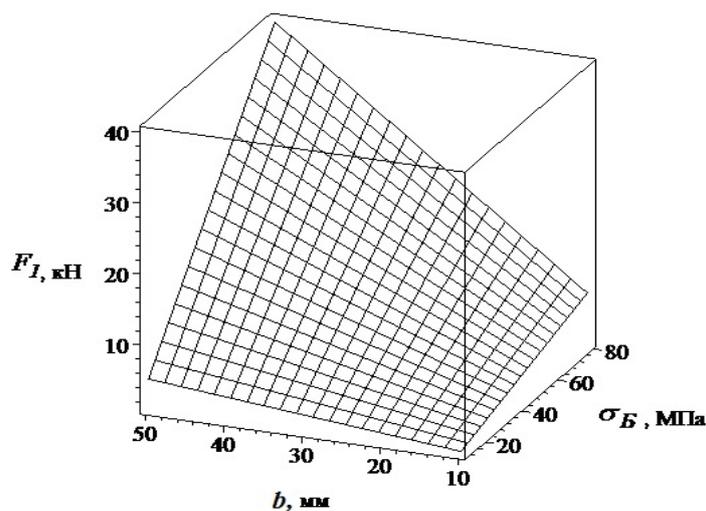


Рис. 4. Зависимость силы разрушения бетона от предела прочности бетона на сжатие и длины контакта зуба с бетоном (ширина контакта  $a=10$  мм)

Из уравнения (3) находим силу, развиваемую гидроцилиндром:

$$F = \frac{F1 \cdot L1}{L} \quad (4)$$

Зная значение силы  $F$ , находят конструктивные размеры гидроцилиндра: диаметры поршня и штока (рис. 6, 7).

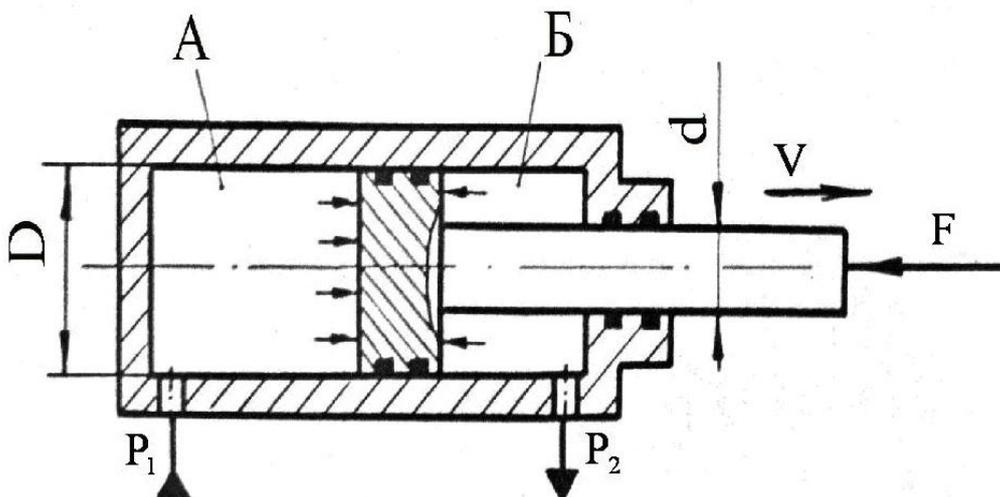


Рис. 5. Расчетная схема гидроцилиндра с поршневой рабочей полостью:  
А – поршневая полость; Б – штоковая полость

Диаметр поршня гидроцилиндра с поршневой рабочей полостью А (шток выталкивается, см. рис. 5) определяют из уравнения равновесия сил, действующих на шток:

$$F = p_1 \frac{\pi D^2}{4} - p_2 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \quad (5)$$

где  $F$  – сила на штоке гидроцилиндра, Н;  $p_1$  – давление в поршневой полости, Па,  $p_1 = p_{ном} - \Delta p_n$ , здесь  $p_{ном}$  – номинальное давление,  $\Delta p_n$  – потери давления в напорной гидролинии;  $D$  – диаметр поршня, м;  $p_2$  – давление в штоковой полости, Па,  $p_2 = \Delta p_c$ , здесь  $\Delta p_c$  – потери давления в сливной гидролинии;  $d$  – диаметр штока, м.

Задавшись значением коэффициента  $\varphi = d/D = 0,3..0,7$  и решив уравнение (5) относительно диаметра поршня, получим следующее выражение:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi [(p_{ном} - \Delta p_n) - (1 - \varphi^2) \Delta p_c]}} \quad (6)$$

После нахождения диаметра поршня определяют диаметр штока:  $d = \varphi \cdot D$ .

На рис. 6, 7 представлены графические зависимости диаметра поршня гидроцилиндра от усилия на штоке и номинального давления гидропривода, рассчитанные по формуле (6). При определении диаметра поршня гидроцилиндра потери давления в гидролиниях не учитывались.

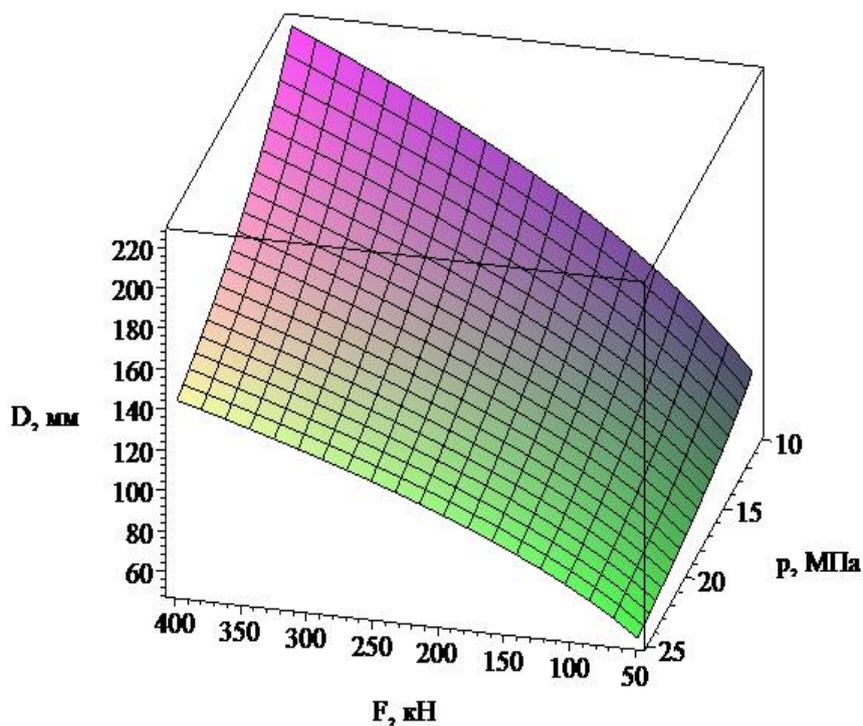


Рис. 6. Зависимость диаметра поршня гидроцилиндра от усилия на штоке и номинального давления гидропривода

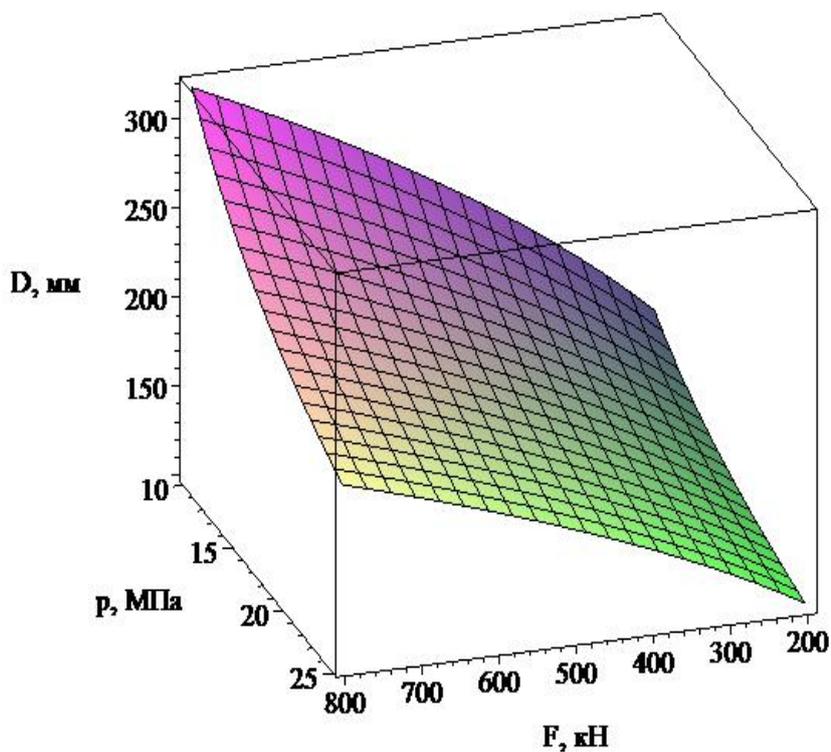


Рис. 7. Зависимость диаметра поршня гидроцилиндра от усилия на штоке и номинального давления гидропривода

Из графиков, представленных на рис. 6, 7 видно, что реальные значения диаметров поршня находятся в диапазоне от 100 до 300 мм и уменьшаются с увеличением номинального давления в гидросистеме.

### **Заключение**

Основная цель проектирования гидроножниц заключается в определении сил разрушения различных материалов для выбранного экскаватора. Проектирование гидроножниц связано с выбором кинематической схемы гидроножниц, гидроцилиндров для привода гидроножниц, расчетом их основных параметров. Наибольшее влияние на силу разрушения бетонных материалов оказывают механические свойства разрушаемых материалов. Диаметры поршня гидроцилиндров гидроножниц зависят от номинального давления в гидросистеме экскаватора и силы разрушения материалов.

### **Список литературы**

1. Галдин, Н.С., Семенова, И.А. Гидравлические ножницы на базе экскаватора// Вестник машиностроения. – М.: Издательство Машиностроение, 2020. – № 1. – С. 18 – 20.
2. Гидроножницы. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cdminfo.ru/spetstechnika/stroitel'naya-tehnika/2.2.-gidronozhnitsyi.html>. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 25.03.2020).
3. Навесные гидравлические ножницы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.konstruktiv-sd.com/blog/navesnye-gidravlicheskie-nozhnitsy/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 20.01.2021).
4. Гидроножницы Delta [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tradicia-k.ru/catalog/gidronozhnitsy-delta/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 20.01.2021)
5. Энциклопедия по машиностроению XXL. Бетон, разрушение [Сайт]. – URL: <https://mash-xxl.info/info/215671/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения к ресурсу: 20.01.2021).

**УДК 621.65.03:004.94**

## **ПОДБОР НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ WILO-SELECT**

А.Е. Кириллова, И.А. Бахтина, Т.Ю. Иванова

*Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** Рассмотрена методика подбора насоса на отопление с заданными характеристиками с помощью программы Wilo-Select.

**Ключевые слова:** насосное оборудование, насос Wilo, применение насосов, программа Wilo-Select.

## **SELECTION OF PUMPING EQUIPMENT USING WILO-SELECT SOFTWARE**

A.E. Kirillova, I.A. Bakhtina, T.Yu. Ivanova

*Altai state technical university of I.I. Polzunova*

**Abstract:** The method of selecting a pump for heating with specified characteristics using the

Wilo-Select program is considered.

**Keywords:** pumping equipment, Wilo pump, pump application, Wilo-Select program.

Насос представляет собой гидравлическую машину, в которой механическая энергия преобразуется в энергию перемещаемой среды: различных видов жидкостей, суспензий, шламов, смесей, сжиженных газов и т.д. За счёт работы насоса создаётся вакуум на входном патрубке и повышенное давление на выходном патрубке, что обеспечивает создание напора на выходе из насоса и перемещение среды в присоединённом трубопроводе или трубопроводной системе.

Область применения насосов чрезвычайно обширна, насосы и насосное оборудование используется для перекачки жидкости во всех современных промышленных производствах, насосы обеспечивают водой и теплом огромные мегаполисы, откачивают промышленные и коммунальные стоки, насосы работают везде, где необходимо создать энергию потока. Насосы — Wilo- это сбалансированная конструкция, высокая энергоэффективность и долговечность.

Ознакомимся с программой Wilo-Select 4 [1] и подберем насос для систем отопления с характеристиками: напор 35 м, производительность 90 м<sup>3</sup>/ч, температура среды 70-90 °С.

С помощью Wilo-Select удобно подбирать подходящий насос и получать всю необходимую информацию. Данный программный комплекс позволяет выбирать насос в увязке с той системой, в которой применяется данный насос, получать его описание и сопутствующую техническую документацию.

Программа Select позволяет выполнить следующие операции: запись стоимости жизненного цикла для всех насосов от компании Wilo и других производителей, расчёт срока окупаемости выбранного насоса, определение оптимального насоса в соответствии с применяемой системой и минимальным энергопотреблением. Также программа при управлении обеспечивает отслеживание всех оптимальных показателей: от организации сети и управления продуктом до переводов для международных торгов.

Программа Wilo-Select доступна в двух вариантах. Первый вариант представляет собой автономную версию с расширенными функциями. Она распространяется на CD-ROM и обеспечивает профессиональный выбор и монтаж насосов, её обновление возможно с помощью интернета. Второй вариант представляет собой интерактивную версию, которая доступна в сети интернет и содержит постоянно обновляемые данные о продуктах.

Необходимо отметить доступность и обширность функций программы Wilo-Select при выборе и монтаже насосного оборудования [1, 2].

Данная программа позволяет выполнить следующие расчёты и функции:

- рассчитать гидравлические параметры насосного оборудования в увязке с требованиями инженерной системы и быстро подобрать оптимальный насос;
- для выбранного насосного оборудования рассчитать экономичность и срок окупаемости;

- экспортировать полученные данные в удобные форматы, в том числе Excel и Word;
  - возможность управления проектом: от организации сети и управления продуктом до переводов для международных торгов;
  - полнота информация о насосе: описание продукта, инструкции по монтажу и эксплуатации, текст заявки и т.д.;
  - возможность замены насоса при эксплуатации;
  - возможность сохранения всех необходимых данных в формате PDF;
  - возможность фильтрации и сортировки результатов поиска.
- Интерфейс программы Wilo-Select достаточно просто и понятный (рисунок 1).

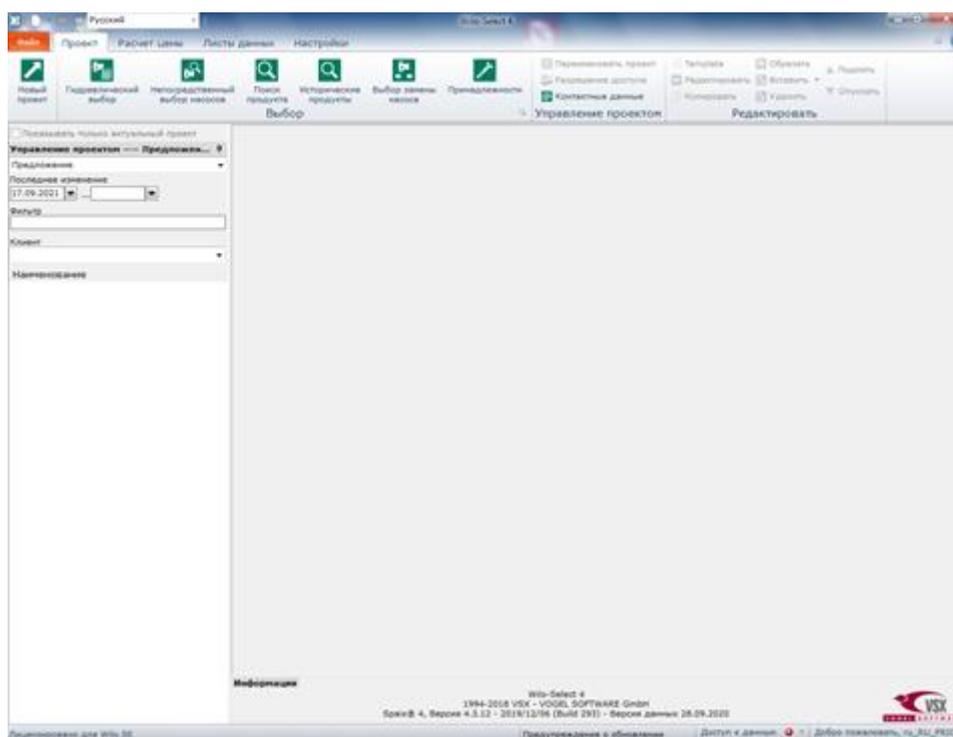


Рис. 1 – Интерфейс программы Wilo-Select

Для подбора насоса по заданным характеристикам, нужно нажать на кнопку «Гидравлический выбор», которая находится в верхнем левом углу накладке «Проект» (рисунок 2).

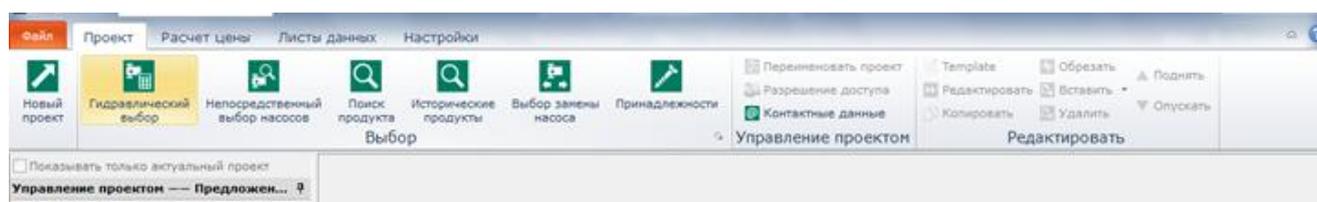


Рис. 2 – Гидравлический подбор

Далее нужно выбрать область применения (инженерную систему),

например, систему отопления (рисунок 3).

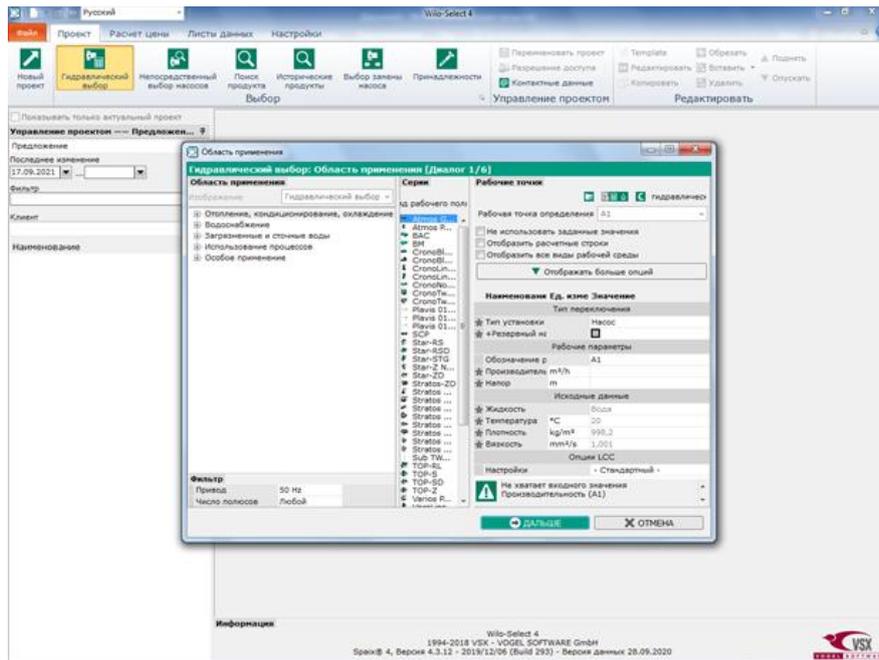


Рис. 3 – Выбор области применения

Если раскрыть окно «Отопление, Кондиционирование, Охлаждение» → «Отопление» выйдет длинный список разновидностей насосов по применению (рисунок 4).

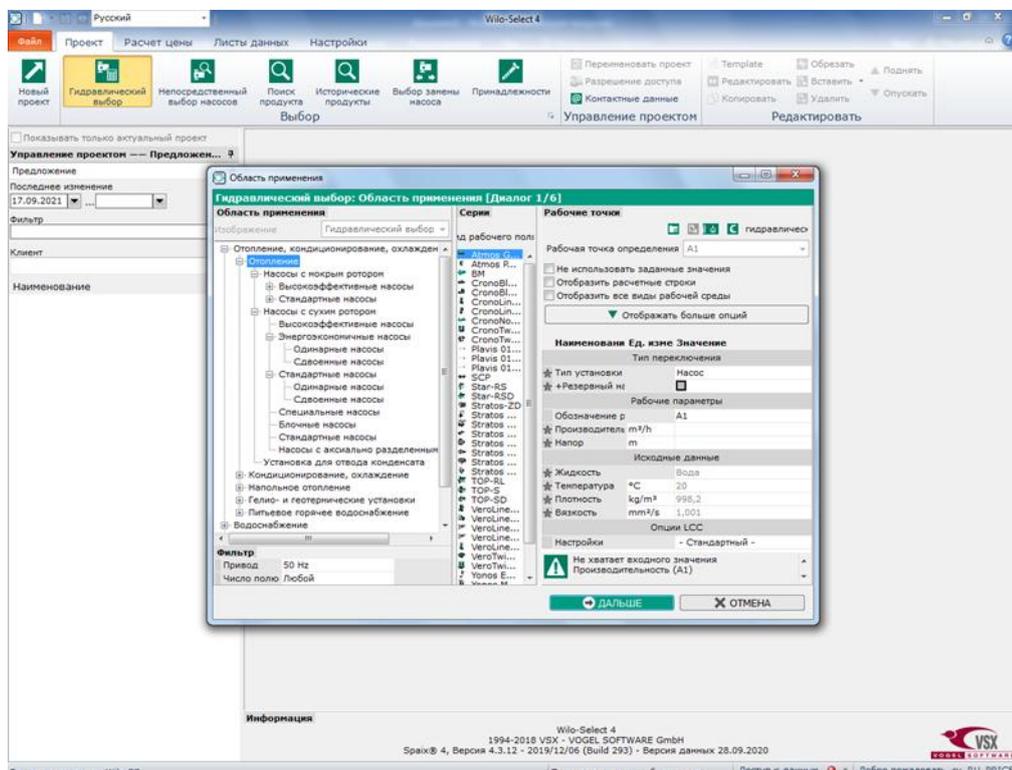


Рис. 4 – Выбор области применения

Вводим данные в рабочую область «Наименование единиц изменения значения»: Напор, производительность, температура раб .среды (по заданным характеристикам), нажимаем кнопку «Далее» (рисунок 5).

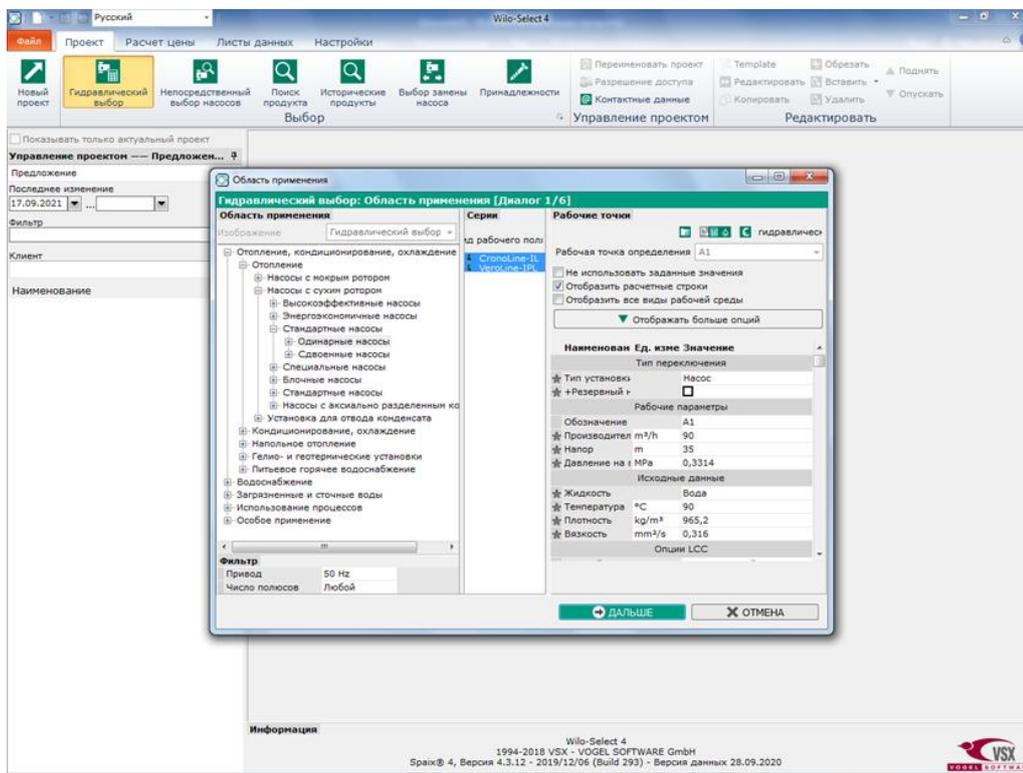


Рис. 5 – Окно область применения

Программа производит подбор оборудования и выдает результат: насос Wilo IL 80/170-15/2 (рисунки 6, 7).

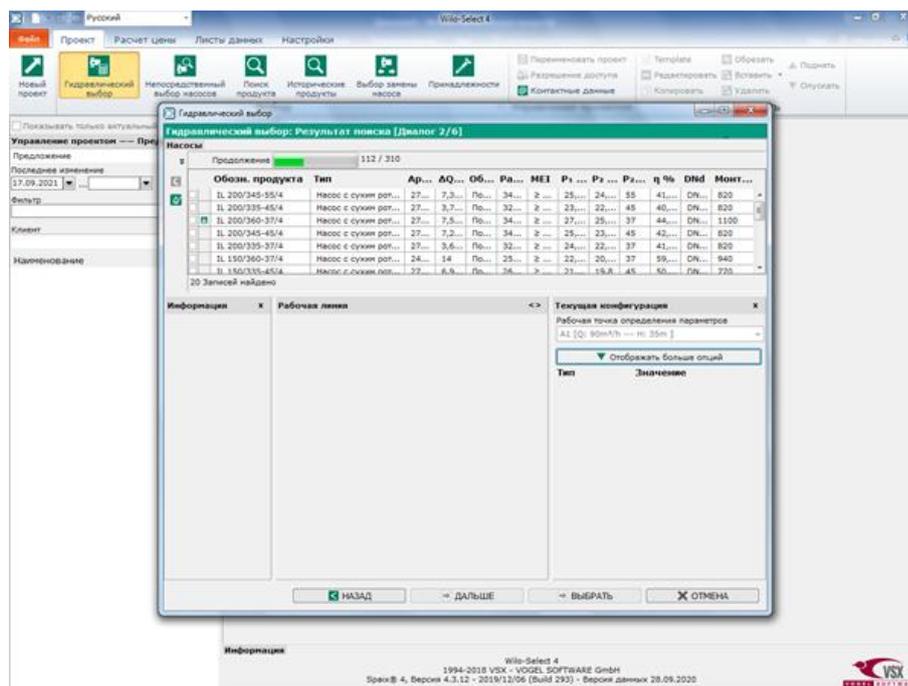


Рис. 6 – Подбор насоса

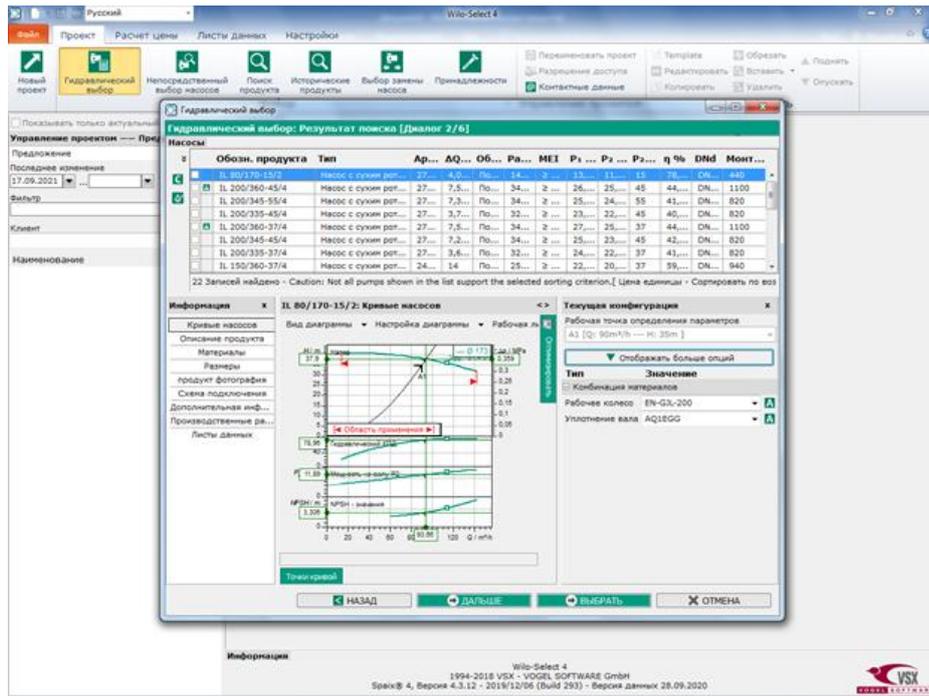


Рис. 7 – Результат подбора насоса

В информации можно увидеть график кривых насоса, описание продукта, материалы, размеры, фотография насоса, схема подключения, также прикладывается схема по монтажу (рисунок 8).

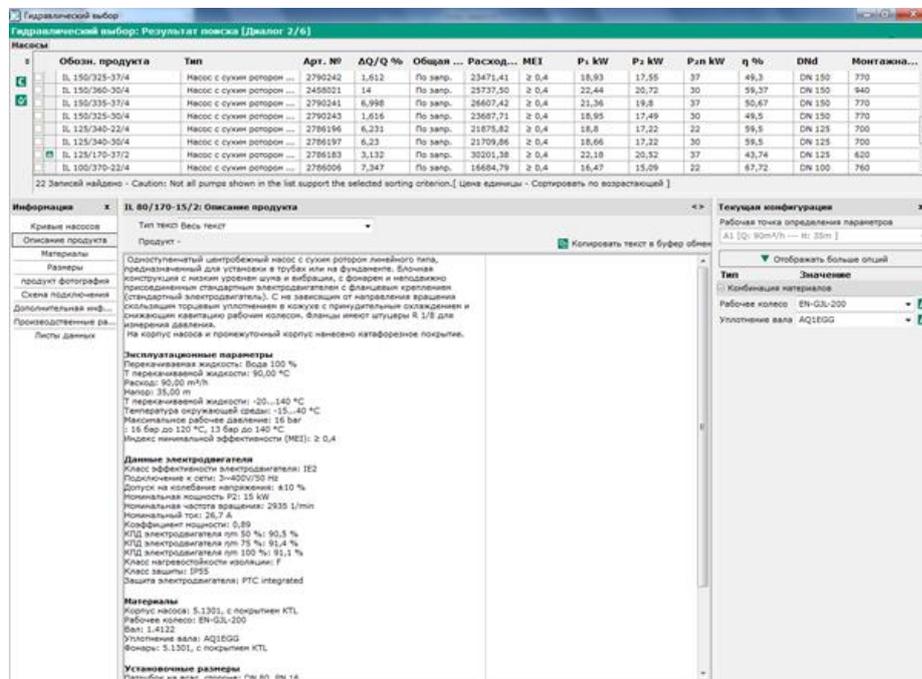


Рис. 8 – Окно информация

Программа просчитывает производственные затраты на динамику затрат, потребляемую мощность, потребление энергии, выбросы углекислого газа.

Результаты выдает в форме графиков (рисунки 9, 10, 11).

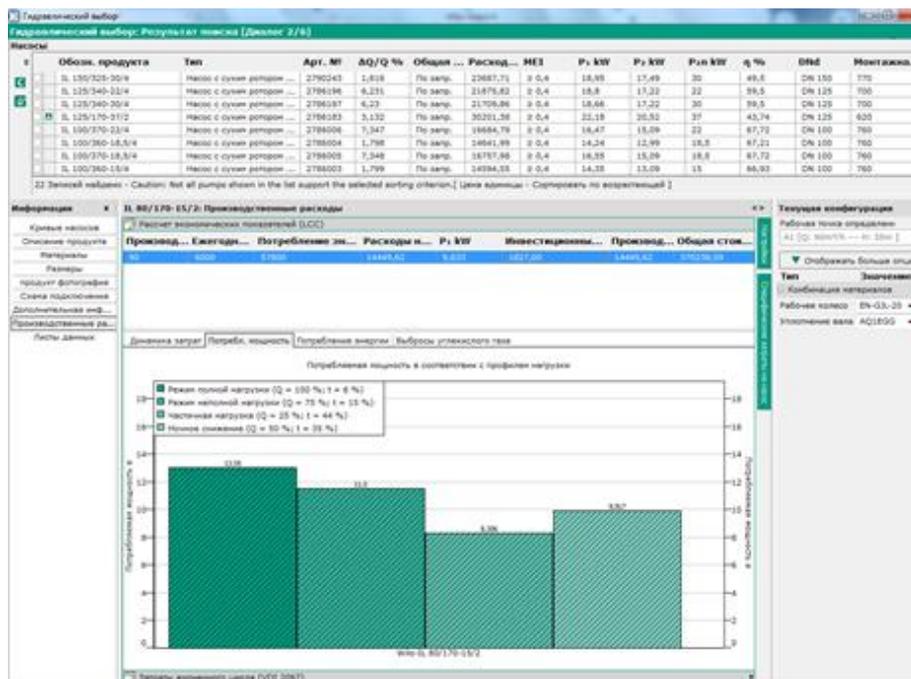


Рис. 9 – Потребляемая мощность

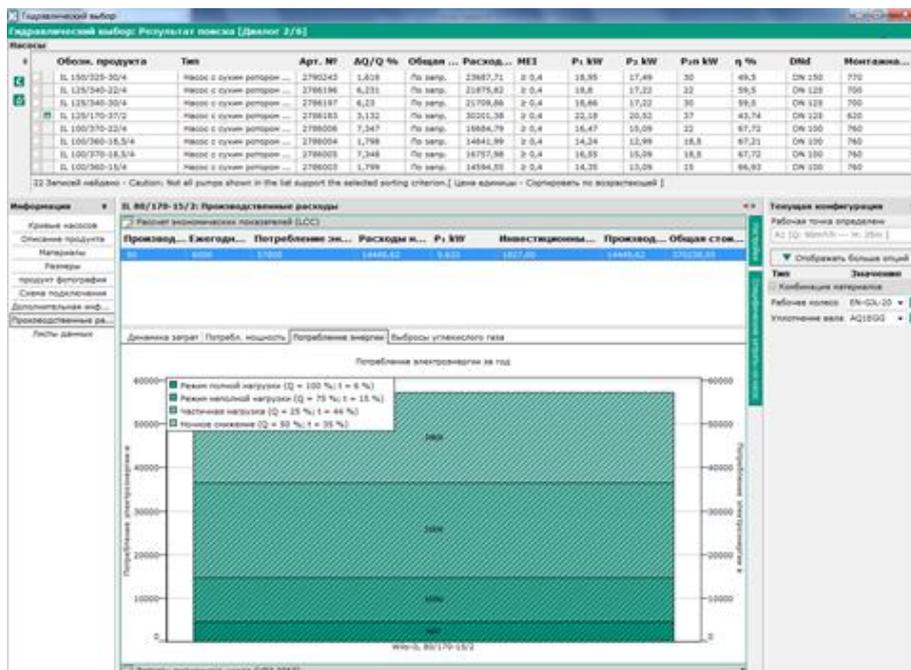


Рис. 10 – Потребление энергии

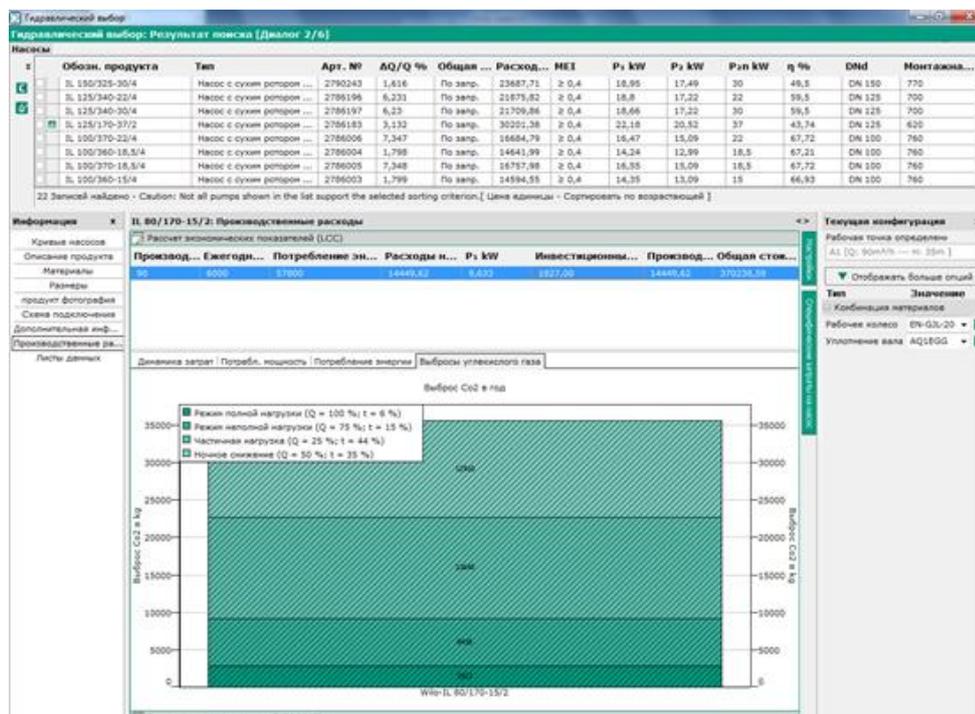


Рис. 11 – Выбросы углекислого газа

Таким образом, программа Wilo-Select выбрала марку насоса Wilo IL 80/170-15/2, который оптимально подходит под требуемые характеристики системы; выдала график кривых насоса, описание продукта, материалы, размеры, фотографию насоса, схему подключения, также схему по монтажу. Также в программе рассчитались производственные затраты на динамику затрат, потребляемую мощность, потребление энергии, выбросы углекислого газа. Все результаты расчётов представлены в форме графиков, что обеспечивает наглядность информации.

#### Список литературы

1. Насосы Wilo [Электронный ресурс]: Насосы Wilo: электрон. ресурс. URL: <https://wilo.com/ru/ru/> (дата обращения 18.10.2021)
2. Кириллова А.Е. Подбор насосного оборудования для систем отопления / А.Е. Кириллова, И.А. Бахтина // Ползуновский альманах. 2021. № 1. С. 65 – 67.

УДК 697.9:004.94

### ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЙ

К.В. Матвеев<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, Н.В. Гейко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова

<sup>2</sup>Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**Аннотация.** Рассмотрены особенности проектирования арматуры воздухопроводов в

системах воздуховодов при использовании BIM технологий.

**Ключевые слова:** воздуховод, арматура воздуховодов, соединительные детали воздуховодов, Revit, BIM.

## ADVANTAGES AND FEATURES OF DESIGNING VENTILATION SYSTEMS USING BIM TECHNOLOGIES

K.V. Matveev<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, N.V. Geiko<sup>2</sup>

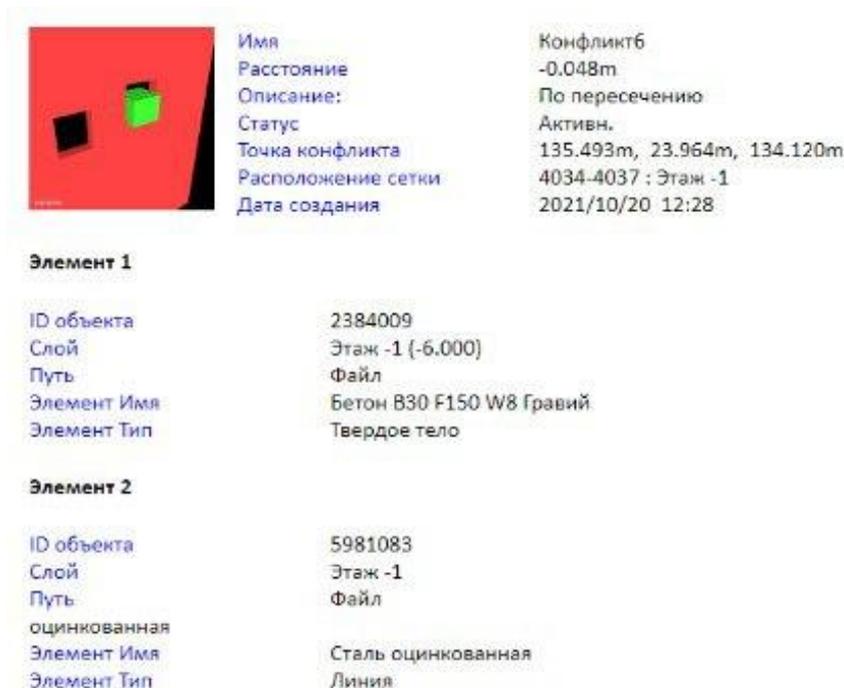
<sup>1</sup>*Altai state technical university of I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract.** The features of designing air duct fittings in air duct systems using BIM technologies are considered.

**Keywords:** duct, duct fittings, duct fittings, Revit, BIM.

Технологии в современном мире стремительно развиваются и область проектирования в этом плане не исключение. На смену проектирования в одной плоскости пришло проектирование в 3D пространстве. Одной из программ поддерживающей BIM является Autodesk Revit, который имеет широкий диапазон возможностей, к главным из которых относится возможность проектировать объемные объекты в 3D пространстве, и возможность задать в каждый объект определенную информацию, которую можно отобразить в спецификации [1, 2]. Использование BIM технологий в проектировании также позволяет на стадии проектирования найти проектные ошибки, используя проверку на пересечение (рисунок 1).



The image shows a screenshot of a BIM software interface. On the left, there is a 3D model of a duct intersection. On the right, there is a detailed report of the intersection between two elements. The report is organized into sections for 'Элемент 1' and 'Элемент 2', each with a list of properties and values.

Имя	
Расстояние	-0.048m
Описание:	По пересечению
Статус	Активн.
Точка конфликта	135.493m, 23.964m, 134.120m
Расположение сетки	4034-4037 : Этаж -1
Дата создания	2021/10/20 12:28

Элемент 1	
ID объекта	2384009
Слой	Этаж -1 (-6.000)
Путь	Файл
Элемент Имя	Бетон В30 F150 W8 Гравий
Элемент Тип	Твердое тело

Элемент 2	
ID объекта	5981083
Слой	Этаж -1
Путь	Файл
оцинкованная	
Элемент Имя	Сталь оцинкованная
Элемент Тип	Линия

Рис. 1 – Пример отчета о пересечении элементов модели

При проектировании систем вентиляции в программе Autodesk Revit можно использовать базовые семейства арматуры воздуховодов, воздуховодов и оборудования ADSK имеющиеся в библиотеке Autodesk Revit, либо загрузить семейство созданное другим человеком с различных сайтов, также имеется возможность создать свое семейство на основе уже существующего либо с нуля.

Оптимизация проектирования систем вентиляции в программе Autodesk Revit отражается в следующих пунктах:

- Возможность разработать высокоточную спецификацию с выбранными параметрами и использованием различных фильтров выбора (к примеру, спецификация для одной или нескольких систем вентиляции);
- Возможность выполнить проверку на пересечения внутри своего раздела, либо со смежными разделами проектирования, что позволяет избежать проектные ошибки еще при стадии проектирования.
- Возможность уменьшить стоимость возведения объекта за счет уменьшения количества проектных ошибок [3];
- Возможность расчета и корректировки сечения воздуховода в зависимости от расхода.
- Проектирование и просмотр систем вентиляции в режиме 3D, что значительно упрощает проектирование, за счет наглядности спроектированных систем [2].

Системы воздуховодов могут создаваться одним из следующих способов, либо их комбинации:

- Размещение арматуры воздуховодов с дальнейшим назначением им системы и проектированием воздуховодов от арматуры с назначенной системой [4].
- Добавление арматуры воздуховодов в существующую систему. При этом способе воздуховоды и оборудование системы воздуховодов, ранее имевшие другую систему принимают систему, назначенную арматуре воздуховода [4].

В Revit воздуховоды можно соединить между собой при помощи врезок, тройников, отводов и переходов, при изменении сечения воздуховодов.

При использовании тройников отводов и переходов появляется возможность регулирования их параметров.

Преимущество врезки в том, что ее можно перемещать в пространстве, это позволяет выполнять сложные разводки воздуховодов [2]. Если при перемещении она перестает контактировать с воздуховодом в который присоединяется, Revit автоматически выдает предупреждение об ошибке (рисунок 2).

Тройники как правило используются в местах, где нет необходимости применять врезки, при соединении трех воздуховодов (рисунок 3). У тройников есть возможность регулирования размера входящих и выходящих отверстий.

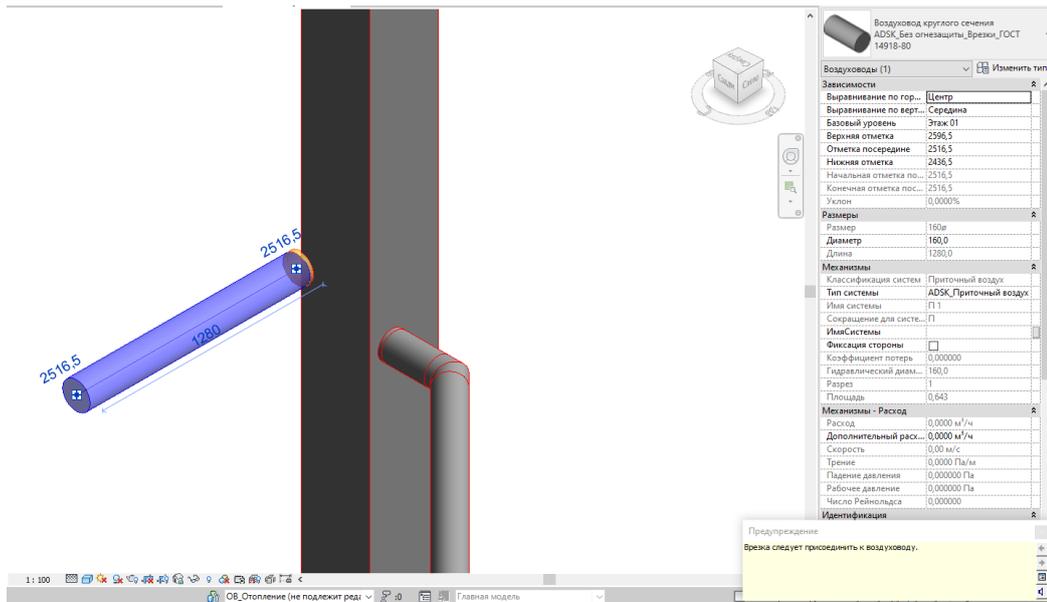


Рис. 2 – Предупреждение при сдвиге врезки с воздуховода

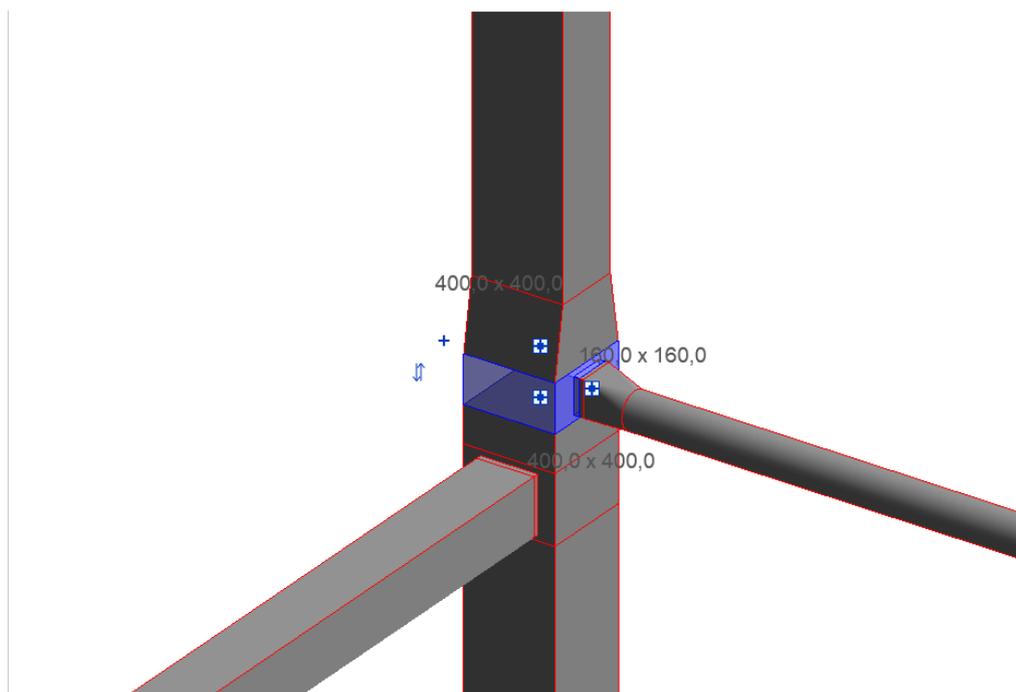


Рис. 3 – Применение тройника в проекте Autodesk Revit

Отводы применяются при изменении направления воздуховода либо его отклонения в горизонтальной или вертикальной плоскости. Отводы в Autodesk Revit проектируются автоматически, в зависимости от угла поворота трассы воздуховода (рисунок 4). При невозможности размещения или недостаточности пространства для размещения требуемого отвода Autodesk Revit автоматически выдает ошибку и не дает построить воздуховод по такой траектории.

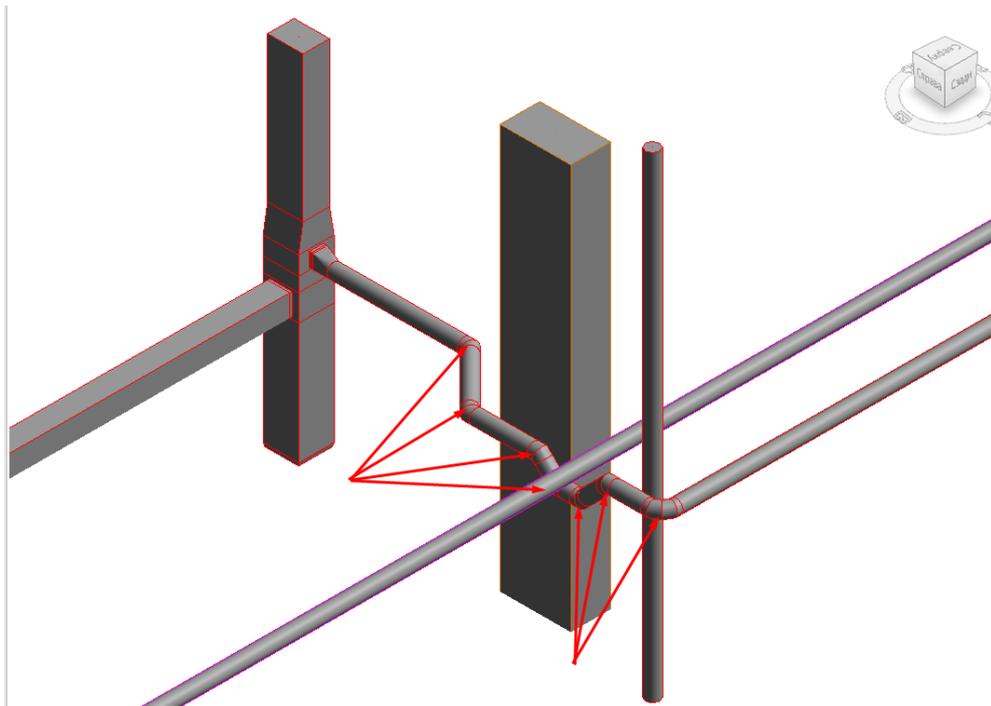


Рис. 4 – Применение отводов в проекте Autodesk Revit

Переходы используются в местах изменения размеров воздуховода, преимущество Autodesk Revit в построении переходов это возможность регулировать его положение в пространстве, путем изменения длины, высоты и ширины смещения перехода (рисунок 5).

Свойства	
	ADSK_ПереходникВоздуховодов_Прямоугольный Стандартное
Соединительные детали воздуховодов <span>Изменить тип</span>	
Зависимости	
Уровень	Этаж 01
Отметка от уровня	2100,0
Графика	
Использовать масштаб	<input type="checkbox"/>
Размеры	
ADSK_Размер_Длина	200,0
L	300,0
Смещение по ширине	3123,0
Фиксированная длина ...	200,0
ШиринаСмещения	200,0000 мм
ВысотаСмещения	200,0000 мм
Смещение по высоте	3123,0
Ширина воздуховода 2	100,0
Ширина воздуховода 1	250,0
Длина воздуховода	200,0
Высота воздуховода 2	100,0
Высота воздуховода 1	250,0
Размер	250x250-100x100

Рис. 5 – Регулирование параметров перехода

С помощью регулирования параметров перехода, можно изменять дальнейшую трассировку воздуховода, это позволяет проектировать системы воздуховодов на участках, где мало места для размещения компонентов системы воздуховодов (рисунок 6).

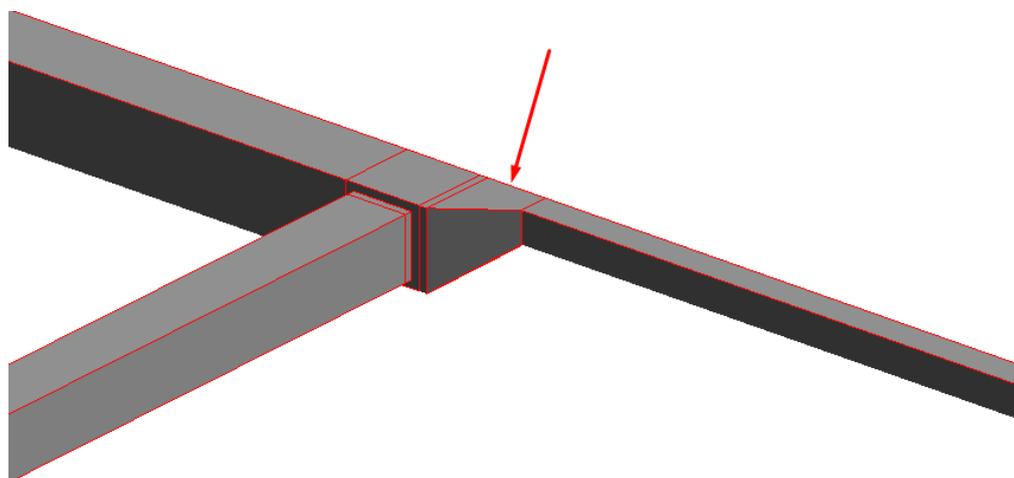


Рис. 6 – Изменение трассы воздуховода, за счет регулирования параметров перехода

#### Список литературы

1. Ларичкин В.А. Проектирование системы отопления BAUTODESK REVIT / В.А. Ларичкин, К.К. Февралева, И.А. Бахтина, Е.Р. Кирколуп // Ползуновский альманах. 2021. № 1. С. 83 – 85.
2. Проектирование сложных инженерных систем. URL: <https://www.autodesk.ru/products/revit/mep>(дата обращения 19.10.2021)
3. Преимущества BIM. URL: <https://www.autodesk.ru/solutions/bim/benefits-of-bim> (дата обращения 19.10.2021)
4. Создание приточных, рециркуляционных и вытяжных систем воздуховодов. URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/Revit-Model/files/GUID-63CD36A5-10F8-4A9D-B858-03DD3989A9AF-htm.html> (дата обращения 20.10.2021)

#### УДК 624.011.2

### **ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕМНОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ОПОРНЫХ И КОНЬКОВЫХ УЗЛОВ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ ТРЕХШАРНИРНОЙ ДОЩАТОКЛЕЕНОЙ АРКИ**

О.А. Михайленко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Методом конечных элементов исследовано сложное объемное

напряженно-деформированное состояние древесины в опорных и коньковых узлах трехшарнирной дощатоклееной арки пролетом 60 метров. В объемных конечно-элементных моделях учтена анизотропия жесткости древесины. Приведены сопоставительные результаты численных расчетов при различных модификациях конструкций узлов.

**Ключевые слова:** объемное напряженно-деформированное состояние в древесине, узлы деревянных арок, анизотропия древесины.

## NUMERICAL STUDIES OF THE VOLUME STRESS-DEFORMED STATE OF THE WOOD OF THE SUPPORTING AND RIDGE UNITS OF THE LARGE-SPANISH THREE-JOINT GLUED ARCH

O.A. Mikhailenko

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract.** The complex volumetric stress-strain state of wood in the support and ridge nodes of a three-hinged board-glued arch with a span of 60 meters has been investigated by the finite element method. The volumetric finite element models take into account the anisotropy of wood stiffness. Comparative results of numerical calculations for various modifications of the assembly structures are presented.

**Keywords:** volumetric stress-strain state in wood, nodes of wooden arches, anisotropy of wood.

Зачастую опорные и коньковые узлы дощатоклееных арок решают с использованием металлоемких жестких шайб-траверс. Особенно это касается большепролетных арок, где опорная или коньковая часть арочных элементов может помещаться в шайбы-обоймы. С целью снижения металлоемкости и для обеспечения шарнирности узлов, в опорных и коньковых зонах зачастую устраивают смену сечения и «переломы» (рис. 1 б, в) [1]. В работе [2] указывалось на сложное напряженно-деформированное состояние, возникающее в узлах деревянных конструкций с местной передачей усилий на торцы элементов. При традиционных решениях таких узлов, в древесине, под краями жестких шайб-траверс, возникает концентрация нормальных и скальвающих напряжений, что в случае анизотропии древесины может приводить к расслоению деревянных клееных элементов. В большепролетных арочных системах эта проблема может усугубляться из-за значительности узловых давлений.

В настоящей работе представлены некоторые результаты численных исследований объемного напряженно-деформированного состояния древесины опорных и коньковых узлов большепролетной дощатоклееной арки при действии статической нагрузки.

В качестве инструмента исследования напряженно-деформированного состояния узлов конструкции был задействован ПК ЛИРА-САПР [3].

Расчеты моделей конструкций были построены как решение объемной задачи теории упругости в линейной постановке.

Предметом исследования была численная пространственная модель трехшарнирной дощатоклееной арки кругового очертания пролетом 60 метров

со стрелой подъема - 11 метров (рис. 1) [1]. Арка состояла из криволинейных дощатоклееных элементов постоянного прямоугольного сечения 250x1350 мм.

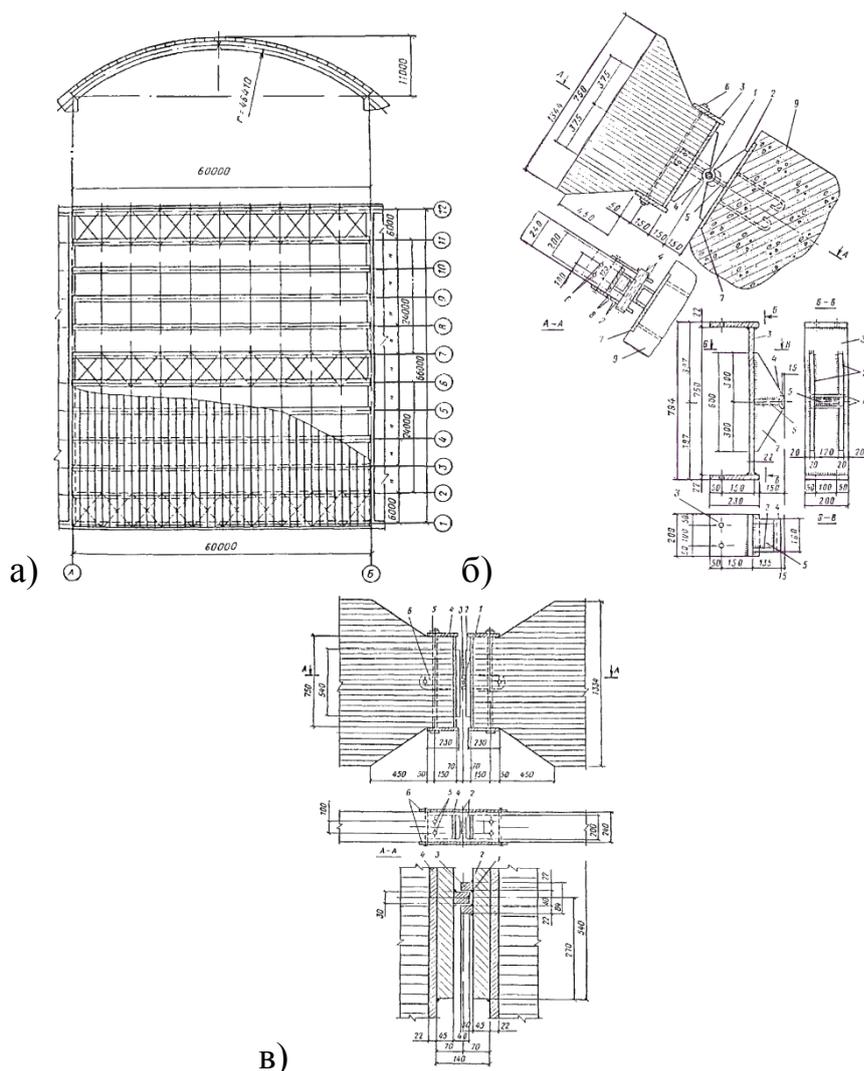


Рис. 1. Поперечный разрез и план арочного покрытия здания (а), опорный (б) и коньковый (в) узел арки

Стальные элементы шайб-обойм в опорных и коньковом узлах были смоделированы универсальными трех и четырехугольными КЭ оболочки. Размеры конечных элементов составляли 45x45 мм. Жесткостные характеристики составляли:

- модуль упругости  $E = 200000$  МПа;
- коэффициент Пуассона  $\mu = 0,3$ .

При моделировании древесины была учтена анизотропия ее жесткостных характеристик. Древесина моделировалась трансотропным материалом с поперечной изотропией. Жесткостные характеристики в радиальном и тангенциальном направлениях относительно годовых слоев были приняты одинаковыми. Для решения объемной задачи теории упругости были использованы универсальные пространственные шести и восьмиузловые изопараметрические конечные элементы. Конечно-элементная сетка в опорных

и коньковом узлах в области разбивки 3 метра от торцов деревянных элементов была сгущена и размеры элементов составляли 45x45x40 мм. На остальных участках размеры конечных элементов составляли 90x85x40 мм.

Жесткостные характеристики древесины были заданы согласно [4]:

- модуль упругости древесины вдоль волокон  $E_0=10000$  МПа;
- модуль упругости древесины поперек волокон в радиальном и тангенциальном направлениях  $E_{90}=400$  МПа;
- модуль сдвига древесины относительно осей, направленных вдоль и поперек волокон  $G = 500$  МПа;
- коэффициент Пуассона древесины поперек волокон при усилиях, направленных вдоль волокон –  $\mu_{90,0} = 0,45$ , и соответственно, вдоль волокон при усилиях, направленных поперек волокон –  $\mu_{0,90} = 0,018$ .

Статическая нагрузка на арку была задана в виде сосредоточенных сил  $P=88.5$ кН, приложенных в узлах в восьми узловых зонах.

На рисунке 2 представлены расчетные модели арки, а также ее опорного и конькового узлов.

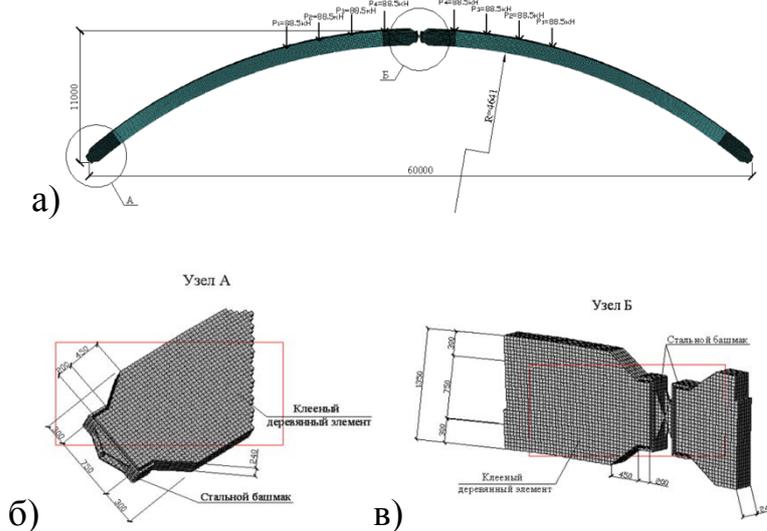


Рис. 2. Расчетные объемные конечно-элементные модели арки (а), опорного (б) и конькового (в) узлов

Для моделирования работы арки в составе каркаса здания и с целью обеспечения геометрической неизменяемости расчетной модели из плоскости деформирования, через 3 метра на отдельные узлы были наложены соответствующие связи.

Для того чтобы местные оси координат конечных элементов расчетной модели были одинаково взаимонаправлены, использовалась процедура согласования местных осей ортотропии.

В результате расчета установлено, что при традиционном решении узлов в древесине в местах уступов под краями шайб-обойм возникает значительная

концентрация нормальных напряжений вдоль  $\sigma_0$  и поперек  $\sigma_{90}$  волокон, а также скальвающих напряжений  $\tau_{090}$ . Мозаики напряжений представлены на рисунке 3.

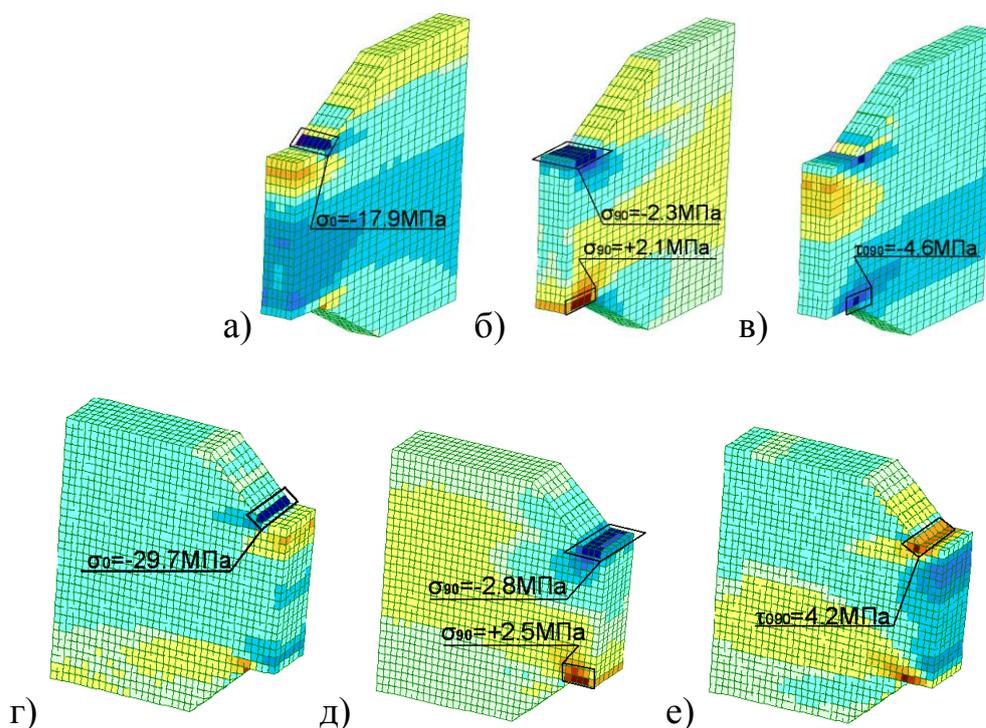


Рис. 3. Мозаики нормальных напряжений древесины вдоль волокон ( $\sigma_0$ ), поперек волокон ( $\sigma_{90}$ ) и скальвающих напряжений ( $\tau_{090}$ ) в опорном (а, б, в) и коньковом (г, д, е) узлах при использовании традиционных шайб-обойм

По мозаикам напряжений видно, что при традиционном решении узлов с шайбами-обоймами все компоненты напряжений достигают значительных величин и даже превышают значения соответствующих расчетных сопротивлений, установленных [4]. Кроме того следует отметить, что одновременно с нормальными сжимающими напряжениями поперек волокон возникают опасные раскалывающие напряжения, которые также в несколько раз превышает величину расчетного сопротивления  $R_{p90}$  [4]. Анализируя данное сложное объемное напряженно-деформированное состояние, можно сделать вывод о том, что в узлах, вследствие совместного действия нормальных (особенно, раскалывающих) и скальвающих напряжений в древесине могут возникать трещины, приводящие как минимум к аварийному состоянию, и к возможной потере несущей способности конструкций.

Следует отметить, что в принятых конструкциях узлов средние напряжения смятия под шайбами не превышали расчетного сопротивления древесины на смятие [4].

Как уже отмечалось в работе [2], одним из приемов по снижению концентраторов напряжений в древесине узлов с местной передачей усилий на

торцы деревянных элементов (в фермах, арках и др.) может быть использование шайб с переменной изгибной жесткостью. Однако можно предложить и альтернативные конструктивные решения узлов, например, с клееными в древесину стальными пластинами. Исследования по данной тематике описаны в работе [5].

Для исследуемой арки были предложены конструктивные решения опорных и коньковых узлов с клееными стальными пластинами. Толщина клеенных пластин первоначально принималась 6 мм, а затем варьировалась. Рассматривалось условие, что между древесиной и стальной пластиной абсолютное трение (пластина жестко клеена в паз посередине деревянного элемента). Абсолютное трение между стальной пластиной и древесиной моделировалось при помощи сшивки соответствующих узлов. Площади контактов торцов деревянных элементов и пластин не изменялись, а уступы были исключены. Конструктивное решение и расчетные модели узлов с клееными стальными пластинами показаны на рисунке 4.

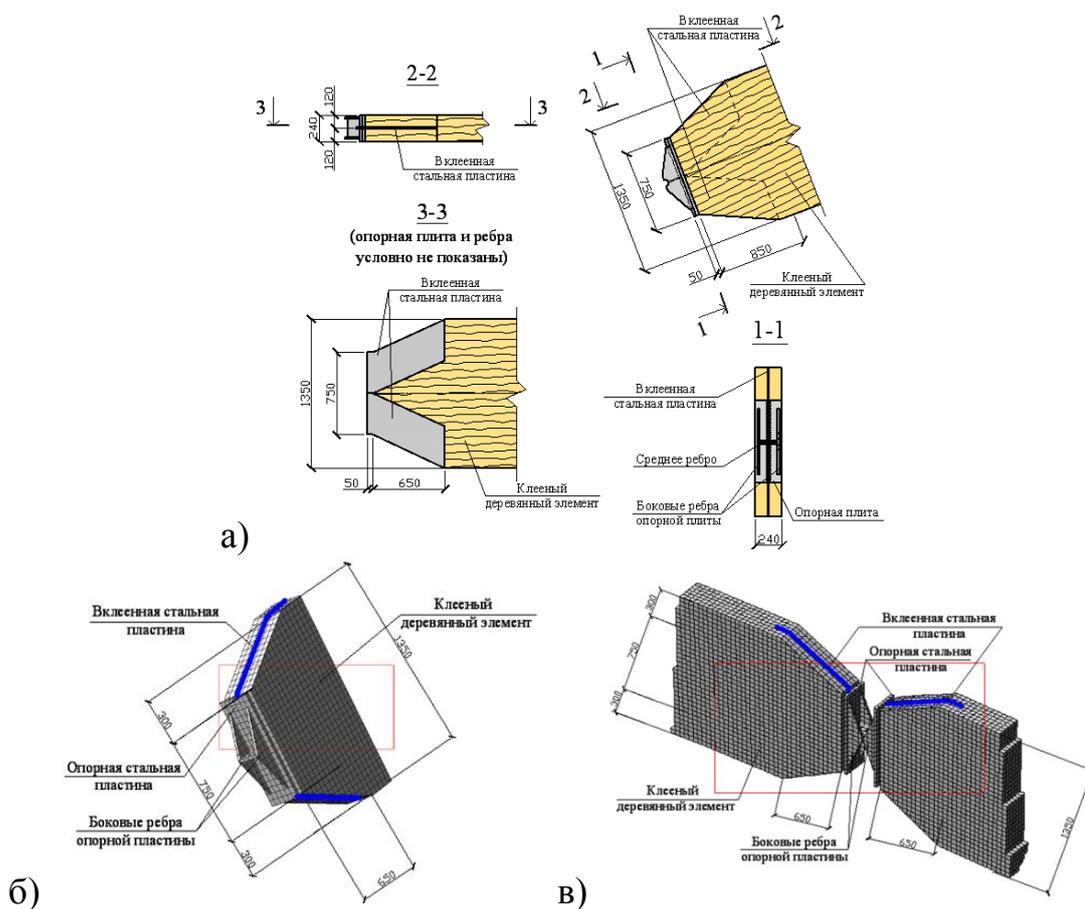


Рис. 4. Конструктивное решение (а) и расчетные модели опорного (б) и конькового (в) узлов с клееными стальными пластинами

Результаты численных расчетов опорного и конькового узлов представлены на рисунке 5 в виде мозаик напряжений.

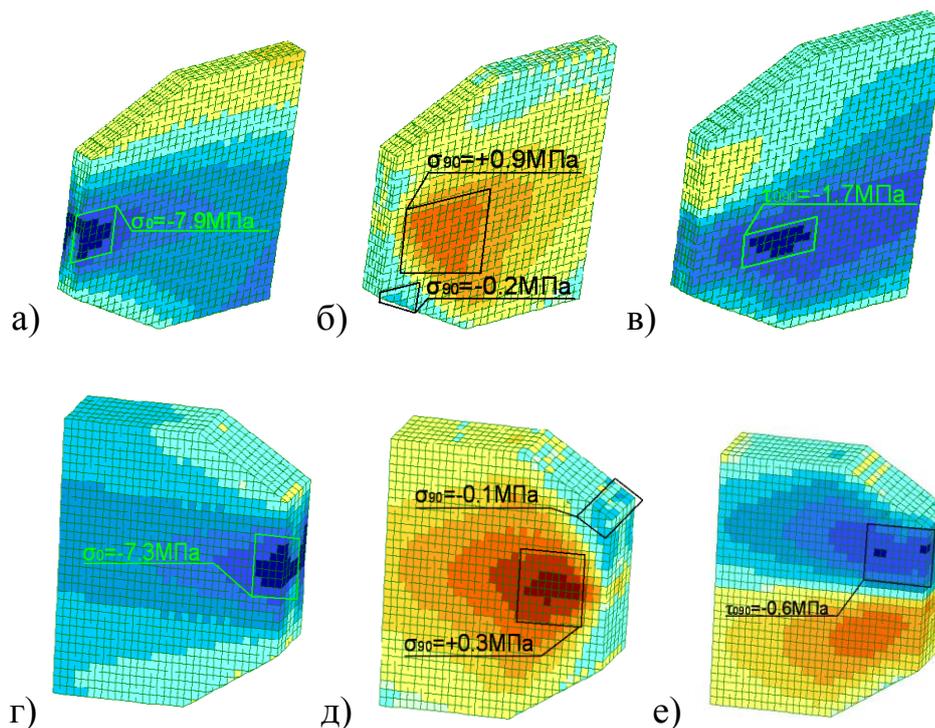


Рис. 5. Мозаики нормальных напряжений древесины вдоль волокон ( $\sigma_0$ ), поперек волокон ( $\sigma_{90}$ ) и скалывающих напряжений ( $\tau_{090}$ ) в опорном (а, б, в) и коньковом (г, д, е) узлах при использовании клеенных пластин

При наличии в узлах клеенных пластин в древесине наблюдалось:

- 1) в опорных узлах, - снижение нормальных ( $\sigma_0$ ,  $\sigma_{90}$ ) и скалывающих ( $\tau_{090}$ ) напряжений на порядок: напряжения вдоль волокон  $\sigma_0$  на 56 %, растягивающие напряжения поперек волокон  $\sigma_{90}$  на 57 %, сжимающие напряжения поперек волокон  $\sigma_{90}$  на 91 % и скалывающие напряжения  $\tau_{090}$  на 63 %;
- 2) в коньковом узле все компоненты напряжений также значительно уменьшились, - нормальные напряжения вдоль волокон  $\sigma_0$  на 76 %; нормальные напряжения поперек волокон  $\sigma_{90}$  на 89% и скалывающие напряжения  $\tau_{090}$  на 86 %.

На основании проведенных численных исследований можно отметить, что устройство в опорных и коньковых узлах арок клеенных стальных пластин и отсутствие в торцах деревянных элементов уступов разного рода (переломов сечения) обеспечивает более благоприятное напряженное состояние в древесине: напряжения существенно снижаются, уменьшается их концентрация, и распределение напряжений приобретает более равномерный характер. При таких конструкциях узел имеет место случай раздельного восприятия давления. Частично усилия воспринимаются торцом деревянного элемента, а частично, - древесиной по контакту с клеенными пластинами.

Такие и аналогичные конструкции опорных и коньковых узлов можно особо рекомендовать к применению в деревянных арках больших пролетов, когда реакции в узлах значительны.

Очевидно, что предлагаемые конструктивные решения узлов с клееными стальными пластинами требуют решения задач конструктивной оптимизации.

#### Список литературы

1. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80): утв. Приказом по ЦНИИСК им. Кучеренко 28.11.1983. – М.: Стройиздат, 1986. – 217 с.
2. Михайленко, О.А. Экспериментальные исследования работы узлов деревометаллической треугольной безраскосной фермы / О.А. Михайленко // Изв. вузов. Строительство – 2007. - №6. – с. 123-127.
3. <https://www.liraland.ru/>
4. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2): Дата введения 2017-08-28. - М.: Стандартинформ, 2018; М.: Стандартинформ, 2019 . – 98 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456082589>
5. Лисицкий, И.И. Способы повышения несущей способности соединений деревянных конструкций на стальных клеенных пластинах / И.И. Лисицкий, В.И. Жаданов, И.В. Руднев, Д.А. Украинченко // Изв. вузов. Строительство – 2018. - №5. – с. 31-43.

#### УДК 624.011.2

### **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЧЕНИЯ АРМИРОВАННОГО КЛЕЕФАНЕРНОГО ЭЛЕМЕНТА**

О.А. Михайленко

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Приводится пример разработки в среде VisualBasicExcel программного продукта для расчета приведенных геометрических характеристик сечения армированного клеефанерного элемента. Предложенное автоматизированное средство позволяет существенно сократить время для нахождения параметров, упрощает и систематизирует расчет, снижает вероятность ошибок. Приведен тестовый пример автоматизированного расчета.

**Ключевые слова:** программные средства, приведенные геометрические характеристики сечения, армированный клеефанерный элемент.

# AUTOMATED DETERMINATION OF THE REDUCED GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE CROSS-SECTION OF THE REINFORCED KLEEFANE ELEMENT

O.A. Mikhailenko

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract.** An example of the development of a software product in the Visual Basic Excel environment for calculating the given geometric characteristics of the section of a reinforced glue-veneer element is given. The proposed automated tool allows you to significantly reduce the time for finding the parameters, simplifies and systematizes the calculation, and reduces the likelihood of errors. A test example of automated calculation is given.

**Keywords:** software, given geometric characteristics of the section, reinforced glue-veneer element.

В строительстве нашли применение комбинированные строительные конструкции из разномодульных материалов. Эти конструкции доказали свою эффективность как с точки зрения выполнения ими ограждающих, так и несущих функций. Примерами таких конструкций могут быть клеёфанерные элементы двутаврового или коробчатого сечения, состоящие из деревянных поясов или ребер и фанерных стенок или обшивок (балки, плиты и др.) [1, 2]. С целью повышения несущей способности и жесткости, а также для уменьшения массивности сечений клеёфанерные конструкции могут быть армированы стержнями из стали или стеклопластика.

В соответствии с нормами [3], расчеты клеёфанерных конструкций выполняют с использованием метода приведенного сечения. Геометрические характеристики сечения (площадь, статический момент площади, момент инерции) приводят к тому материалу, в котором определяются напряжения, соответствующие данной проверки. Поскольку при проектировании необходимо проверять напряжения как в фанере, так и в древесине, то приходится определять соответствующие геометрические характеристики приведенные и к тому, и к другому материалу.

Согласно [3], для армированного клеёфанерного элемента двутаврового сечения (рис. 1) геометрические характеристики приведенного сечения определяются по следующим формулам:

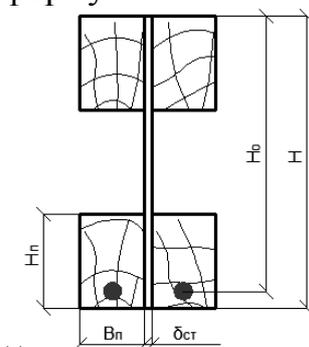


Рис. 1. Поперечное сечение армированного клеёфанерного элемента

- момент инерции сечения, приведенный к фанере

$$\begin{aligned}
 J_{np,\phi} &= J_{\phi} + J_{\delta} \frac{E_{\delta}}{E_{\phi} \cdot 1,2} + F_a \left( \frac{H_0}{2} \right)^2 \frac{E_a}{E_{\phi}} = \\
 &= 2 \cdot B_n \cdot H_n \frac{E_{\delta}}{E_{\phi} \cdot 1,2} \left[ 2 \frac{H_n^2}{12} + \left( \frac{H - H_n}{2} \right)^2 \right] + \frac{\delta_{cm} H^3}{12} + F_a \left( \frac{H_0}{2} \right)^2 \frac{E_a}{E_{\phi}}
 \end{aligned} \quad (1)$$

- момент инерции сечения, приведенный к древесине

$$\begin{aligned}
 J_{np,\delta p} &= J_{\delta p} + J_{\phi} \frac{E_{\phi}}{E_{\delta p}} \cdot 1,2 + F_a \left( \frac{H_0}{2} \right)^2 \frac{E_a}{E_{\delta p}} = \\
 &= 2 \cdot B_n \cdot H_n \left[ 2 \frac{H_n^2}{12} + \left( \frac{H - H_n}{2} \right)^2 \right] + \frac{\delta_{cm} H^3}{12} \cdot \frac{E_{\phi}}{E_{\delta p}} \cdot 1,2 + F_a \left( \frac{H_0}{2} \right)^2 \frac{E_a}{E_{\delta p}}
 \end{aligned} \quad (2)$$

- статический момент площади (отсеченной части), приведенный к фанере

$$S_{np,\phi}^0 = \frac{\delta_{cm} \cdot H^2}{8} + \frac{2 \cdot B_n \cdot H_n E_{\delta}}{E_{\phi} \cdot 1,2} \cdot \frac{H - H_n}{2} + F_a \frac{E_a}{E_{\phi}} \cdot \frac{H_0}{4} \quad (3)$$

- статический момент площади (отсеченной части), приведенный к древесине

$$S_{np,\delta p}^0 = \frac{\delta_{cm} \cdot H^2}{8} \frac{E_{\phi}}{E_{\delta p}} \cdot 1,2 + 2 \cdot B_n \cdot H_n E_{\delta} \cdot \frac{H - H_n}{2} + F_a \frac{E_a}{E_{\delta p}} \cdot \frac{H_0}{4} \quad (4)$$

- площадь сечения, приведенная к фанере

$$A_{np,\phi} = \frac{4 \cdot B_n \cdot H_n E_{\delta}}{E_{\phi}} + \delta_{cm} \cdot H + F_a \frac{E_a}{E_{\phi}} \quad (5)$$

- площадь сечения, приведенная к древесине

$$A_{np,\delta p} = 4 \cdot B_n \cdot H_n + \delta_{cm} \cdot H \frac{E_{\phi}}{E_{\delta p}} + F_a \frac{E_a}{E_{\delta p}} \quad (6)$$

При проектировании конструктор, как правило, затрачивает немалое время для вычисления указанных геометрических характеристик приведенного сечения. Кроме того, при выполнении подобных расчетов велика вероятность ошибок. Чтобы определить, какая именно ошибка совершена, также требуется определенное время. При этом обычно приходится пересчитывать все геометрические характеристики. Очевидно, что привлечение для данных расчетов программных средств, существенно сократит время проектирования и упростит работу проектировщика. Помимо этого, использование автоматизированных средств проектирования позволит конструктору предусмотреть и различные альтернативные варианты сечений, в большей степени приближаясь к оптимальному решению.

Для решения подобных частных проектных задач в полной мере можно использовать программный продукт MS Excel и язык программирования VisualBasic [4, 5].

В настоящей работе представлено разработанное программное средство

для автоматизированного определения геометрических характеристик приведенного сечения армированной (и неармированной) клефанерной балки.

На рисунке 2 представлены листинги программ.

а)

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim h As Single, b As Single, p As Single, t As Single,
E1 As Single, E2 As Single, s As Single, a As Single, E3 As Single,
I1 As Single, I2 As Single, M1 As Single, M2 As Single, PL1 As Single, PL2 As Single
h = TextBox1.Text
b = TextBox2.Text
p = TextBox3.Text
t = TextBox4.Text
E1 = Application.Index(Range("Лист2!B2:B3"), ComboBox3.ListIndex + 1)

Select Case ComboBox1.ListIndex
Case 0
E3 = Application.Index(Range("Лист2!B16:B18"), ComboBox2.ListIndex + 1)
Case 1
E3 = Application.Index(Range("Лист2!B20:B22"), ComboBox2.ListIndex + 1)
Case 2
E3 = Application.Index(Range("Лист2!B24:B26"), ComboBox2.ListIndex + 1)
End Select

If OptionButton1 Then
s = TextBox5.Text
a = TextBox6.Text
E2 = Application.Index(Range("Лист2!B6:B7"), ComboBox4.ListIndex + 1)
I1 = p ^ 2 * b * E1 / 1.2 / E3 * (2 * p ^ 2 / 12 + ((h - p) / 2) ^ 2) + t * h ^ 3 / 12 + s * a ^ 2 / 4 * E2 / E3
I2 = p ^ 2 * b * (2 * p ^ 2 / 12 + ((h - p) / 2) ^ 2) + t * h ^ 3 / 12 * E3 / E1 * 1.2 + s * a ^ 2 / 4 * E2 / E1
M1 = t * h ^ 2 / 8 + b * 2 * p * E1 / E3 / 1.2 * (h - p) / 2 + s * E2 / E3 * a / 4
M2 = t * h ^ 2 / 8 * E3 / E1 * 1.2 + b * 2 * p * (h - p) / 2 + s * E2 / E1 * a / 4
PL1 = b * p * 4 * E1 / E3 + t * h * s * E2 / E3
PL2 = b * p * 4 + t * h * E3 / E1 + s * E2 / E1
Else
I1 = p ^ 2 * b * E1 / 1.2 / E3 * (2 * p ^ 2 / 12 + ((h - p) / 2) ^ 2) + t * h ^ 3 / 12
I2 = p ^ 2 * b * (2 * p ^ 2 / 12 + ((h - p) / 2) ^ 2) + t * h ^ 3 / 12 * E3 / E1 * 1.2
M1 = t * h ^ 2 / 8 + b * 2 * p * E1 / E3 / 1.2 * (h - p) / 2
M2 = t * h ^ 2 / 8 * E3 / E1 * 1.2 + b * 2 * p * (h - p) / 2

        TextBox7.Text = I2
        TextBox8.Text = I1
        TextBox9.Text = M2
        TextBox10.Text = M1
        TextBox11.Text = PL2
        TextBox12.Text = PL1
End Sub
```

б)

```
Private Sub CommandButton2_Click()
Unload Me
End Sub
```

в)

```
Private Sub CommandButton4_Click()
Dim NextRow As Integer
'Активизация листа
Sheets("Лист1").Activate
'Определение следующей пустой строки
NextRow =
Application.WorksheetFunction.CountA(Range("A:A")) + 1

'Передача данных
Cells(NextRow, 1) = TextBox1.Text
Cells(NextRow, 2) = TextBox2.Text
Cells(NextRow, 3) = TextBox3.Text
Cells(NextRow, 4) = TextBox4.Text

If OptionButton2 Then
Cells(NextRow, 5) = OptionButton2.Caption
Else
Cells(NextRow, 5) = OptionButton1.Caption
Cells(NextRow, 9) = ComboBox4.Text
Cells(NextRow, 10) = TextBox5.Text
Cells(NextRow, 11) = TextBox6.Text
End If

Cells(NextRow, 6) = ComboBox1.Text
Cells(NextRow, 7) = ComboBox2.Text
Cells(NextRow, 8) = ComboBox3.Text
Cells(NextRow, 12) = TextBox7.Text
Cells(NextRow, 13) = TextBox8.Text
Cells(NextRow, 14) = TextBox9.Text
Cells(NextRow, 15) = TextBox10.Text
Cells(NextRow, 16) = TextBox11.Text
Cells(NextRow, 17) = TextBox12.Text
' Очистка элементов управления
TextBox1.Text = ""
TextBox2.Text = ""
TextBox3.Text = ""
TextBox4.Text = ""
TextBox5.Text = ""
TextBox6.Text = ""
TextBox7.Text = ""
TextBox8.Text = ""
TextBox9.Text = ""
TextBox10.Text = ""
TextBox11.Text = ""
TextBox12.Text = ""

TextBox1.SetFocus
End Sub
```

г)

```
Private Sub OptionButton1_Click()
TextBox5.Enabled = True
TextBox6.Enabled = True
ComboBox4.Enabled = True
End Sub

Private Sub OptionButton2_Click()
TextBox5.Enabled = False
TextBox6.Enabled = False
ComboBox4.Enabled = False
End Sub
```

Рис. 2. Листинги программ: а) обработчик события для кнопки «Вычислить»; б) обработчик события для кнопки «Выход»; в) обработчик события для кнопки «Сохранить»; г) обработчик события для OptionButton1 - «армированное» и OptionButton2 - «неармированное»

Для решения задачи по нахождению геометрических характеристик приведенного сечения, необходимо ввести исходные данные в соответствующие диалоговые окна пользовательской формы, которая появляется при нажатии на кнопку «Приведенные сечения». Форма показана на рисунке 3.

Для заполнения формы необходимо:

1. Указать высоту сечения элемента.
2. Ввести размеры деревянного пояса элемента:
  - а) ширину полки;
  - б) высоту полки.

Рис. 3 Пользовательская форма для ввода исходных данных и вывода результата.

3. Указать высоту сечения элемента.
4. Ввести размеры деревянного пояса элемента:
  - а) ширину полки;
  - б) высоту полки.
5. Указать толщину фанерной стенки.
6. Выбрать тип сечения: армированное/неармированное.
7. Выбрать из списка материал, из которого изготовлена фанерная стенка балки.
8. Выбрать из списка направление волокон наружных шпонов фанеры (рубашки), - для задания модуля упругости фанеры.
9. Выбрать из списка направление волокон древесины, для задания модуля упругости древесины.
10. Выбрать из списка материал арматуры (при ее наличии).
11. Указать площадь сечения арматуры.

12. Указать расстояние от сжатой кромки сечения до центра тяжести сечения арматуры (рабочую высоту сечения).

Далее необходимо нажать на кнопку «Вычислить», и пользователю будут выведены результаты расчета, – геометрические характеристики приведенного сечения армированного (неармированного) клефанерного элемента.

Для занесения исходных данных и результатов расчета в таблицу на листе MS Excel, необходимо нажать на кнопку «Сохранить».

Для закрытия формы нужно нажать на кнопку «Выход».

Представим тестовый пример задачи: Вычислить приведенные характеристики клефанерной балки двутаврового сечения. Высота поперечного сечения 120 см. Пояса балки выполнены из древесины с направлением волокон вдоль балки. Размеры пояса 14x13,2 см. Стенка выполнена из березовой фанеры с направлением волокон наружных шпонов вдоль балки. Толщина стенки 10 мм. Балка армирована стальной арматурой с площадью сечения 12,6 см<sup>2</sup>. Расстояние от сжатой кромки до центра тяжести арматуры 119 см.

Вычисляем приведенные геометрические характеристики сечения:

- момент инерции, приведенный к фанере

$$J_{np,\phi} = 4 \cdot B_n \cdot H_n \frac{E_\phi}{E_\phi \cdot 1,2} \left[ \frac{H_n^2}{12} + \left( \frac{H - H_n}{2} \right)^2 \right] + \frac{\delta_{cm} H^3}{12} + F_a \left( \frac{H_0}{2} \right)^2 \frac{E_a}{E_\phi} =$$

$$= 2 \cdot 13,2 \cdot 120 \frac{10000}{90000 \cdot 1,2} \left[ 2 \frac{14^2}{12} + \left( \frac{120 - 14}{2} \right)^2 \right] + \frac{1 \cdot 120^3}{12} + 12,6 \left( \frac{119}{2} \right)^2 \frac{2 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^4} = 2107752 \text{ см}^4$$

- момент инерции, приведенный к древесине

$$J_{np,\phi p} = 4 \cdot B_n \cdot H_n \left[ \frac{H_n^2}{12} + \left( \frac{H - H_n}{2} \right)^2 \right] + \frac{\delta_{cm} H^3}{12} \cdot \frac{E_\phi}{E_{\phi p}} \cdot 1,2 + F_a \left( \frac{H_0}{2} \right)^2 \frac{E_a}{E_{\phi p}} =$$

$$= 2 \cdot 13,2 \cdot 120 \cdot \left[ 2 \frac{14^2}{12} + \left( \frac{120 - 14}{2} \right)^2 \right] + \frac{1 \cdot 120^3}{12} \frac{9 \cdot 10^4}{10^5} \cdot 1,2 + 12,6 \left( \frac{119}{2} \right)^2 \frac{2 \cdot 10^6}{10^5} = 2097943 \text{ см}^4$$

- статический момент (отсеченной части), приведенный к фанере

$$S_{np,\phi}^0 = \frac{\delta_{cm} \cdot H^2}{8} + \frac{2 \cdot B_n \cdot H_n E_\phi}{E_\phi \cdot 1,2} \cdot \frac{H - H_n}{2} + F_a \frac{E_a}{E_\phi} \cdot \frac{H_0}{4} =$$

$$= \frac{1 \cdot 120^2}{8} + \frac{2 \cdot 13,2 \cdot 14 \cdot 10^5}{9 \cdot 10^4 \cdot 1,2} \cdot \frac{120 - 14}{2} + 12,6 \cdot \frac{2 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^4} \cdot \frac{119}{4} = 28267,78 \text{ см}^3$$

- статический момент (отсеченной части), приведенный к древесине

$$S_{np,\phi p}^0 = \frac{\delta_{cm} \cdot H^2}{8} \frac{E_\phi}{E_{\phi p}} \cdot 1,2 + 2 \cdot B_n \cdot H_n E_\phi \cdot \frac{H - H_n}{2} + F_a \frac{E_a}{E_{\phi p}} \cdot \frac{H_0}{4} =$$

$$= \frac{1 \cdot 120^2 \cdot 9 \cdot 10^4}{8 \cdot 10^5} \cdot 1,2 + 2 \cdot 13,2 \cdot 14 \cdot 10^5 \cdot \frac{120 - 14}{2} + 12,6 \cdot \frac{2 \cdot 10^6}{10^5} \cdot \frac{119}{4} = 29029,8 \text{ см}^3$$

- площадь сечения, приведенная к фанере

$$A_{np,\phi} = \frac{4 \cdot B_n \cdot H_n E_\phi}{E_\phi} + \delta_{cm} \cdot H + F_a \frac{E_a}{E_\phi} = \frac{4 \cdot 13,2 \cdot 14 \cdot 10^5}{9 \cdot 10^4} + 1 \cdot 120 + 12,6 \cdot \frac{2 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^4} = 1221,333 \text{ см}^2$$

- площадь сечения, приведенная к древесине

$$A_{np,dp} = 4 \cdot B_n \cdot H_n + \delta_{cm} \cdot H \frac{E_f}{E_{dp}} + F_a \frac{E_a}{E_{dp}} = 4 \cdot 13,2 \cdot 14 \cdot + 1 \cdot 120 \frac{9 \cdot 10^4}{10^5} + 12,6 \cdot \frac{2 \cdot 10^6}{10^5} = 1099,2 \text{ см}^2$$

По окончании автоматизированного расчета пользователю выводятся значения геометрических характеристик приведенного сечения (рисунок 4)

Результат	
Момент инерции, приведенный к древесине (I пр.др.)	2097943 см4
Момент инерции, приведенный к фанере (I пр.ф.)	2107752 см4
Статический момент, приведенный к древесине (S пр.др.)	29029,8 см3
Статический момент, приведенный к фанере (S пр.ф.)	28267,78 см3
Площадь, приведенная к древесине (A пр.др.)	1099,2 см2
Площадь, приведенная к фанере (A пр.ф.)	1221,333 см2

Buttons: Вычислить, Сохранить, Выход

Рис. 4 Результаты автоматизированного расчета геометрических характеристик приведенного сечения клеефанерного элемента

После нажатия на кнопку «Сохранить» данные заносятся в таблицу на листе MS Excel (рисунок 5).

Геометические характеристики клеефанерной балки двутаврового сечения											Приведенные характеристики					
Высота сечения (H), см	Ширина пояса (Bn), см	Высота пояса (Hn), см	Толщина фанерной стенки (бст), см	Сечение	Материал фанеры	Модуль упругости фанеры	Модуль упругости древесины	Материал арматуры	Площадь арматуры, см2	Расстояние от снятой кромки до цт. арм-ры (Ho), см	I пр.др., см4	I пр.ф., см4	S пр.др., см3	S пр.ф., см3	A пр.др., см2	A пр.ф., см2
120	13,2	14	1	армированное	береза	вдоль волокон	вдоль волокон	сталь	12,6	119	2097943	2107752	29029,8	28267,78	1099,2	1221,333

Рис. 5 Таблица на листе MS Excel с исходными параметрами и вычисленными геометрическими характеристиками приведенного сечения

**Заключение:** Разработано программное средство для автоматизированного определения геометрических характеристик приведенного сечения, готовое к практическому использованию при проектировании армированных (или неармированных) клеефанерных конструкций.

#### Список литературы

1. Шмидт, А. Б. Атлас строительных конструкций из клеёной древесины и водостойкой фанеры: учебное пособие / А. Б. Шмидт, П. А. Дмитриев. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2002. – 292 с., ил.
2. Денисенко, А.А. Некоторые предложения по расчету клеефанерных изгибаемых элементов/ А.А. Денисенко, А.Н. Болгов, О.А. Михайленко // Изв. вузов. Строительство – 2003. - №3. – с. 109-115.
3. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2): Дата введения 2017-08-28. -

М.: Стандартинформ, 2018; М.: Стандартинформ, 2019 . – 98 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456082589>

4. Белоусова С.Н. Основные принципы и концепции программирования на языке VBA в Excel: учебное пособие/ Белоусова С.Н., Бессонова И.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2010.— 200 с.

5. Гарбер Г.З. Основы программирования на Visual Basic и VBA в Excel 2007: учебное пособие/ Гарбер Г.З.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.— 191 с.

**УДК 697.3:004.94**

**СОЗДАНИЕ СЕМЕЙСТВА РАДИАТОРОВ В REVIT  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ**

Д.К. Стариченко<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, Н.А. Фок<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены особенности создания семейства радиаторов для проектирования систем отопления в программе Revit.

**Ключевые слова:** трубопроводы системы отопления, соединительные детали труб, фитинги, радиаторы, проектирование, Revit.

**CREATING A FAMILY OF RADIATORS IN REVIT TO OPTIMIZE THE  
WORKING PROCESS WHEN DESIGNING A HEATING SYSTEM**

D.K. Starichenko<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, N.A. Fock<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai state technical university of I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract:** The features of creating a family of radiators for the design of heating systems in the Revit program are considered.

**Keywords:** heating system pipelines, pipe fittings, fittings, radiators, design, Revit.

В строительной отрасли происходит стремительное развитие, и использование BIM технологий уже становится неотъемлемой частью в работе проектировщиков, конструкторов, инженеров. Умение пользоваться моделированием значительно упрощает, автоматизирует и оптимизирует работу участников проекта [1, 2].

При проектировании инженерных систем в программе Autodesk Revit, специалистам предоставляется возможность проектировать и моделировать трубопроводные системы, составлять спецификации по данной системе,

использовать системные семейства или семейства конкретного производителя [3, 4].

Однако, при возведении модели согласно документации, перед BIM-проектировщиком могут возникнуть трудности, библиотеки системных компонентов проекта не содержат в себе семейства конкретных производителей, в таком случае для упрощения работы, изготовители продукции создали для оптимизации работы и сокращения времени на ее выполнение 3D семейства своего товара. Но так как работа с BIM-технологиями еще набирает обороты в своем развитии и использовании в строительстве, большинство заводов-изготовителей не имеют в своем арсенале модели изготавливаемой продукции и в таком случае ее нужно возводить самостоятельно.

Целью данной работы было создание семейства стальных панельных радиаторов Royal Thermo Ventil Compact тип 11 ВШГ: размерами 500x1800x60 мм, мощностью 2150 Вт, нижняя схема подключения, цвет белый. Созданное семейство в дальнейшем необходимо использовать при проектировании системы отопления в различных типах зданий.

На первом этапе необходимо замоделировать радиатор, опираясь на чертежи, предоставленные заводом-изготовителем (рисунки 1, 2).

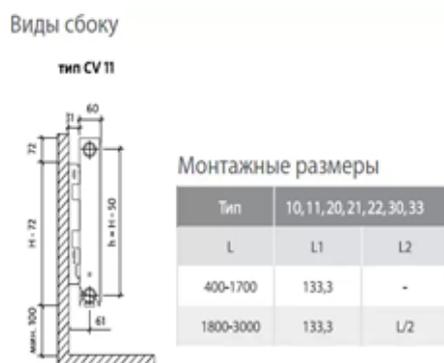


Рис. 1 – Вид радиатора сбоку

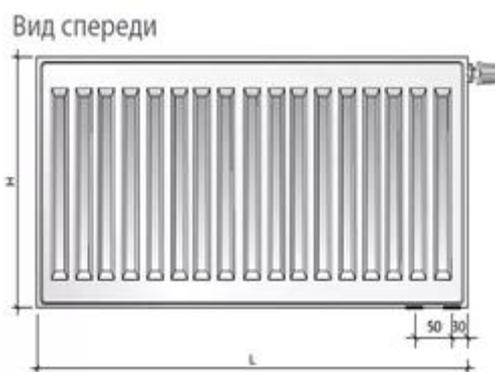


Рис. 2 – Вид радиатора спереди

Используя типовую модель при создании семейства и инструмент выдавливания, задаем размеры корпуса для радиатора при виде на плане (рисунок 3).

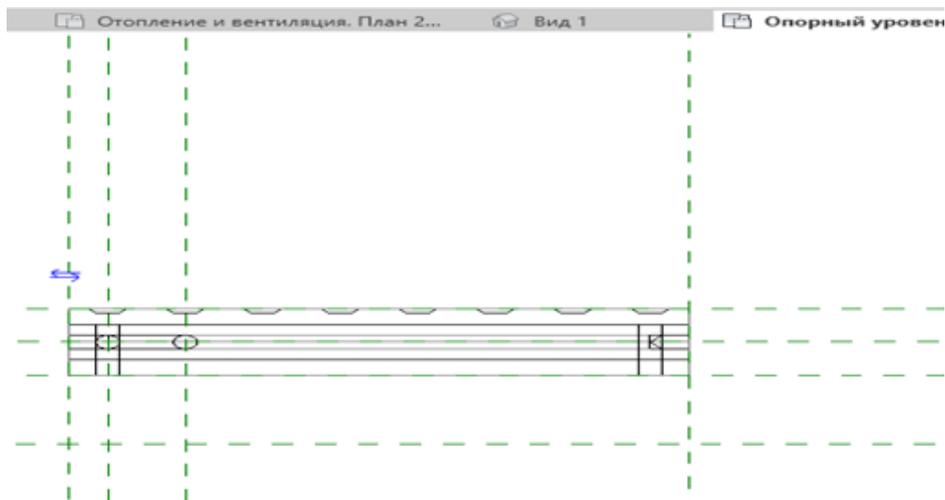


Рис. 3 – Вид сверху панельного радиатора

Задаем диаметры трубопровода на входе и на выходе из радиатора и свойства для дальнейшего использования (рисунки 4, 5).

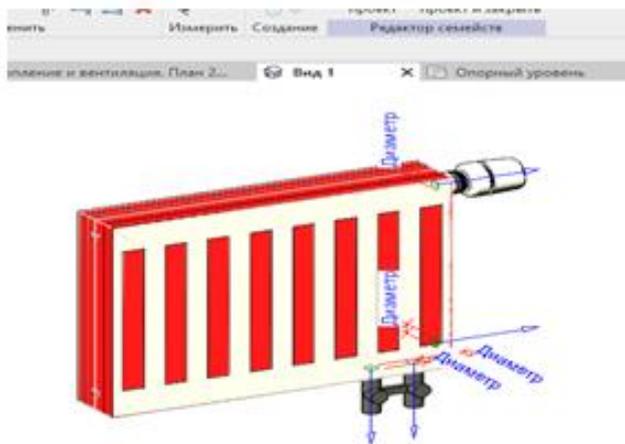


Рис. 4 – Модель панельного радиатора

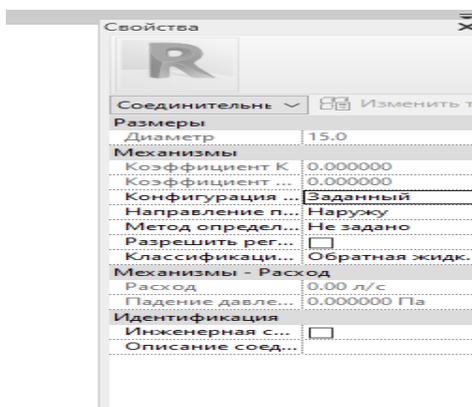


Рис. 5 – Свойства трубопровода

На следующем этапе технические характеристики предоставленные изготовителем, заносим в типоразмеры семейства (рисунок 6).

Материалы и отделка	
Условный цвет категории	Белый
Материал радиатора	Сталь
Размеры	
Высота	500.0
Толщина	60.0
Отступ от пола (по умолчанию)	85.0
Отступ от стены до лицевой грани (по умолчанию)	149.0
Отступ от стены до оси радиатора (по умолчанию)	112.0
Диаметр	15.0
Механизмы	
Расход	0.00 л/с
Данные	
ADSK_Марка	
Номинальный тепловой поток_Вт	2150.00 Вт
Длина	1800.0
Площадь наружной поверхности нагрева	0.000 м <sup>2</sup>
Масса радиатора без кронштейна	24.000 кг
Объем воды в радиаторе	0.00 л

Рис. 6 – Технические характеристики радиатора

В результате проделанной работы было создано новое семейство в программе Autodesk Revit, на основе чертежей и технических характеристик предоставленными заводом-изготовителем. Данное семейство панельных радиаторов оптимизирует процесс для BIM-работников при проектировании систем отопления, позволяя сделать его более автоматизированным, наглядным для заказчика, и менее затратным по времени в выполнении.

#### Список литературы

1. Информационный ресурс о BIM-моделировании. URL: <https://1-bim.ru/как-создать-простое-семейство-в-revit/> (дата обращения 19.10.2021)
2. Промышленная группа Royal Thermo. URL: [https://www.royal-thermo.ru/catalog/radiator\\_otopleniya/panelnye\\_radiatory/ventil\\_compact/](https://www.royal-thermo.ru/catalog/radiator_otopleniya/panelnye_radiatory/ventil_compact/) (дата обращения 19.10.2021)
3. Ларичкин В.А. Проектирование системы отопления BAUTODESK REVIT / В.А. Ларичкин, К.К. Февралева, И.А. Бахтина, Е.Р. Кирколуп // Ползуновский альманах. 2021. № 1. С. 83 – 85.
4. Камышникова Е.Ю. Классификация способов подключения радиаторов при проектировании в Revit / Е.Ю. Камышникова, Е.Д. Яровая, И.А. Бахтина В сборнике: Наука и молодежь. – Рубцовск, 2020. – С. 113-115.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО  
ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛА В ВЕРШИНЕ  
ТРЕЩИНЫ КОМПАКТНОГО ОБРАЗЦА**

Д.Е. Тулин

*Санкт-Петербургский Политехнический университет*

*Петра Великого*

**Аннотация.** Выполнено исследование упругопластического деформирования зоны предразрушения в вершине трещины компактного образца. Показан процесс изменения по стадиям параметров напряжённо-деформированного состояния в зоне предразрушения, а также зависимость данных параметров от абсолютных размеров образца. Выполнена проверка результатов испытаний образцов по критерию размеразоны пластической деформации в окрестности вершины трещины.

**Ключевые слова:** прочность, коэффициент интенсивности напряжений, упругопластическая деформация, жёсткость напряженного состояния, трещиностойкости сталей, компактный образец

**INVESTIGATION OF THE ELASTIC-PLASTIC DEFORMATION OF  
MATERIAL AT THE CRACK TIP OF A COMPACT SPECIMEN**

D.E. Tulin

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University*

**Abstract:** A study of the elastoplastic-plastic deformation of the predestruction zone in the crack tip of a compact specimen is carried out. The process of change of stress-strain state parameters in the predestruction zone by stages is shown, as well as dependence of these parameters on the absolute dimensions of the specimen. The results of tests of specimens by the criterion of the size of plastic deformation zone in the vicinity of the crack apex are checked.

**Keywords:** strength, stress intensity coefficient, elastoplastic deformation, rigidity of stress state, crack resistance of steels, compact specimen

**Введение.** Для исследования трещиностойкости сталей используют компактные образцы (ГОСТ 25.506-85, ASTM E399), содержащие усталостную трещину и работающие на внецентренное растяжение. Данные образцы позволяют получить информацию о параметрах напряжённо-деформированного состояния материала в зоне предразрушения [1] в момент разрушения образца и, следовательно, оценить величину соответствующего коэффициента интенсивности напряжений (далее критический КИН или  $K_c$ ). Представляет интерес изучение процесса хрупкого разрушения образцов в условиях плоского деформированного состояния ( $K_{Ic}$ ) ввиду её более широкого распространения и меньшей зависимости от геометрии образца. [2] В сочетании с данными о механических свойствах материала образца при данных условиях испытания информацию о критических КИН можно использовать для определения параметров модели разрушения, представленной в [3].

В настоящей работе выполнено конечно-элементное исследование деформирования зоны предразрушения в образцах, результаты испытаний которых представлены в [4, 5]. Методика исследования соответствовала таковой в [6].

**Методика расчёта. Модели.** Использовалась модель компактного образца толщиной  $t$  с усталостной трещиной в вершине инициирующего надреза. Характерные размеры моделей представлены в таблице 1. Конечно-элементная модель представляет собой четверть образца ввиду продольной и поперечной симметрии. Условия закрепления исключают искажение плоскостей симметрии. В закреплении не входит область внутри трещины с границей по её фронту.

Таблица 1

Характерные размеры моделей образцов

Образец	Характерные размеры, мм		
	$t$	$a$	$W$
A1	12	12	24
A2	36	36	72
A3	60	60	120
A4	100	100	200
Б1	25,4	12,7	28,6
Б2	50,8	25,4	57,2
Б3	101,6	50,8	114,3

В моделях использованы конечные элементы типа *Solid*. Размер конечных элементов в области фронта трещины составляет 0,17 мм. С удалением от фронта трещины размер элементов увеличивается. Назначены следующие характеристики материала: модуль упругости  $E=2,1 \cdot 10^5$  МПа, коэффициент Пуассона  $\nu=0,3$ .

Анализ упругопластического деформирования целесообразно проводить по методике, описанной в работе [6]. Так, определяются безразмерные величины:

$$s = \frac{\sigma_1}{\sigma_T}, \quad k = \frac{K1}{\sigma_T \cdot \sqrt{\pi \cdot r_0}}, \quad \eta = \frac{\sigma_1}{\sigma_i}, \quad (1)$$

где  $\sigma_1$  – усреднённое по зоне первое главное напряжение,  $\sigma_i$  – усреднённая по зоне интенсивность напряжений,  $\sigma_T$  – предел текучести материала образца при данной температуре,  $r_0$  – характерный размер зоны усреднения,  $\eta$  – коэффициент жёсткости напряжённо-деформированного состояния. Графики вида  $s = f(k)$  представлены на рис. 1 а, б. Также в процессе анализа использовались графики интенсивности пластических деформаций  $\varepsilon = f(k)$  в логарифмических координатах.

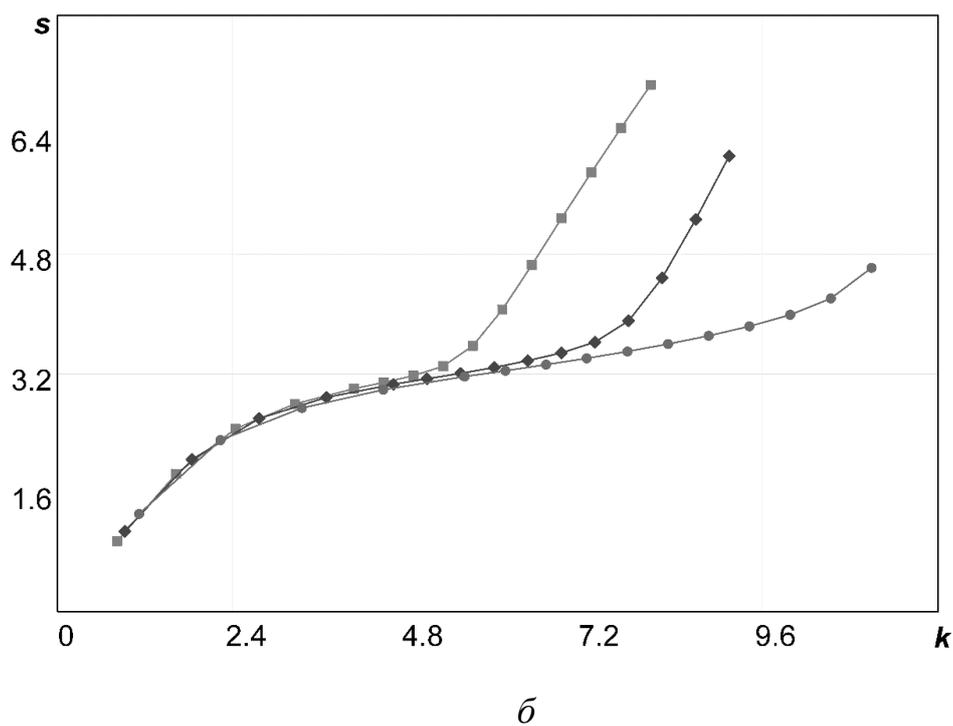
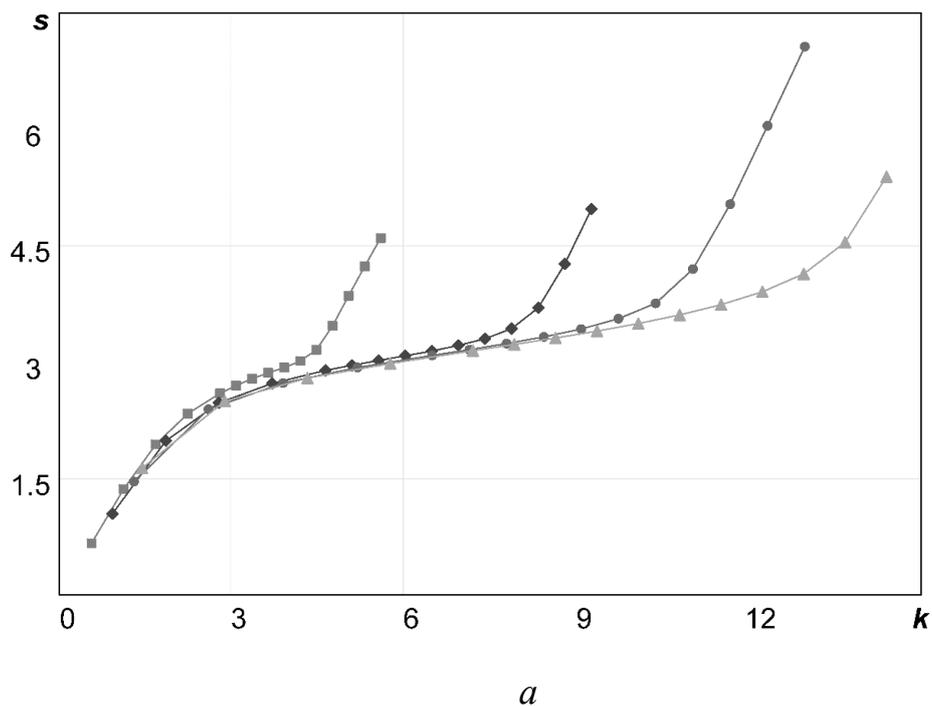


Рис. 1 (а, б) – Графики вида:  $s = f(k)$ , а – результаты по [4],  
 б – результаты по [5].

а – ■ – модель образца  $t=12$  мм; ◆ –  $t=36$  мм; ● –  $t=60$  мм; ▲ –  $t=100$  мм;  
 б – ■ – модель образца  $t=25,4$  мм; ◆ –  $t=50,8$  мм; ● –  $t=101,6$  мм;

Графики на рис. 1 а, б, могут быть явно разделены на 3 характерных участка. Это позволяет наглядно увидеть, как пластическая деформация влияет на напряжённо-деформированное состояние (НДС) материала в зоне

предразрушения. [6] Первый участок  $k \leq k_1 = 1,1 - 1,2$  – линейный, и отражает период упругих деформаций. Второй участок  $k_1 < k < k_2$  показывает интенсивный рост жёсткости напряжённо-деформированного состояния. Границу  $k_2$  данного участка для каждого типа трещины можно установить по графику  $\eta = f(k)$  – значение  $k$ , при котором  $\eta$  достигает максимума. Графики  $s = f(k)$  и  $e = f(k)$  показывают, что интенсивное развитие пластических деформаций начинается на третьем участке  $k > k_2$  – до этого участка пластические деформации не превышали 1%. Здесь график  $\varepsilon = f(k)$  в логарифмических координатах теряет относительную прямолинейность и имеет точку перегиба. В то же самое время величина  $\eta$  начинает снижаться [6]. Таким образом, потенциально опасным состоянием материала в зоне предразрушения следует считать участок  $k_1 < k < k_2$ . Отсюда можно сделать предположение, что если критическое напряжение не будет достигнуто на втором участке, то хрупкого разрушения не последует. [6].

Для каждого испытания образцов на графиках по (1), а также на графике  $\varepsilon = f(k)$  в логарифмических координатах были определены границы участков  $k_1$  и  $k_2$ , а также соответствующие им  $s_1$  и  $s_2$ . Чтобы оценить, на каких из испытанных образцов можно получить разрушение на потенциально опасном участке  $k_1 < k < k_2$  совмещались графики вида  $s_c = f(T)$  и  $s_1 \cdot \xi_T(T)$ ,  $s_2 \cdot \xi_T(T)$ , где  $s_c$  – критические напряжения, соответствующие моменту разрушения образца,  $\xi_T$  – коэффициент температурного упрочнения стали по [7]. Таким образом, выделялись образцы,  $s_c$  которых попадали в область, ограниченную  $s_1 \cdot \xi_T(T)$ ,  $s_2 \cdot \xi_T(T)$ , что являлось признаком возможности их разрушения на потенциально опасном участке  $k_1 < k < k_2$ .

Была также проведена проверка результатов испытаний на предмет соответствия их условиям плоской деформации по известным критериям [2]:

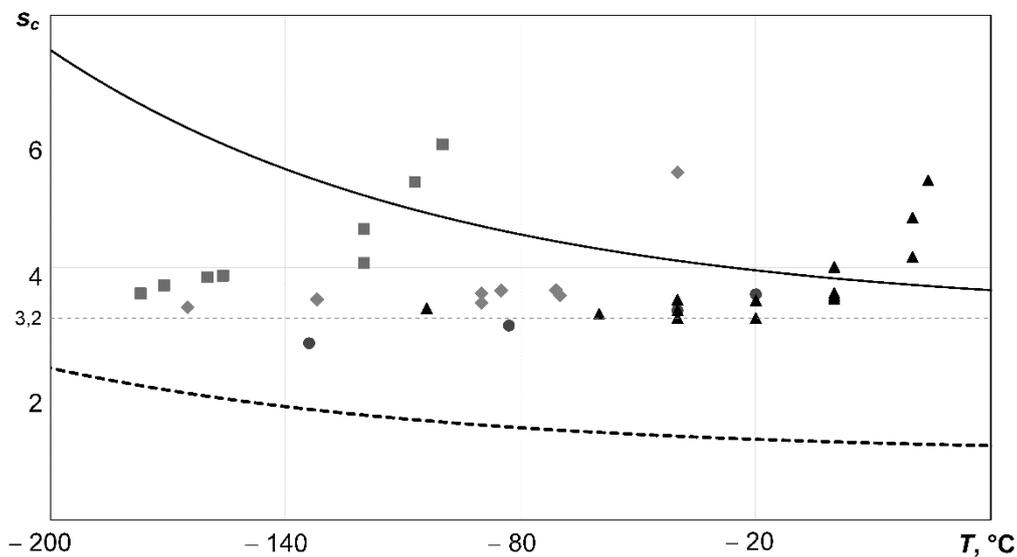
$$a \geq 2,5 \left( K_{Ic} / \sigma_{T_i} \right)^2, \quad t \geq 2,5 \left( K_{Ic} / \sigma_{T_i} \right)^2 \quad (2)$$

где  $a$  – характерный размер трещины,  $t$  – толщина образца,  $K_{Ic}$ ,  $\sigma_{T_i}$  – критический коэффициент интенсивности напряжений в условиях плоской деформации и предел текучести при данной температуре испытания соответственно.

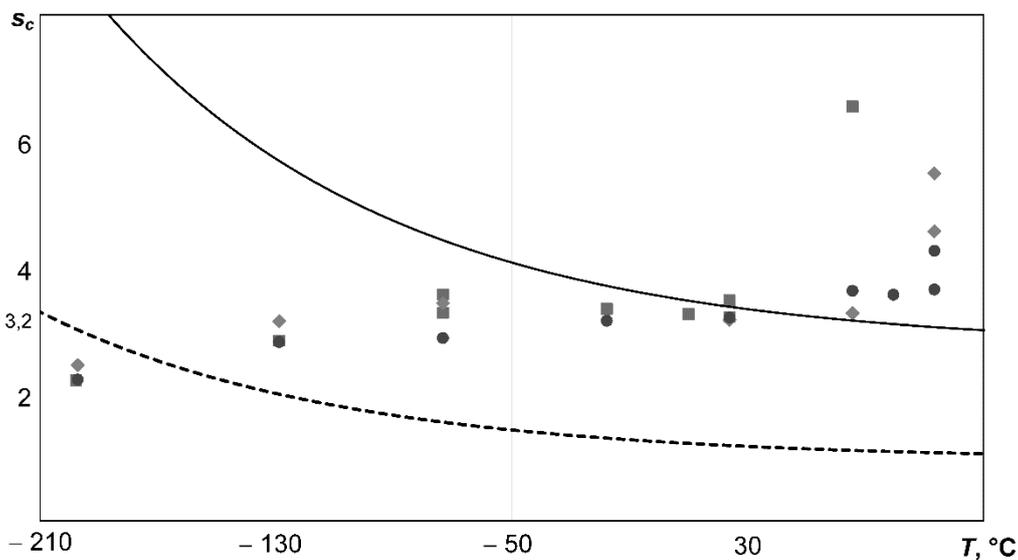
#### **Обсуждение результатов.**

Графики на рис. 1 а, б, показывают, что процесс  $s = f(k)$  зависит от геометрических размеров образца. Оценка образцов по критерию возможности разрушения на потенциально опасном участке  $k_1 < k < k_2$  показала следующее. Точки  $s_c$  в каждой серии испытаний образцов могут быть разделены на три группы: попадающие ниже нижней границы  $s_1 \cdot \xi_T(T)$ , попадающие в область, ограниченную  $s_1 \cdot \xi_T(T)$ ,  $s_2 \cdot \xi_T(T)$ , и попадающие выше верхней границы  $s_2 \cdot \xi_T(T)$ . Внутри области, ограниченной  $s_1 \cdot \xi_T(T)$ ,  $s_2 \cdot \xi_T(T)$ , величина

$s_c$  практически не меняется и незначительно колеблется на уровне 3,2. Данное обстоятельство указывает на то, что на потенциально опасном участке  $k_1 < k < k_2$  напряжение разрушения превышает предел текучести материала при комнатной температуре примерно в 3,2 раза. Графики зависимости  $s_c=f(T)$  представлены на рис. 2 а, б.



а



б

Рис.2 (а, б) – Графики вида:  $s_c = f(T)$ , а – результаты по [4],

б – результаты по [5].

а – ■ – модель образца  $t=12$  мм; ◆ –  $t=36$  мм; ● –  $t=60$  мм; ▲ –  $t=100$  мм;

б – ■ – модель образца  $t=25,4$  мм; ◆ –  $t=50,8$  мм; ● –  $t=101,6$  мм;

Сплошная линия – зависимость вида  $s_2 \cdot \xi_T(T)$ , штриховая линия – зависимость вида  $s_1 \cdot \xi_T(T)$ , а – для образца  $t=100$  мм, б – для образца  $t=101,6$  мм.

Проверка результатов испытаний по критериям (2) выявила, что достоверными можно считать только те величины  $K_{Ic}$ , которые были получены на образцах, испытанных при наиболее низких температурах в серии испытаний.

Обращает на себя внимание следующая особенность результатов расчёта величин  $s_c$  по испытаниям [4, 5]. Явственно наблюдается разный характер распределения точек  $s_c$  на графиках рис. 2 а, б. Величины  $s_c$ , соответствующие испытаниям [5], расположены одной группой вне зависимости от размера образца. В то же время величины  $s_c$ , соответствующие испытаниям [4], напротив, располагаются в трёх группах. Величины  $s_c$ , представляющие результаты испытаний малых образцов ( $t=12$  и  $36$  мм) отстоят по отдельности как друг от друга, так и от группы точек  $s_c$ , представляющих результаты испытаний крупных образцов ( $t=60$  и  $100$  мм).

Возможное объяснение наблюдаемого эффекта может заключаться в способе изготовления образцов. Из данных, представленных авторами в работе [4] можно сделать вывод, что образцы разных размеров были изготовлены из разных заготовок, произведённых из листового проката соответствующей толщины. Из данных, представленных в работе [5] известно, что все образцы были изготовлены из одной заготовки, представляющей собой плиту толщиной  $177,8$  мм. Таким образом, в одной серии испытаний использовались образцы, полученные из листового проката одной марки стали, но разной толщины. Отсюда можно сделать вывод, что толщина листового проката существенно влияет на механические свойства материала и, следовательно, на результаты испытаний.

**Заключение.** Выполнено исследование упругопластического деформирования зоны предразрушения в вершине трещины компактного образца. Показано, что процесс изменения по стадиям параметров напряжённо-деформированного состояния (НДС) в зоне предразрушения может быть явственно разделён на три стадии. Продемонстрирована зависимость параметров НДС от абсолютных размеров образца: с увеличением размеров образца наступление стадии интенсивного развития пластических деформаций наступает позже в сравнении с менее крупными образцами. Выполнена проверка результатов испытаний образцов по критерию размера зоны пластической деформации в окрестности вершины трещины. Достоверными можно считать только те величины  $K_{Ic}$ , которые были получены на образцах, испытанных при наиболее низких температурах в серии испытаний. Выявлен разный характер расположения точек  $s_c$  на графиках вида  $s_c=f(T)$  для разных серий испытаний. Сделано предположение о влиянии на результаты испытаний способа изготовления образцов, а именно толщины используемого листового проката.

#### Список литературы

1. Линьков А.М. Потеря устойчивости, характерный линейный размер и критерий Новожилова-Нейбера в механике разрушения. / А.М. Линьков //

Механика твёрдого тела. – 2010. – №6. – С. 98-111.

2. Браун У., Сроули Дж. Испытания высокопрочных металлических материалов на вязкость разрушения при плоской деформации. М.: Мир, 1972. - 247 с.

3. Соколов С.А., Тулин Д.Е. Моделирование упругопластического напряженного состояния в области вершины трещины. Физическая мезомеханика. 2021, №2, с.34-40.

4. Баско Е. М., Афонин А. С. О критериях оценки сопротивления хрупкому разрушению элементов стальных конструкций с учётом трещиноподобных дефектов // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 9. С.41–43.

5. Wessel E.T., Clark W.G., Wilson W.K. Engineering Methods for the Design and Selection of Materials Against Fracture. – Westinghouse Research Laboratories, Final Tech. Report No. DA-30-069-AMC-602(T), 1966.

6. Васильев И. А., Соколов С. А. Исследование упругопластического напряженно-деформированного состояния пластины с трещиной // Деформация и разрушение материалов. 2020. № 3. С.16–20.

7. Соколов С.А., Васильев И.А., Тулин Д.Е.. Изменение предела текучести конструкционных сталей в условиях отрицательных температур. Деформация и разрушение материалов. 2021. № 7. С. 30-34.

**УДК 696.1:004.94**

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Е.Д. Яровая<sup>1</sup>, И.А. Бахтина<sup>1</sup>, А.Н. Корнеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова*

<sup>2</sup>*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Рассмотрены виды установок пожаротушения, конструктивные особенности их устройства и области применения.

**Ключевые слова:** система пожаротушения, сприклерная система, дренчерная система, спринклер, дренчер.

## **AUTOMATIC WATER EXTINGUISHING UNITS**

E.D. Yarovaya<sup>1</sup>, I.A. Bakhtina<sup>1</sup>, A.N. Korneev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Altai state technical university of I.I. Polzunova*

<sup>2</sup>*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the federal government's budget educational institution of higher education "Altai State Technical University named after I.I. Polzunova"*

**Abstract:** The types of fire extinguishing installations, design features of their device and scope of application are considered.

**Keywords:** fire extinguishing system, sprinkler system, deluge system, sprinkler, deluge.

Для внутреннего пожаротушения применяется внутренний противопожарный водопровод (ВПВ), который включает трубопроводы и различные технические средства для подачи воды к различным устройствам. В жилых многоэтажных зданиях, как правило применяется именно система ВПВ в совокупности с противопожарными дверьми, незадымляемыми лестницами и другими средствами пожарной безопасности.

Однако в некоторых случаях по согласованию с заказчиком, вместо противопожарных дверей либо же вместе с ними может быть применена автоматическая установка водяного пожаротушения (АУВПТ). ВПВ применяется в любом случае.

АУВПТ целесообразно применить для 5 этажа и выше в местах общественного пользования. При возникновении пожара в любой из квартир, система помешает его распространению. В зависимости от этажности здания по расчету определяется количество насосных установок. Для каждой насосной установки дополнительно подбирается насос-жокей. Он включается в работу в момент, когда давление в системе снижается ниже необходимого и после этого начинается подача воды или другого вещества к очагу возгорания. При этом каждая секция спринклерной установки снабжается отдельным самостоятельным узлом управления.

В подобных случаях удобно использовать спринклерную или дренчерную систему.

Спринклерные системы пожаротушения представляет собой автоматическую установку водяного или пенного пожаротушения. В данных установках тушащее вещество всегда находится под напором, необходимым для тушения пожара и запирается в распылителе (спринклере) тепловым замком. Вид спринклера приведен на рисунке 1.



Рис.1 – Спринклер типа «Зонтик»

При возникновении пожара срабатывает тепловой замок и начинается подача тушащего вещества, что обеспечивает локализацию и тушение пожара.

Спринклерные установки совмещают в себе несколько видов автоматики в одном комплекте оборудования, что делает незаменимыми данные установки для тушения пожара в тех помещениях, где высокая скорость распространения пожара (торговые центры, склады, библиотеки и т.п.).

Универсальность и комплексность спринклерных установках заключается в сочетании следующих функций. Срабатывание теплового замка при повышении температуры в конкретном месте, что позволяет быстро обнаружить очаг пожара спринклером подобно тепловому пожарному извещателю при полном отсутствии установок автоматической сигнализации о пожаре в защищаемом помещении. Легкоплавкий (тепловой) замок в нижней части спринклера плавится при повышении температуры воздуха во время возгорания. В таком помещении применяю спринклеры на 57 °С, что значит что при повышении температуры выше 57 °С замок на спринклере плавится, после чего водозаполненная система под давлением начинает распылять воды над очагом пожара.

При проектировании АУВПТ ветвь с оросителями прокладывается на необходимых этажах под уклоном в сторону насосного узла, 0,01 для труб диаметра до 50мм включительно и 0,005 для диаметра более 50 мм

Расстояние от розетки спринклерного оросителя до плоскости перекрытия (покрытия) должно быть от 0,08 до 0,4 м.

Спринклерные оросители установок следует устанавливать в помещениях или в оборудовании с учетом температуры окружающей среды и их температуры срабатывания (рисунок 2).

Температура окружающей среды, °С	Температура срабатывания, °С
до 38 вкл.	57
от 39 до 50 вкл.	68 - 79
от 51 до 70 вкл.	93
от 71 до 100 вкл.	141
от 101 до 140 вкл.	182
от 141 до 200 вкл.	240
от 201 до 220 вкл.	260
от 221 до 300 вкл.	343

Рис. 2 – Температуры срабатывания спринклерных оросителей

Дренчерная система представляет собой установку водяного или пенного пожаротушения, в которой оросители (дренчеры) имеют открытые выходные отверстия или генераторы пены. Данные установку обеспечивают локализацию или тушение пожара при срабатывании автоматическом, дистанционном или ручном режиме пуска.

Дренчерные системы часто устанавливаются в случаях, где нельзя либо не целесообразно устанавливать спринклерную систему. Так, например, в помещениях общественных бань и саун устанавливают сухотрубные системы с дренчерными оросителями, так как установка водозаполненной системы недопустима, а легкоплавкий замок спринклеров при повышении температуры может сработать при отсутствии пожара. Если предел температуры будет слишком велик при пожаре он сработает, когда будет уже поздно.

Вид дренчера приведен на рисунке 3. Он оборудован открытым выходным отверстием без теплового замка. Во время пожара через дренчер начинается подача воды или пенного тушащего вещества через отверстия, что создает завесу, отсекая по помещению несколько зон при пожаре. Для этого дренчеры

устанавливаются на трубопроводах систем водяного и пенного пожаротушения под потолком или на стене. Ввиду отсутствия теплового замка дречер срабатывают в полуавтоматическом режиме при поступлении сигнала от внешних устройств обнаружения очага возгорания - датчиков технологического оборудования, пожарных извещателей, а также от побудительных систем - трубопроводов, заполненных огнетушащим веществом или тросов с тепловыми замками, предназначенных для автоматического и дистанционного включения дречерных установок.



Рис.3 –Дречер

Ввиду данных особенностей дречерные установки применяют в тех помещениях, где сравнительно невысокая скорость распространения пожара: в баксах производственных гаражей, в складах с невысокой пожароопасностью и т.п.

Выбор вида системы пожаротушения и типа тушащего вещества зависит от категории помещения и требований обеспечения пожаробезопасности. Основные нормативные требования к проектированию и устройству различных установок пожаротушения прописаны в [1, 2].

Современные тенденции проектирования систем внутреннего пожаротушения с помощью REVIT приведены в [3, 4].

#### Список литературы

1. Свод правил: СП 10.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования. Дата введения 2021-01-27. – Москва : Минрегион России, 2020.
2. Свод правил: СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. Дата введения 2021-03-01. – Москва, 2020
3. Яровая Е.Д. Проектирование системы внутреннего противопожарного водоснабжения в REVIT / Е.Д. Яровая, И.А. Бахтина // Ползуновский альманах.

2021. № 1. С. 179 – 181.

4. Ларичкин В.А. Проектирование и моделирование систем водяного пожаротушения в программном комплексе Revit / В.А. Ларичкин, И.А. Бахтина, А.Н. Корнеев В сборнике: современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. – Рубцовск, 2020. – С. 188-193.

## СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Председатель секции: кандидат технических наук, заведующий кафедрой  
«Электроэнергетика» Гончаров Сергей Алексеевич

УДК 621.3

### ВЛИЯНИЕ ОБРЫВА PEN-ПРОВОДНИКА В СИСТЕМЕ ЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МИНИ-ПРЕДПРИЯТИЙ НА ЭЛЕКТРОПОРАЖЕНИЕ

О.П. Балашов

*Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ*

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние обрыва PEN-проводника в системе цехового электроснабжения мини-предприятий при наличии или отсутствия повторного заземления на электропоражение персонала этого объекта. Наличие повторного заземления на вводе объекта снижает уровень электропоражения, но не позволяет полностью его исключить.

**Ключевые слова.** Электропоражение, PEN-проводник, обрыв проводника, цеховое электроснабжение

### THE EFFECT OF THE BREAKAGE OF THE PEN-CONDUCTOR IN THE SYSTEM OF SHOP POWER SUPPLY OF MINI-ENTERPRISES ON ELECTRIC SHOCK

O.P. Balashov

*Rubtsovsky Industrial Institute of AltSTU*

**Annotation.** The article examines the effect of the breakage of the PEN-conductor in the system of shop power supply of mini-enterprises in the presence or absence of re-grounding on the electric shock of the personnel of this facility. The presence of re-grounding at the input of the object reduces the level of electric shock, but does not allow it to be completely excluded.

**Keywords.** Electric injury, PEN-conductor, conductor breakage, workshop power supply

Сегодня безаварийное обеспечение электрической энергией потребителей системы цехового электроснабжения мини-предприятий остается актуальной задачей, так как она напрямую связана с выполнением технологического процесса производства продукции и соблюдением технико-экономических показателей работы мини-предприятия и выпуска их продукции. Если для крупных предприятий обслуживание системы электроснабжения обеспечивается специальной службой главного энергетика, то для мини-предприятий вопрос обеспечения безаварийного функционирования системы электроснабжения силовых потребителей электрической энергии является проблематичным.

С одной стороны, это связано с низкой организацией обслуживания, а с другой стороны – большим количеством возможных аварийных ситуаций, возникающих в процессе работы оборудования. К таким ситуациям могут быть отнесены: короткие замыкания в электрической сети, перегрузки работающего оборудования, обрывы проводников, включая, в том числе обрыв PEN-проводника, возникновение токов утечки в изоляции, распределение опасных

потенциалов по открытым проводящим частям (ОПЧ) электроустановок и связанными с ними металлоконструкциями.

Если для устранения коротких замыканий и перегрузок используются элементы защиты, которыми являются автоматическими выключателями, то обрывы фазных и PEN-проводника может вызвать ненормальный режим, вероятность отключения которого очень низка. Аналогичная ситуация так же связана с токами утечками через изоляцию, так как электрические аппараты, позволяющие фиксировать значительное увеличение тока через изоляцию и обеспечить его отключение в сетях цехового электроснабжения не применяются.

Если при обрыве фазных проводников возникают не полнофазные режимы, которые могут быть частично отключены за счет возможной перегрузки электрооборудования автоматическими выключателями с тепловым расцепителем или тепловым реле, то при обрыве PEN-проводника отключение электроприемников становится технически невозможно, а, следовательно, такой режим может существовать значительно длительный период. При этом возникают как минимум две существенные проблемы, связанные с такими режимами.

Первая непосредственно связана со смещением потенциала нейтрали трехфазной сети при подключении однофазных и двухфазных электроприемников низкого напряжения в общую трехфазную электрическую сеть, которые имеются при выполнении технологического процесса выпуска продукции, например, сварочные трансформаторы и оборудование, электрические печи и ручной электроинструмент.

Вторая проблема обеспечение электробезопасности на таком объекте. Так как за счет связи ОПЧ электроприемников с PEN-проводником его обрыв может привести к опасности поражения электрическим током работающих на объекте.

Рассмотрим более подробно особенность обрыва PEN-проводника и формировании значения напряжения прикосновения, возникающего на ОПЧ электроприемника в таком режиме. При этом дадим оценку опасности электропоражения персонала сравнив, возникающие параметры тока, протекающего через человека и напряжение его прикосновения их с действующими допустимыми значениями [1].

Рассмотрим два варианта: один из которых не содержит повторное заземление PEN-проводника на вводе объекта, а другой имеет повторное заземление, соответствующее нормированному значению 30 Ом [2].

Для оценки ряда параметров электробезопасности в трехфазной электрической сети воспользуемся значением напряжения на открытой проводящей части электроустановки ( $U_{опч}$ ). Рис. 1 соответствует первому варианту, тогда напряжение на ОПЧ электроустановки, располагаемой в здании цеха, можно определить по формуле:

$$\dot{U}_{\text{опч}} = \frac{\dot{U}_{\text{фа}} (\underline{Z}_{\text{нв}} \cdot \underline{Z}_{\text{нс}} + a^2 \cdot \underline{Z}_{\text{на}} \cdot \underline{Z}_{\text{нс}} + a \cdot \underline{Z}_{\text{на}} \cdot \underline{Z}_{\text{нв}})}{\underline{Z}_{\text{нв}} \cdot \underline{Z}_{\text{нс}} + \underline{Z}_{\text{на}} \cdot \underline{Z}_{\text{нс}} + \underline{Z}_{\text{на}} \cdot \underline{Z}_{\text{нв}}}, \quad (1)$$

где  $\underline{Z}_{\text{на}}, \underline{Z}_{\text{нв}}$  и  $\underline{Z}_{\text{нс}}$  - сопротивления нагрузки каждой из фаз;

$a$  - фазовый оператор комплексных изображений трехфазной электрической сети.

Как видно из анализа трехфазной электрической сети напряжение на ОПЧ электрооборудования зависит от сопротивления фазовых нагрузок, а, следовательно, от мощности однофазных и двухфазных потребителей в системе цехового электроснабжения мини-предприятий.

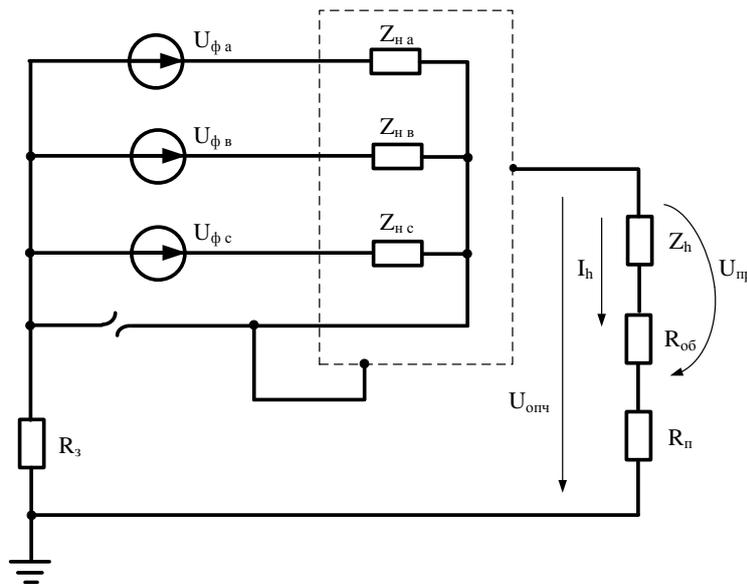


Рис. 1 – Схема замещения электрической сети при обрыве PEN-проводника

Максимальное значение напряжения на ОПЧ электрооборудования при обрыве PEN-проводника может достигнуть 220 В, при условии отключения нагрузки в двух фазах, что является маловероятным.

В ходе анализа работы электроприемников цеха мини-предприятия была выявлена разница мощностей относительно каждой фазы, которая составила от 20 до 70%. Рассмотрим неблагоприятный вариант, при котором нагрузка фазы С составляет 20% от нагрузки фазы А и нагрузка фазы В - 70% от мощности фазы А. Воспользовавшись выше приведенным выражением (1) определяем значение напряжения на ОПЧ, которое составило 148 В.

Ток через человека и напряжение прикосновения можно определить по формулам:

$$I_h = \frac{U_{\text{опч}}}{Z_h + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_3}, \quad (2)$$

$$U_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{опч}} (Z_h + R_{\text{об}})}{Z_h + R_{\text{об}} + R_{\text{п}} + R_3}, \quad (3)$$

где  $Z_h$  – среднестатистическое сопротивление человека электрическому току;

$R_{об}$  – сопротивление обуви;

$R_n$  – сопротивление пола;

$R_3$  – сопротивление заземления источника питания.

Принимаем в нашем случае реальные условия, характерные для цеха мини-предприятия, сопротивление человека 1000 Ом, увлажненный бетонный пол  $R_n = 100 \text{ Ом}$  [3], сопротивление обуви  $R_{об} = 500 \text{ Ом}$ , и получаем при подстановке в формулу  $U_{пр} = 138 \text{ В}$ ,  $I_h = 92 \text{ мА}$ . Как видно из полученного результата такое значение тока через человека приведет к серьезному электропоражению.

Составим схему замещения и рассмотрим второй случай. Схема (рис. 2), соответствует варианту, при котором на вводе в здание имеется повторное заземления PEN-проводника ( $R_{пз} = 30 \text{ Ом}$ ).

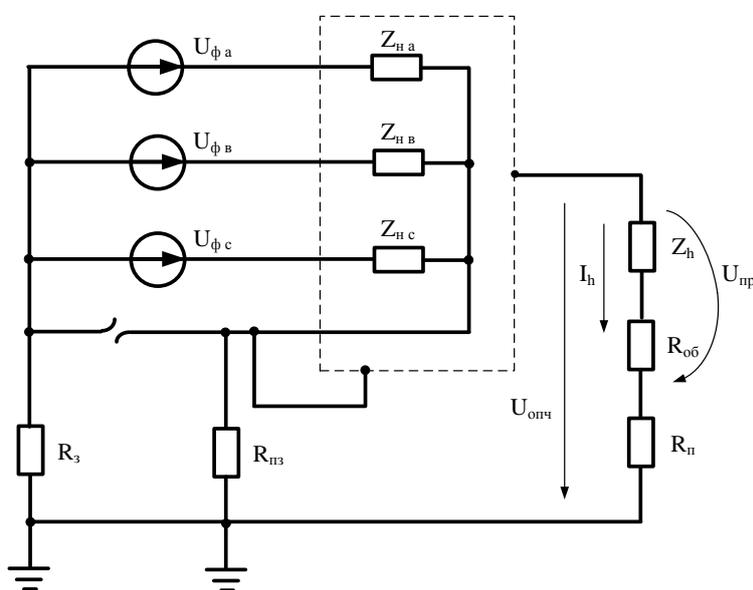


Рис. 2 – Схема замещения электрической сети при обрыве PEN-проводника и наличии повторного заземления

Использование повторного сопротивления ( $R_{пз}$ ) повышает электробезопасность так как приводит к снижению напряжения на ОПЧ электроустановки. В этом случае его значение напряжения может быть определено по выражению:

$$\dot{U}_{опч} = \frac{\dot{U}_{\phi a} (Z_{нв} \cdot Z_{нс} + a^2 \cdot Z_{на} \cdot Z_{нс} + a \cdot Z_{на} \cdot Z_{нв}) \cdot R_{пз}}{Z_{нв} \cdot Z_{нс} \cdot (R_3 + R_{пз}) + Z_{на} \cdot Z_{нс} \cdot (R_3 + R_{пз}) + Z_{на} \cdot Z_{нв} \cdot (R_3 + R_{пз}) + Z_{на} \cdot Z_{нв} \cdot Z_{нс}}, (4)$$

где  $R_{пз}$  – сопротивление повторного заземления.

Определим величину напряжения ОПЧ электрооборудования при наличии повторного заземления на вводе в цех мини-предприятия. На основании реальных параметров оно составило 130 В. Воспользовавшись формулами 2 и 3

получаем при анализе напряжения  $U_{\text{пр}} = 126 \text{ В}$ , а ток через человека составит  $I_h = 81 \text{ мА}$ . Следовательно, прикосновения человека к электроустановке при таком режиме работы электрической трехфазной сети может привести к электропоражению со смертельным исходом.

Таким образом, возникновение обрыва PEN-проводника в системе цехового электроснабжения мини-предприятий приводит к возникновению ненормальных режимов работы электроустановок и электропоражению персонала электрическим током. При этом наличие повторного заземления электроустановок на вводе объекте лишь незначительно снижает параметры электропоражения, но не позволяет полностью его исключить.

#### Список литературы

1. Библия электрика: ПУЭ, ПОТЭЭ, ПТЭЭП. -6-е издание. - Москва: Эксмо, 2019. - 752 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Изд-во Энергосервис, 2003. – 320 с.
3. Менумеров Р. М. Электробезопасность: Учебное пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2018. — 196 с.

#### УДК 621.3

### ВЫБОР ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СХЕМ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

О.П. Балашов

*Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ*

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность обоснования выбора экономически целесообразных схем городских электрических сетей за счет изменения их конфигураций и сравнения потерь мощности при работе в различных режимах.

**Ключевые слова.** Электрическая сеть, низкое напряжение, потери мощности

### SELECTION OF ECONOMICALLY FEASIBLE SCHEMES OF URBAN ELECTRIC NETWORKS OF LOW VOLTAGE

O.P. Balashov

*Rubtsovsky Industrial Institute of AltSTU*

**Annotation.** The article considers the possibility of justifying the choice of economically feasible schemes of urban electric networks by changing their configurations and comparing power losses when operating in different modes.

**Keywords.** Electrical network, low voltage, power loss

Использование экономически целесообразных схем городских электрических сетей низкого напряжения является в настоящее время актуальной задачей, которая напрямую затрагивает технико-экономические показатели системы электроснабжения города, обеспечивая рациональное питание потребителей многоквартирных домов и объектов инфраструктуры. Как правило основными потребителями небольших городов являются

электроприемники II и III категории надежности электроснабжения и частично небольшое количество (до 10 %) потребителей I категории.

Для повышения уровня надежности электроснабжения потребителей целесообразно осуществлять резервированием питания по сети низкого напряжения, то есть на стороне 380 В. Так как силовые трансформаторы городских подстанций 6(10)/0,4 кВ являются более дорогим и надежным элементом электроснабжения по сравнению с линиями низкого напряжения, то более выгодно рассматривать именно резервирование линий 380 В, а не установку дополнительных трансформаторов на подстанциях [1].

В связи с тем, что количество потребителей, питающихся по напряжению 380 В достаточно большое в городских распределительных сетях низкого напряжения находят применение радиальные, радиально-магистральные, петлевые автоматизированные и неавтоматизированные схемы. При этом автоматизация резервных линий низкого напряжения осуществляется установкой автоматических устройств на вводе у потребителя с подключением питающих линий от разных трансформаторов подстанции. Но выбор той или иной распределительной сети требует выполнение анализа оптимальной конфигурации схемы и расчетов, связанной с потерями электрической мощности, энергии и напряжения с учетом обеспечения требуемого качества электрической энергии для потребителей [2]. Причем следует учитывать, что актуальность выбора схем также напрямую связано с тем, что основное потребление (более 98%) приходится именно на низкое напряжение.

Воспользуемся для обоснования выбора экономически целесообразных схем методикой анализа и расчетов электрических сетей высокого напряжения, представленной в литературе [3] при этом, пренебрегаем значениями реактивных сопротивлений линий и их зарядными мощностями.

В работе был произведен анализ электрической сети с определением потерь по ряду вариантов схем с учетом расположения источника питания и потребителей электрической энергии и возможности её работы в разных режимах, например, в нормальном и послеаварийном (рис. 1).

Были рассмотрены два варианта электрических сетей: радиальная и радиально-магистральная схемы. Анализ более сложных схем не выполнялся в связи с тем, что основными потребителями электрической энергии являются электроприемники II и III категории электроснабжения и ограниченного количества потребителей. Основные параметры анализа представлены в таблице 1.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что при использовании дополнительных кабельных линий электрическая сеть может иметь различную конфигурацию и работать в различных режимах.

Следовательно, выбор экономически целесообразной схемы городской электрической сети низкого напряжения необходимо проводить путем анализа и расчета основных её параметров, а затем выполнить сравнение вариантов. При рассмотрении реального варианта наиболее рациональной схемой явилась радиальная, обладающая наименьшими потерями мощности.

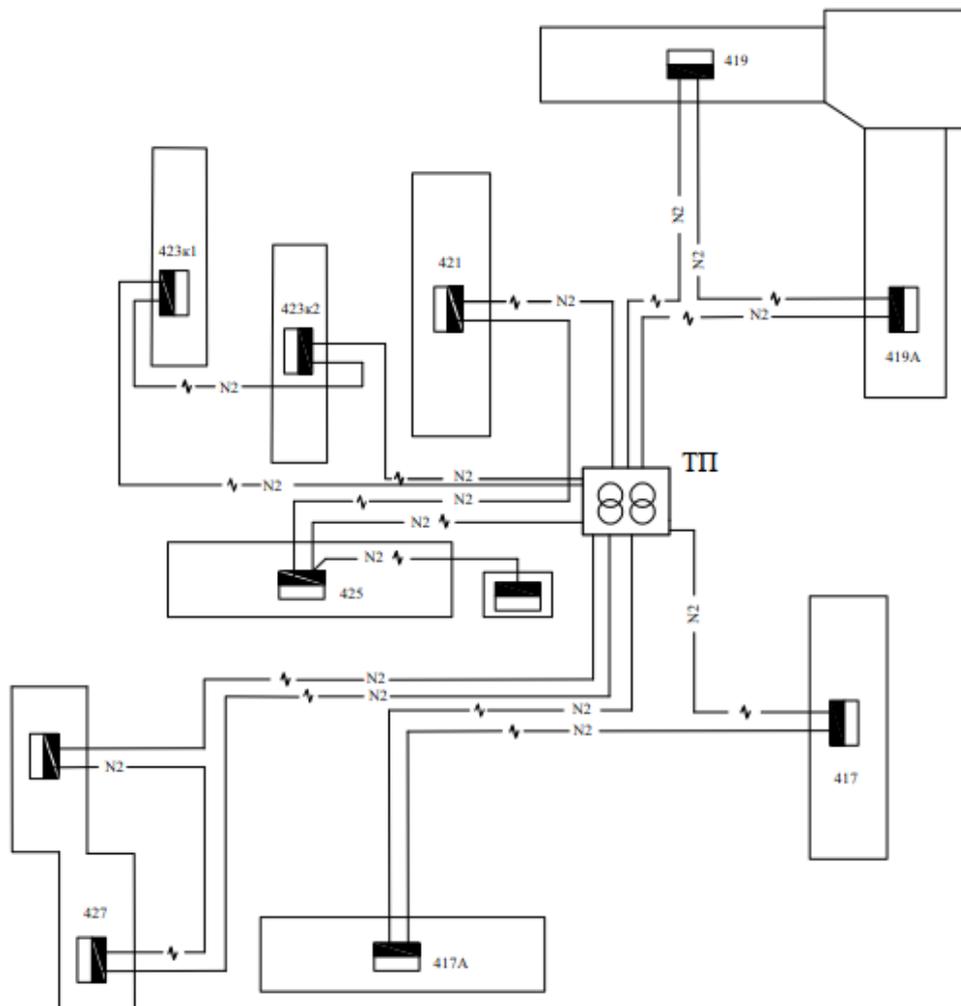


Рис. 1 – Схема электрической низковольтной сети

Таблица 1

Расчет потерь мощности электрической сети

Участок	Длина линии, м	Потери активной мощности радиальной электрической сети, кВт	Потери активной мощности радиально-магистральной электрической сети, кВт
ТП-419(1)	103	1,68	0
ТП-419А(2)	61	0,98	3,53
419(1)-419А(2)	102	0,00	4,55
ТП-421(3)	77	0,91	0,91
ТП-425(6)	95	2,30	2,30
421(3)-425(6)	106	0	0
425(6)-425/1(11)	57	0,37	0,37
ТП-423к2(4)	121	2,01	6,62
ТП-423к1(5)	195	2,59	0
423к2(4)-423к1(5)	79	0	1,52
ТП-417(7)	51	0,57	2,50

Участок	Длина линии, м	Потери активной мощности радиальной электрической сети, кВт	Потери активной мощности радиально-магистральной электрической сети, кВт
ТП-417А(8)	115	1,82	0,00
417(7)-417А(8)	76	0	3,42
ТП-427(9)	179	3,88	9,94
ТП-427(10)	210	1,97	0
427(9)-427(10)	49	0	0,49
Итого		19,08	36,15

## Список литературы

1. Шведов Г.В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети: учебное пособие / Г.В. Шведов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 268с.
2. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. Лыкин А.В. Электроэнергетические системы и сети: учебник для вузов/ А.В. Лыкин. - М.: Издательство Юрайт, 2018. - 360 с.

## УДК 621.31

### ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Е.А. Белых, Г.В. Плеханов, Т.В. Шипуля, А.А. Шишин, И.Ю. Рогожин

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** В перечень поручений по итогам Петербургского международного экономического форума года входит разработка плана мероприятий по снижению уровня углеродоемкости российской экономики. По данным Минэкономразвития России наибольший объем потребления топливно-энергетических ресурсов приходится на производство и распределение электроэнергии и тепла, промышленность, а также сектор зданий и жилищно-коммунальное хозяйство. Требования декарбонизации стимулируют использование передовых технологий в части теплозащиты, энергоснабжения и климатизации зданий, в том числе технологий информационного моделирования зданий BIM, технологий «умного» дома, «умных» систем управления инженерным оборудованием на основе оптимизационных решений, высокотехнологичного энергоэффективного оборудования, инновационных материалов, нетрадиционных возобновляемых источников энергии и т. д.

**Ключевые слова:** энергосбережение, безуглеродная экономика, цифровые технологии, декарбонизация, декарбонизация строительства.

## DECARBONIZATION AS A METHOD OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY

E.A. Belykh, G.V. Plekhanov, T.V. Shipulya, A.A. Shishin

*Rubtsovsky Industrial Institute (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov*

**Annotation.** The list of instructions following the results of the St. Petersburg International Economic Forum of the Year includes the development of an action plan to reduce the carbon intensity of the Russian economy. According to the Ministry of Economic Development of Russia, the largest volume of consumption of fuel and energy resources falls on the production and distribution of electricity and heat, industry, as well as the sector of buildings and housing and communal services. Decarbonization requirements stimulate the use of advanced technologies in terms of thermal protection, energy supply and air conditioning of buildings, including BIM building information modeling technologies, smart home technologies, smart engineering equipment control systems based on optimization solutions, high-tech energy-efficient equipment, innovative materials, non-traditional renewable energy sources, etc.

**Keywords:** energy saving, carbon-free economy, digital technologies, decarbonization, decarbonization of construction.

Меры по энергосбережению и повышению энергоэффективности в России обычно осуществляются либо на основании нормативных и законодательных требований, либо исходя из соображений экономической целесообразности, экономического эффекта. Однако в последние годы все большее значение приобретает третий фактор - экологический: все более актуальными становятся задачи сокращения выбросов парниковых газов, в первую очередь двуокиси углерода (углекислого газа). Появился специальный термин - декарбонизация. Этот процесс приобрел масштабный, глобальный характер, и в ближайшее время его значение будет постоянно возрастать.

*Почему необходима декарбонизация?* Требования по декарбонизации (сокращению выбросов углекислого газа) российской экономики обусловлены участием Российской Федерации в международных соглашениях – Парижском соглашении по климату и других. По данным МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата) глобальное потепление наблюдается с 1970-х годов, связанное с увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере из-за увеличения их антропогенных выбросов. В целях объединения усилий всех стран в 1992 году была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата [1]. Обязательства Рамочной конвенции включают принятие мер по ограничению антропогенных выбросов парниковых газов, а также защиту и улучшение качества резервуаров парниковых газов. В развитие Рамочной конвенции Киотский протокол был принят в 1997 году в качестве дополнительного документа. В 2004 году Киотский протокол ратифицировала Российская Федерация. Киотский протокол налагает обязательства по ограничению выбросов парниковых газов, а также устанавливает квоты на такие выбросы. При этом квоты можно продавать. Дальнейшим развитием Рамочной конвенции является Парижское соглашение. Его подписала и Россия.

Участие России в международных соглашениях неизбежно приводит к необходимости декарбонизации – перехода к низкоуглеродной экономике. В

новых условиях это может быть даже не столько снижение спроса на углеводороды, сколько новые международные ограничения – налоги на выбросы углерода, пошлины, привязка произведенной продукции к углеродному следу (углеродный отпечаток). Кроме того, кредиты международных финансовых организаций могут напрямую зависеть от выполнения страной своих обязательств в области климата.

Декарбонизация - глобальная задача, и ее решение требует фундаментальных изменений в структуре экономики.

### **Ситуация в России**

В настоящее время в России заметно активизировалась работа по созданию нормативных и законодательных предпосылок для перехода к низкоуглеродной экономике. Так, в перечень поручений Президента России Владимира Путина по итогам Петербургского международного экономического форума включено требование к Правительству Российской Федерации разработать комплексный план по снижению углеродоемкости российской экономики на период до 2050 года к 1 октября 2021 года [2]. Разрабатывается дорожная карта по снижению накопленного объема чистых выбросов парниковых газов в Российской Федерации с 2021 по 2050 год до более низких значений по сравнению с показателями Европейского Союза. Дорожная карта должна предусматривать сокращение выбросов парниковых газов, образующихся в результате экономической деятельности. 30 декабря 2021 года вступает в силу Федеральный закон от 2 июля 2021 года № 296-ФЗ "Об ограничении выбросов парниковых газов". Целью закона является создание условий для устойчивого и сбалансированного развития российской экономики при одновременном сокращении выбросов парниковых газов.

### **Пути достижения декарбонизации в электроэнергетической отрасли**

Декарбонизация энергетической отрасли России требует адаптации национального энергетического сектора к процессам декарбонизации, происходящим в мировой экономике [3]. Есть некоторые пути достижения этой цели, которые условно можно объединить в некую систему действий (рис.1).

Для этого должны быть приняты меры, направленные на:

1) повышение энергоэффективности экономики.

Этому способствуют:

- генерация такого же объема энергии с помощью меньшего количества топлива. В частности, угольные электростанции могут производить тот же объем энергии при условии обновления старых паровых турбин или их замены на новые высокоэффективные турбины;

- преобразование угольных электростанций в газовые электростанции комбинированного цикла с высокоэффективными газовыми турбинами, которые тоже можно обновить или заменить на более эффективные;

- использование цифровых технологий для оптимизации работы и увеличения энергоэффективности.

2) развитие возобновляемых источников и технологий по хранению и передаче энергии, а именно:

- увеличение гибкости работы электростанций и уменьшение потребления топлива с помощью технологий гибких решений;

- применение технологий по хранению энергии — батареи позволяют создавать возможности автономного пуска электростанции и балансировать разность нагрузки, возникающей из-за колеблющейся генерации из возобновляемых источников;

- использование газовых когенерационных электростанций, осуществляющих комбинированную выработку (генерацию) двух типов энергии — электричества и тепла;

- применение промышленных тепловых насосов, которые могут помочь с подключением возобновляемых источников в промышленном масштабе.

3) повышение эффективности электросетей, так как передача энергии играет большую роль в процессе декарбонизации. Для этого необходимо предпринять ряд мер, предусматривающих:

- повышение стабильности электросетей посредством, в частности, установки синхронных конденсаторов для уравнивания колебаний мощностей;

- улучшение гибкости сети: возобновляемые источники энергии, тепловые насосы и батареи могут способствовать развитию углеродно-нейтральных децентрализованных гибридных технологий. Однако использование традиционных источников будет все еще необходимо, если заряд батарей будет низким или если погодные условия влияют на генерацию (ветер, солнце).

4) развитие электролизов, превращающих избыточную энергию от возобновляемой энергии в водород, который можно хранить в больших объемах и использовать в газовых турбинах в качестве дополнительного источника энергии наряду с газом для уменьшения выбросов CO<sub>2</sub>. В настоящее время уже существуют маленькие газовые турбины, которые работают только на «зеленом» водороде (т. е. произведенном с помощью возобновляемых источников энергии);

5) развитие технологий водородной энергетики. Газовые турбины, работающие на «зеленом» водороде, позволяют создавать безуглеродное децентрализованное оборудование на возобновляемых источниках. Это может делаться с помощью сочетания электролизов и систем для хранения энергии и электрификации на возобновляемых источниках в маленьких водородных теплоэлектростанциях;

6) становление системы хранения энергии, являющейся неотъемлемой частью новой энергетической системы: аккумулирование тепла должно осуществляться посредством использования тепловых насосов и впоследствии «зеленого водорода», а не батарей.

Данные действия приведут к декарбонизации энергетической системы, где газ играет ключевую роль в переходе на возобновляемые источники энергии. Повышение энергоэффективности зависит не только от используемых технологий, но и от объема потребляемой энергии.



Рис. 1 – Действия по адаптации российского энергетического сектора к декарбонизации

Цифровые технологии могут помочь в решении проблем негибкости энергетической системы и ее сильной централизации. Как любой монополизированный рынок, российский рынок электроэнергетики подвержен коррупционному риску. Вследствие нарастающей централизации энергетического рынка возникают опасения по поводу проведения энергетического перехода посредством еще одной реформы. С другой стороны, начатая ПАО «Россети» масштабная кампания по цифровизации отрасли является примером того, как крупная компания может взять курс на конкретные изменения стратегии своего развития, если ее инициативы поддержаны на государственном уровне.

#### **Декарбонизация в других отраслях**

«Стратегия долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» (Стратегия), разработанная Министерством экономического развития России, предполагает для перехода на траекторию низкоуглеродного развития, среди прочего, следующие меры:

- в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве - установление более строгих требований к энергоэффективности новых жилых, общественных и промышленных зданий, модернизация существующих зданий с центральным и индивидуальным отоплением, систем горячего водоснабжения и отопления, замена бытовых электронных устройств и систем освещения на более выгодные;

- в области обращения с отходами - увеличение объемов переработки и переработки отходов, значительное сокращение объема отходов на душу населения и объема выбрасываемых продуктов питания, рекультивация и дегазация крупнейших свалок, утилизация метана, образующегося в секторе очистных сооружений бытовых сточных вод [4].

Одним из направлений реализации Стратегии является повышение энергоэффективности секторов экономики, инфраструктуры, жилых и промышленных зданий и сооружений, включая развитие низко- и безуглеродных источников энергии. Для этого необходимо обеспечить замену используемых в настоящее время технологий с низким коэффициентом полезного действия на более эффективные, снижение потерь энергии при транспортировке, снижение затрат на электроэнергию для домашних хозяйств и предприятий, создание интеллектуальных тепловых, электрических и газовых сетей нового поколения. Еще одним важным направлением является проведение прикладных и поисковых исследований в области разработки с низким уровнем выбросов парниковых газов. В этой части говорится о необходимости обеспечения научно-технического лидерства в областях развития с низким уровнем выбросов парниковых газов [5].

В заключение следует отметить, что выполнить требования по переходу к низкоуглеродной экономике невозможно только с помощью традиционных, хорошо известных мер: повышения теплозащиты, замены окон и т.д. Необходим комплексный подход. Требования к обезуглероживанию стимулируют использование передовых технологий в области тепловой защиты, теплоснабжения и кондиционирования зданий, включая технологии информационного моделирования зданий BIM, технологии "умного дома" (включая технологии Интернета, вещей IoT, технологии обработки больших данных BigData и т.д.), интеллектуальные системы управления инженерным оборудованием на основе оптимизационных решений, высокотехнологичное энергоэффективное оборудование, инновационные материалы, нетрадиционные возобновляемые источники энергии.

#### Список литературы

1. Рамочная конвенция ООН об изменении климата, 1992 ООН.
2. Указ Президента РФ от 13.05.2017 г. № 208 О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 год.
3. И.А. Башмаков. Зачем России переходить на траекторию низкоуглеродного развития? – «Центр энергоэффективности – XXI век» (ЦЭНЭФ-XXI), 16.06.2016.

4. Фортов В.Е., Макаров А.А., Митрова Т.А. Глобальная энергетическая безопасность: проблемы и пути решения. Вестник Российской академии наук. 2007;77(2):99–107.

5. Порфирьев Б.Н., Рогинко С.А. Проблемы и перспективы развития альтернативной энергетики на современном этапе модернизации мировой и российской экономики. В книге: Альтернативная энергетика как фактор модернизации российской экономики: тенденции и перспективы. Сборник научных трудов. М.; 2016:10–37.

## УДК 697.9

### РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ

С.И. Мезенцев

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

**Аннотация.** В работе представлены результаты натурных экспериментальных исследований трубчатых теплообменников при реверсивных режимах течения воздуха. Исследования показали, что коэффициент теплоутилизации для стандартного пропиленового модуля при толщине 40 мм составил 24%, а для трубчатого теплообменника - 49%. При толщине в 115 мм коэффициент теплоутилизации для пропилена составил 40%, для трубчатого теплообменника - 65%.

**Ключевые слова:** вентиляция, рекуперация, теплообмен, коэффициент теплоутилизации

### REGENERATIVE HEAT EXCHANGERS FOR HEAT RECOVERY OF VENTILATION EMISSIONS

*S.I. Mezentsev*

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University*

**Annotation.** The work presents the results of full-scale experimental studies of tubular heat exchangers under reversible air flow regimes. Studies have shown that the heat recovery coefficient for a standard propylene module with a thickness of 40 mm was 24%, and for a tubular heat exchanger - 49%. With a thickness of 115 mm, the heat recovery coefficient for propylene was 40%, for a tubular heat exchanger - 65%.

**Keywords:** ventilation, recuperation, heat exchange, heat recovery coefficient

Следить за своим здоровьем – это очень важно. Многие ведут активный образ жизни, сбалансированно питаются. Но не придают значения количеству времени, проведенному в закрытых помещениях. Сегодня современный человек проводит в закрытом пространстве до 90% продолжительности суток. Воздух в помещении может содержать аллергены, частички пыли, бактерии и т.д. Недостаток кислорода негативно сказывается на самочувствии и здоровье человека. Эту проблему можно решить с помощью вентиляции. Вентиляция в квартире помогает организовать приток свежего и вытяжку отработанного (насыщенного углекислым газом) воздуха. Поступление воздуха можно осуществить: периодическим открыванием окон; установкой приточного клапана, установкой компактного приточного вентиляционного устройства или установкой приточно-вытяжных установок с утилизацией тепла.

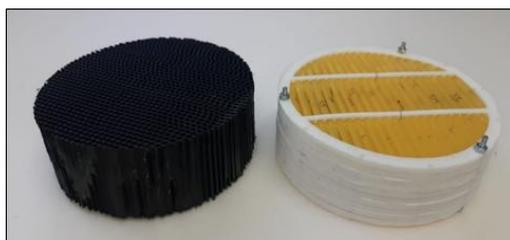
У каждого способа есть свои преимущества и недостатки. Одним из наиболее перспективных решений проблемы, с точки зрения энергосбережения, является использование технологии утилизации теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного. Это обеспечивают приточно-вытяжные установки, работающие в реверс режимах.

Принцип работы регенератора следующий. Комнатный воздух при вытяжке передает теплоту теплообменнику, а в цикле приточки холодный воздух нагревается. Таким образом, теплообменник является одним из главных элементов регенератора. В настоящее время в качестве теплообменного модуля используют керамику или пропилен. Выбор материала для теплообменника представляет собой сложную задачу, поскольку он зависит от теплофизических свойств материала. Авторами работ [1, 2] теоретически и экспериментально было показано, что в качестве теплоаккумулирующей насадки целесообразно использовать материалы с максимальной объемной теплоемкостью. Наилучшими характеристиками по объемной теплоемкости обладает вода. Если сравнивать теплоаккумулирующую способность керамики, пропиленовой насадки и воды, а в расчетах задаться определяющей величиной – объемом, т.к. при монтаже устройства в стену, определяющей величиной будет являться толщина, то теплоаккумулирующая способность воды окажется почти в 2 раза больше, чем у керамики и пропиленовой насадки. Но если учитывать фазовый переход “вода – лед”, от -10 до 20 °С, то нужно в 7 - 8 раз больше теплоты, чтобы нагреть или охладить воду. Таким образом, использование фазового перехода "вода – лед" тоже позволяет почти на порядок увеличить емкость запасаения теплоты.

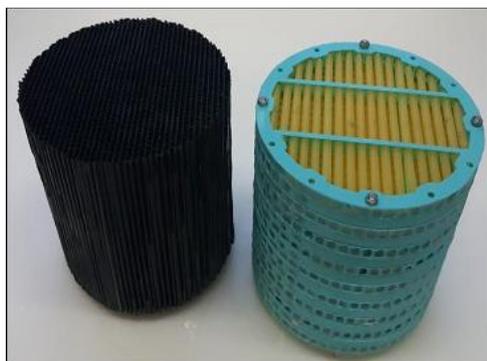
Используя аддитивные технологии, нами были спроектированы и изготовлены решетки. В решетки были вставлены трубочки (диаметр трубочек 3.2 мм), которые были заполнены водой на 85% от своего объема. Решетки соединялись между собой и получался теплообменник.

На изготовленной установке были проведены натурные экспериментальные исследования (время переключения между циклами составляло 40 секунд, расход воздуха 60 м<sup>3</sup>/ч). Для сравнения в одинаковых условиях брали пропиленовый теплообменный модуль такой же толщины, как и теплообменный модуль с трубочками (рис. 1). Исследования показали, что коэффициент теплоутилизации для пропилена составил 24%, а для насадки с трубочками - 49% при толщине в 40 мм. При толщине в 115 мм коэффициент теплоутилизации для пропилена составил 40%, для исследуемой насадки - 65%.

Поскольку разность температур менялась в ходе экспериментов, то удобно представить коэффициент теплоутилизации в зависимости от безразмерного перепада температур. На графике видно, что коэффициент теплоутилизации при одинаковых температурных условиях для теплоаккумулирующей насадки имеет значения выше, чем для пропиленового модуля (рис. 2).



a)



б)

Рис. 1. – Теплообменники толщиной: 40 мм (a) и 115 мм (б)

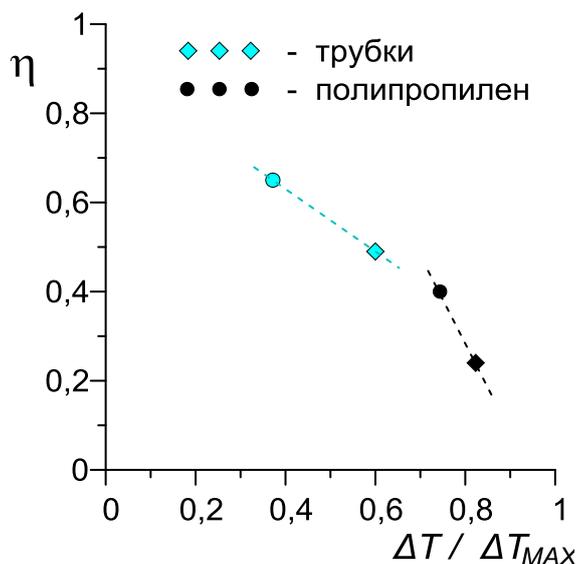


Рис. 2 – Коэффициент теплоутилизации

По полученным результатам была подана заявка и получен Патент РФ №2727106 “Теплоаккумулирующий теплообменник для реверсивных режимов работы в системах вентиляции”.

#### Список литературы

1. Васильев, В. А. Методы расчета тепловых процессов в стационарном переключающемся регенеративном теплоутилизаторе : автореф. ... дис. канд. тех. наук : 05.04.03 / В. А. Васильев ; Санкт-Петербург. 2010. 21 с.

2. Borodulin, V. Yu. A criterial analysis of the effectiveness of air-to-air heat exchangers with periodic change of airflow direction / V. Yu. Borodulin, M. I. Nizovtsev // Applied Thermal Engineering. 2018. Vol. 130. P. 1246-1255.

**УДК 629.1.04**

## **ПЕРЕТОКИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ МЕЖДУ ФАЗАМИ**

**В.Д. Павлов**

*Владимирский электромеханический завод*

**Аннотация.** Считается, что реактивная мощность не перетекает между фазами и поэтому ее поток без изменения циркулирует между нагрузкой и источником (генератором) (при условии отсутствия средств компенсации). Показано, что каждый трансформатор сети по мере удаления от нагрузки шунтирует часть потока реактивной мощности и поэтому в источнике (генераторе) реактивная мощность существенно меньше, чем в нагрузке. Соответственно уменьшается усредненный поток реактивной мощности, циркулирующий в сети.

**Ключевые слова:** фаза, поток мощности, циркуляция, нагрузка, источник, шунтирование.

## **FLOWS OF REACTIVE POWER BETWEEN PHASES**

**V.D. Pavlov**

*Vladimirsky Electromechanical Plant*

**Abstract.** It is considered that reactive power does not flow between phases and therefore its flow circulates unchanged between the load and the source (generator) (provided that there are no compensation means). It is shown that each network transformer shunts part of the reactive power flow as it moves away from the load, and therefore the reactive power in the source (generator) is significantly less than in the load. Accordingly, the average flow of reactive power circulating in the network decreases.

**Key words:** phase, power flow, circulation, load, source, shunting.

**Введение.** Реактивная мощность в сети является нежелательным явлением. Ее циркуляция по проводам вызывает тепловые потери в объеме примерно 10% ее величины [1]. Для ее снижения используют дорогостоящие статические и динамические компенсаторы.

Цель работы – установление явления сокращения потока реактивной мощности в сети с трансформаторами.

**Методика расчета.** На рис. 1 представлена существенно идеализированная схема подключения вторичных обмоток трансформатора к симметричной индуктивной нагрузке. Сопротивления рассеяния не показаны [2]. Активные составляющие сопротивлений не рассматриваются. Реактивная мощность в сеть не передается (гипотетически).

В части опосредованного взаимодействия магнитного поля [3] с нагрузкой схема неотличима от рассмотренной в [4], в которой вместо трансформатора использована синхронная явнополюсная машина и в которой источником возбуждения колебаний тока (индуктивного) в любой фазе являются другие (другая) фазы (фаза) нагрузки.

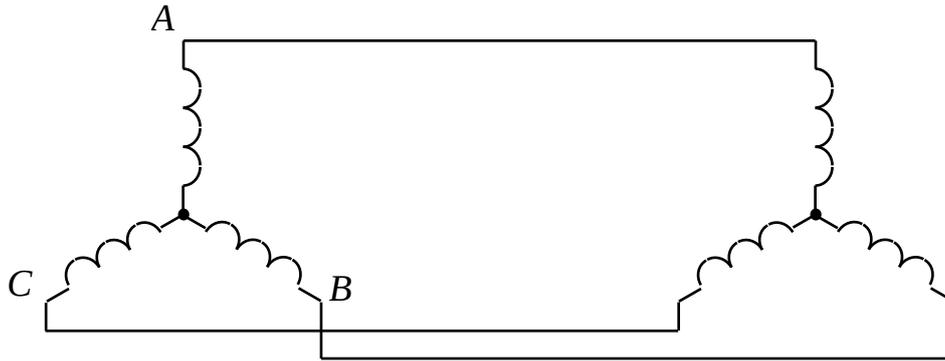


Рис. 1 – Самокомпенсация реактивной мощности

Подобное явление самокомпенсации реактивной мощности известно и в механических системах.

**Результаты.** Мгновенные токи, напряжения и мощности (реактивные) фаз соответственно равны

$$\begin{aligned}
 i_A &= I_m \sin \omega t, \\
 u_A &= I_m \omega L \cos \omega t, \\
 q_A &= I_m^2 \omega L \sin \omega t \cos \omega t = 0,5 I_m^2 \omega L \sin 2\omega t, \\
 i_B &= I_m \sin(\omega t - 2\pi/3), \\
 u_B &= I_m \omega L \cos(\omega t - 2\pi/3), \\
 q_B &= 0,5 I_m^2 \omega L \sin(2\omega t - 4\pi/3), \\
 i_C &= I_m \sin(\omega t + 2\pi/3), \\
 u_C &= I_m \omega L \cos(\omega t + 2\pi/3), \\
 q_C &= 0,5 I_m^2 \omega L \sin(2\omega t + 4\pi/3).
 \end{aligned}$$

Здесь  $L$  – суммарная индуктивность фазы трансформатора (включая рассеяние) и нагрузки.

Сумма мощностей фаз  $B$  и  $C$  равна

$$\begin{aligned}
 q_{BC} &= q_B + q_C = \\
 &= 0,5 I_m^2 \omega L \sin(2\omega t - 4\pi/3) + 0,5 I_m^2 \omega L \sin(2\omega t + 4\pi/3) = \\
 &= 2 \cdot 0,5 I_m^2 \omega L \sin[(2\omega t - 4\pi/3 + 2\omega t + 4\pi/3)/2] \cos[(2\omega t - 4\pi/3 - 2\omega t - 4\pi/3)/2] = \\
 &= I_m^2 \omega L \sin 2\omega t \cos(-4\pi/3) = \\
 &= -0,5 I_m^2 \omega L \sin 2\omega t.
 \end{aligned}$$

Эта величина противоположна мощности фазы  $A$

$$q_B + q_C = -q_A. \quad (1)$$

Это означает, что при оговоренных условиях фазы нагрузки совершают между собой обмен реактивной энергией.

Следовательно, имеет место самонейтрализация реактивного характера нагрузки.

Может показаться, что соотношение (1) тривиально и обусловлено симметрией трехфазной схемы. Из аналогичных соотношений для мгновенной мощности при идеально *активной* нагрузке видно, что это не так. Действительно,

$$p_A = I_m^2 \omega L \cos^2 \omega t = 0,5 I_m^2 \omega L (1 + \cos 2\omega t) =$$

$$\begin{aligned}
&= 0,5I_m^2\omega L + 0,5I_m^2\omega L \cos 2\omega t, \\
p_B &= 0,5I_m^2\omega L + 0,5I_m^2\omega L \cos(2\omega t - 4\pi/3), \\
p_C &= 0,5I_m^2\omega L + 0,5I_m^2\omega L \cos(2\omega t + 4\pi/3), \\
p_B + p_C &= \\
&= 0,5I_m^2\omega L + 0,5I_m^2\omega L \cos(2\omega t - 4\pi/3) + 0,5I_m^2\omega L + 0,5I_m^2\omega L \cos(2\omega t + 4\pi/3) = \\
&= I_m^2\omega L + 0,5I_m^2\omega L [\cos 2\omega t \cos(4\pi/3) + \sin 2\omega t \sin(4\pi/3)] + \\
&\quad + 0,5I_m^2\omega L [\cos 2\omega t \cos(4\pi/3) - \sin 2\omega t \sin(4\pi/3)] = \\
&= I_m^2\omega L - 0,5I_m^2\omega L \cdot 0,5 \cos 2\omega t - 0,5I_m^2\omega L \cdot 0,5 \cos 2\omega t = \\
&= I_m^2\omega L - 0,5I_m^2\omega L \cos 2\omega t. \\
p_B + p_C &\neq -p_A.
\end{aligned}$$

На рис. 2 показан ряд трансформаторов или шунтирующих реакторов с реактивной нагрузкой.

Идеализация этой схемы меньше, чем первой, поскольку реактивная мощность второго и третьего трансформаторов передается в первичную обмотку.

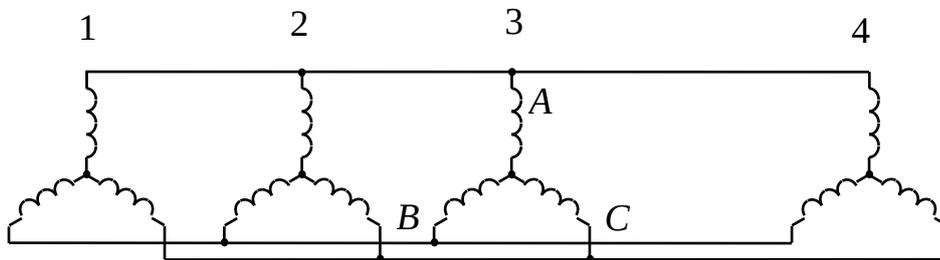


Рис. 2 – Ряд трансформаторов

В таблице 1 представлены значения потоков реактивной мощности в участках сети, отнесенные к величине потока через нагрузку.

Таблица 1

Относительные потоки реактивной мощности в участках сети

Участок сети	1-2	2-3	3-4
Относительный поток реактивной мощности	1/3	2/3	1

**Обсуждение результатов.** До сих пор считалось, что реактивная мощность не перетекает между фазами и поэтому ее поток *без изменения* циркулирует между нагрузкой и источником (генератором) (при условии отсутствия средств компенсации).

В соответствии с рис. 2 поток на участке 3–4 остался без изменений по сравнению с прежними представлениями.

Однако уже на участке 2–3 он составляет 2/3 от его значения для нагрузки, а на участке 1–2 – 1/3.

Каждый последующий трансформатор по мере удаления от нагрузки *шунтирует* часть потока реактивной мощности и поэтому в источнике (генераторе) реактивная мощность существенно меньше, чем в нагрузке.

Соответственно уменьшается усредненный поток реактивной мощности, циркулирующий в сети.

Поскольку снижение усредненного потока реактивной мощности происходит без применения специальных средств компенсации, то это явление можно считать самокомпенсацией реактивной мощности.

В качестве технических средств, обеспечивающих этот реактивный энергообмен, могут выступать *уже имеющиеся* в сети трансформаторы и шунтирующие реакторы. В этом смысле достигаемое таким образом снижение потока реактивной мощности является *естественным*, т. е. не специально организованным, как в случае с синхронными компенсаторами и конденсаторами.

**Заключение.** В соответствии с изложенным имеет место явление сокращения потока реактивной мощности в сети с трансформаторами.

Полученные аналитические выражения и сделанные выводы не накладывают ограничения на классы напряжения силовых трансформаторов и типах электроэнергетических систем/электрических сетей, в которых они размещаются.

#### Список литературы

1. Павлов В. Д. Автокомпенсация реактивной мощности в электрических сетях / В. Д. Павлов // Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии. 2021. 14(6). С. 684–688. DOI: 10.17516/1999–494X-0342
2. Павлов В.Д. О рассеянии обмоток трансформатора / В. Д. Павлов // Вектор современной науки. 2021. № 5; URL: [vektorsn.esrae.ru/8-54](http://vektorsn.esrae.ru/8-54) (дата обращения: 07.04.2021).
3. Павлов В.Д. Магнитный поток и его квантование/ В. Д. Павлов // Известия Уфимского научного центра РАН. 2020. № 4. С. 25–28. DOI 10.31040/2222-8349-2020-0-4-25-28
4. Попов И.П. Самокомпенсация симметричной реактивной нагрузки в сети / И.П. Попов // Вестник Псковского государственного университета. Технические науки. 2017. Вып. 5. С. 37–41.

**УДК 004.94**

### **ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СПАЛЬНОГО МЕСТА ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ МЕТОДАМИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

А.А. Соболева, С.Н. Долматов

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика  
М.Ф. Решетнева*

**Аннотация:** в лесопромышленном комплексе важную роль играет логистика древесины. Перевозкой занимаются специализированные автомобили -тягачи, кабина которых в свое время при длительных работах выполняет функцию спального места.

Современные методы проектирования позволяют на основе метода конечных элементов определять величину тепловых потерь многослойных ограждающих конструкций. Знание величины теплового потока позволяет проводить мероприятия по повышению тепловой эффективности конструкций спального обитаемого отсека грузового автомобиля. В статье изложено исследование, которое проводилось в программном пакете ELCUT.

**Ключевые слова:** ELCUT, коэффициент теплопроводности, тягачи, моделирование задачи.

## **SIMULATION OF CONDITIONS FOR INCREASING THERMAL EFFICIENCY OF FENCING STRUCTURES OF A TRUCK'S SLEEPING AREA BY FINITE ELEMENT METHODS**

A.A. Soboleva, S.N. Dolmatov

Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev

**Abstract:** timber logistics plays an important role in the timber industry. Specialized tractor trucks are engaged in transportation, the cabin of which at one time performs the function of a sleeping place during long-term work. Modern design methods make it possible to determine the value of heat losses of multilayer enclosing structures based on the finite element method. Knowledge of the magnitude of the heat flow makes it possible to carry out measures to improve the thermal efficiency of the structures of the sleeping habitable compartment of a truck. The article describes a study that was conducted in the ELCUT software package.

**Key words:** ELCUT, thermal conductivity coefficient, tractors, problem modeling.

### **Введение**

В лесопромышленном комплексе немаловажную роль играет логистика древесины. Транспортировку древесины осуществляют разными методами, это может быть, как перевозка с помощью железнодорожного состава, автопоездами или сплавом по водному объекту. Автопоезда являются, менее затратными и более проходимыми, представляют собой транспортную единицу в составе автомобиля-тягача и прицепного состава, предназначенного для транспортировки хлыстов или сортиментов [1].

Тягач представляет собой транспортное средство, которое относится к машинам с высоким тяговым усилием, и тягового устройства, к которому дополнительно крепится прицеп различного назначения. Основным рабочим местом водителем является кабина лесовоза. По мере освоения лесосырьевых баз, лесосеки все более удаляются от мест потребления и первичной переработки. Уже сейчас расстояния вывозки составляют 300 км и более. Кроме того, автомобильным транспортом перевозятся лесные грузы (плиты ДСП, МДФ, ОСБ) на значительные в несколько тысяч километров расстояния. Машины, которые рассчитаны на дальние перевозки оснащены спальным местом, которое должно соответствовать определенным, нормативным условиям комфорта [2]. Зачастую комфорту уделяют недостаточное внимание. Существуют такие проблемы как: недостаточная шумоизоляция, и качество обогрева спального места, особенно при работе автомобиля на территориях с устойчивой отрицательной температурой.

### **Цель и задачи исследования**

Цель исследования – анализ тепловой эффективности ограждающей конструкции спального места грузового автомобиля при помощи современных средств физического моделирования.

Задачи исследования:

1. Моделирование конструкции ограждающей оболочки спального места грузового автомобиля.
2. Изучение влияния отдельных конструктивных элементов на показатели тепловой эффективности ограждающей оболочки спального места грузового автомобиля.
3. Обоснование мероприятий и конструктивных решений.

### **Методы и средства исследования**

Кабина и спальное место грузового автомобиля (рис. 1) представляет собой замкнутую металлическую оболочку, состоящую из отдельных конструктивных элементов, таких как:

- силовые элементы;
- ограждающая оболочка;
- светопрозрачные конструкции;
- теплоизоляционные материалы;
- материалы внутренней обшивки
- декоративные, облицовочные материалы.



Рис. 1 – Кабина Камаз-5321

Общая площадь поверхностей применительно в кабине Камаз 5321 составляет 24 м<sup>2</sup>, остекление 2,47 м<sup>2</sup>, ограждающая оболочка 1,17 м<sup>2</sup>.

Как видно из рис. 2 тепловой поток будет пересекать несколько слоев материалов, имеющие различные показатели теплопроводности, а именно слой наружной металлической обшивки толщиной 1,5 мм, утеплитель толщиной 10 мм, обшивочный материал 3,5 мм, облицовочная панель 1 мм.

Для определения показателей тепловой эффективности ограждающих конструкций воспользуемся методами конечных элементов современного инженерного пакета ELCUT, принцип работы которого основан на методе конечных элементов [3].

Методика исследований тепловой эффективности ограждающей конструкции использовалась согласно [4].

Расчет удельных потерь теплоты через элементы ограждающей конструкции содержит схему распределения температурных полей, величины рабочих температур и потоков теплоты через рассматриваемую ограждающую конструкцию. Поскольку для водителя кабина или спальное место на время его пребывания внутри является в определенной степени «зданием», для определения показателей теплозащиты производился теплотехнический расчет по требованиям СП 50.13330.2012 [5].

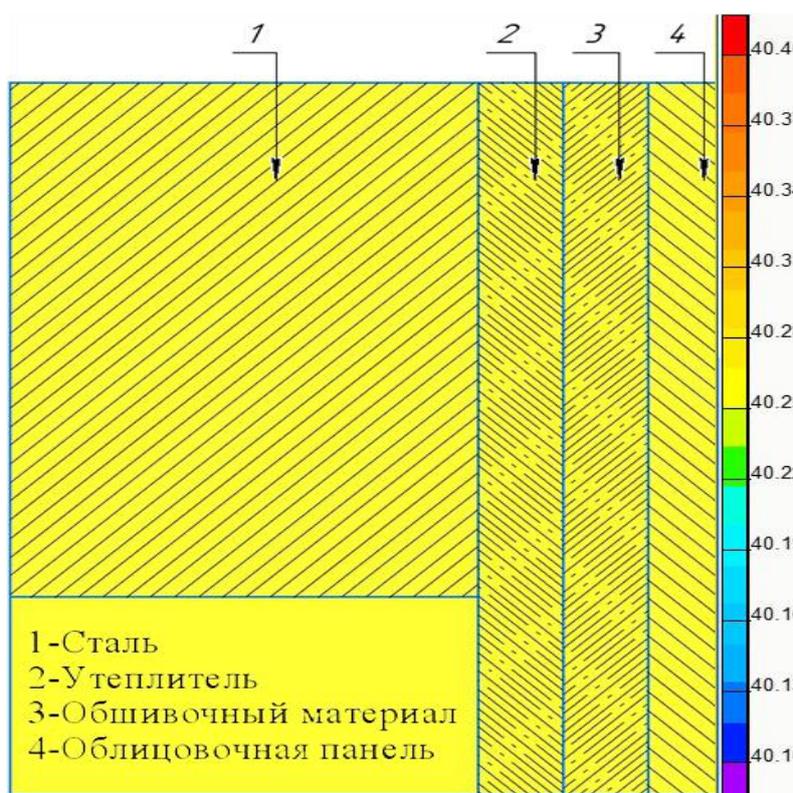


Рис. 2 - Разрез несущей оболочки спального места водителя.

В программе ELCUT определялся тепловой поток через определенное сечение при помощи тепловых полей.

Были установлены следующие граничные условия:

1. Температура наружная -30 С°

## 2. Внутренняя +20 С°

Объектом моделирования выступал фрагмент ограждающей конструкции, в виде светопрозрачной конструкции (остекление кабины), вектор теплового излучения был направлен перпендикулярно к поверхности конструкции (рис. 3). В первом варианте – это одинарное остекление с толщиной стекла 5 мм. Во втором варианте – это двойной стеклопакет с воздушной прослойкой толщиной 20 мм.

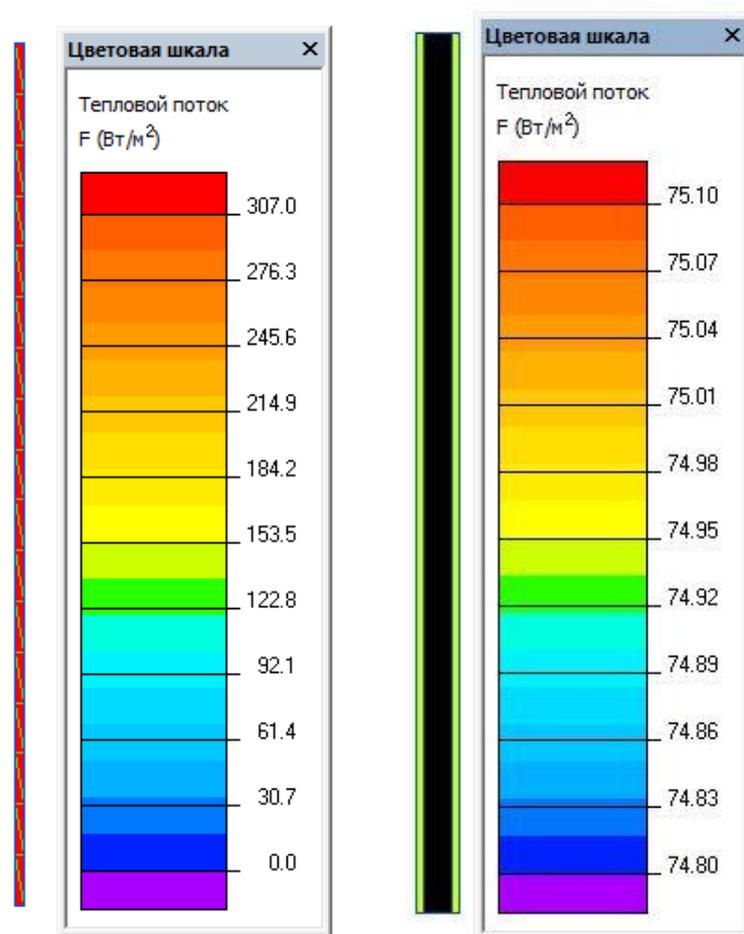


Рис 3 - Фрагмент моделирования светопрозрачной ограждающей конструкции (слева одинарное остекление, справа двойное с прослойкой воздуха).

Показатели плотности, теплопроводности материалов представлены в таблице 1 [6].

### Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены расчеты удельных потерь теплоты и полученные величины сопротивления теплопередачи.

Полученные величины коэффициента теплопроводности несущей оболочки спального места водителя, и фрагмент ограждающей конструкции составляют 40,2 и 309,6 (Вт/м²). Показатели теплопроводности зависят от условий утепления дополнительным материалом несущей оболочки. В целом можно сказать, что тепловые потери через светопрозрачные конструкции одинарного исполнения весьма значительны.

Таблица 1

## Характеристики материалов

Материал	Объемный вес кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности Вт/(м <sup>0</sup> С)
Сталь	7850	45,4
Утеплитель	200	0,031
Обшивочный материал	220	0,038
Облицовочная панель	850	0,1
Стекло	2200	1
Воздух	-	0,03

Максимальная величина тепловых потерь происходит через остекление и составляет для одинарного остекления 307 (Вт/м<sup>2</sup>). В случае применения стеклопакета величина теплового потока составляет 74,95 (Вт/м<sup>2</sup>).

### Заключение

При моделировании конструкции ограждающей оболочки спального места грузового автомобиля было установлено, что требования СП 50.13330.2012 не всегда соответствуют теплотехническим показателям реальной конструкции. Программы моделирования позволяют с достаточной точностью аналитическим путем определить показатели тепловой эффективности ограждающей оболочки по отдельным ее составляющим.

Изучение влияния отдельных конструктивных элементов на показатели тепловой эффективности ограждающей оболочки спального места грузового автомобиля, позволяет сделать вывод о том, что самым высоко проводимыми элементами является сталь, которая имеет коэффициент теплопроводности 45,4 (Вт/м<sup>0</sup>С) и стекло имеющее коэффициент 1, следовательно, эти две составляющие служат главным источником тепловых потерь. Утеплитель и обшивочный материал обладают коэффициентом 0,031 и 0,038 (Вт/м<sup>0</sup>С), теплотери у данных материалов значительно меньше, облицовочная панель имеет коэффициент 0,1 (Вт/м<sup>0</sup>С). Применение двойного остекления позволяет снизить тепловой поток с 307 до 74,95 (Вт/м<sup>2</sup>). При площади остекления 2,47 м<sup>2</sup> тепловая мощность необходимая для обеспечения микроклимата спального места составляет 763 Вт. При применение двойного остекления эта величина снижается до 187 Вт. Полученные величины увеличения тепловой эффективности послужат экономии топлива при обогреве салона, и сохранению тепла на более длительное время, что в последствии улучшит комфорт пребывания в кабине.

### Список литературы

1. [Электронный ресурс] Основные направления перевозки зерновых грузов, лесных грузов, строительных грузов  
URL:[https://vuzlit.ru/998525/osnovnye\\_napravleniya\\_perevozki\\_zernovyh\\_gruzov\\_1\\_esnyh\\_gruzov\\_stroitelnyh\\_gruzov](https://vuzlit.ru/998525/osnovnye_napravleniya_perevozki_zernovyh_gruzov_1_esnyh_gruzov_stroitelnyh_gruzov)

2. [Электронный ресурс] ГОСТ 97340-61 URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294747/4294747312.pdf>
3. ELCUT. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Руководство пользователя.– СПб.: ПК ТОР, 2009. – 339 с.
4. Исследование тепловой эффективности древесно-цементных композитов/ С.Н. Долматов, П.Г. Колесников// Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. 39, № 4. С. 224–231
5. СП 50.13330-2012. Тепловая защита зданий. Минрегионразвития РФ. – Введ 07.01.2013.- М., 2012. – 97 с
6. [Электронный ресурс] URL: <https://odstroy.ru/teploprovodnost-uteplitelej-paznascenie-tablica-kriterii-vybora/>- Коэффициент теплопроводности строительных материалов – таблицы.
7. [Электронный ресурс] Коэффициент теплопроводности URL: <https://infradom.ru/2019/02/03/teploprovodnost-alyuminiya-i-chuguna-kak-vybrat-posudu-statya-dlya-inzhenerov/>-

**УДК 630.32**

## **ОБЗОР ПОДХОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНТЕГРИРОВАННОГО РИСКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Н.И. Черкасова, С.А. Гончаров, А.Н. Татарникова

*Рубцовский индустриальный институт, г. Рубцовск*

**Аннотация.** Приведена классификация методов анализа техногенного риска. Рассмотрена процедура оценки, прогнозирования и управления интегрированного риска. Рассмотрены методы анализов риска потребителей.

**Ключевые слова:** методы анализа интегрированного риска, метод моделирования процессов в техносфере, детерминистический метод, вероятностный метод, статистический метод, экспертный метод, система управления рисками, теория нечётких множеств, расчёт надёжности конструкции, оценка риска, системы электроснабжения.

## **OVERVIEW OF APPROACHES FOR INTEGRATED RISK ANALYSIS OF CONSUMER POWER SUPPLY SYSTEMS**

N.I. Cherkasov, S.A. Goncharov, A.N. Tatarnikova

*Rubtsovsk Industrial Institute, Rubtsovsk*

**Annotation.** The classification of methods for the analysis of technogenic risk is presented. The procedure for assessment, forecasting and management of integrated risk is considered. Methods of consumer risk analysis are considered.

**Key words:** methods of analysis of integrated risk, method of modeling processes in the technosphere, deterministic method, probabilistic method, statistical method, expert method, risk management system, theory of fuzzy sets, design reliability calculation, risk assessment, power supply systems.

Рассмотрев причины сформировавшейся сложной техногенной обстановки в России главной причиной принято считать критический износ основных фондов объектов энергетики, что в принципе не вызывает сомнений. Вместе с тем скрытой остаётся проблема научно-методического обеспечения опасных

производственных объектов (в том числе систем электроснабжения потребителей) [1].

Основная особенность формализации и моделирования возникновения происшествий в человеко-машинных системах вообще и в системах электроснабжения в частности состоит в представлении происшедшего в виде совокупности элементов и связей между ними. При системном исследовании конкретных фрагментов техносферы наибольшую перспективность имеют не модели условий обеспечения их безопасности, а модели возникновения там происшествий, изображающие данный процесс как последовательность случайных событий [2], которые приводят к возникновению и развитию их причинной цепи. Выбор метода (из большого многообразия методов моделирования процессов в техносфере, определяется в каждом конкретном случае, исходя из их достоинств и недостатков, цели исследования, природы рассматриваемого объекта (процесса), а также с учетом имеющихся исходных данных.

В соответствии с [3], ниже приведена таблица методов анализа интегрированного риска СЭСП и электроустановки в целом (таблица 1).

Сделаем вывод: приведенные методы не могут быть универсальными, каждый из них имеет свои недостатки и область применения.

Например, применение детерминистического метода для расчёта надёжности конструкции выключателя 10 кВ ограничено простыми объектами без учёта человеческого фактора. Он не позволяет учесть разнообразие возникновения и развития нештатных режимов работы электроустановки и построить адекватные математические модели.

Для применения статистического метода количественной оценки риска, требуется значительный объём данных, которые необходимо иметь. Формирование временных рядов может привести к формированию выборок с неоднородными данными (существует случайный разброс по годам, меняются условия опасности и т.д.), что даёт высокую статистическую погрешность и не обеспечивает требуемую точность оценки риска.

Вероятностный метод основан на оценке вероятности возникновения опасного события, так и расчет ущербов от них. В основе вероятностного метода анализа риска ЭУ должны лежать математические модели (построение деревьев событий и исходов), устанавливающие закономерности перерастания инициирующих случайных событий в головное событие (авария, электротравма, пожар).

Экспертный метод оценки риска ЭУ может быть использован при анализе сложных человеко-машинных систем в условиях неопределённости, когда отсутствуют не только статистические данные по редким опасным событиям, но и математические модели из-за чрезвычайной сложности их формализации.

Недостатком метода является принципиальная невозможность систематического накопления знаний экспертов для решения конкретных задач в области обеспечения техногенной безопасности СЭСП и отсутствие

инструментальных средств, позволяющих извлекать новые знания из накапливаемых данных в ходе решения задач.

Таблица 1

Методы анализа рисков электроустановок

Название метода	Характеристика	Рекомендуемый математический аппарат
Детерминистический	Метод предполагает использование (описание) известных физических процессов, протекающих в электроустановках, и применение классических методов анализа и синтеза электрических цепей и электромагнитного поля. Предусматривается рассмотрение последовательности этапов развития техногенной опасности, начиная от исходного события старения и износа до установившегося конечного состояния – отказа ЭУ	Математический анализ (дифференциальные уравнения в частных производных). Теория надёжности. Теория прогноза. Метод реализуется на базе фундаментальных законов физики, химии и механики
Статистический	Основан на использовании достаточно больших объёмов исходных данных при минимальном числе допущений. Статистическая информация может быть получена путём проведения модельных и стендовых испытаний, экспериментальных и натурных исследований. Выборка наблюдений должна соотноситься с оцениваемой априорной вероятностью	Временные ряды. Корреляционный и регрессионный анализ. Пуассоновские распределения
Вероятностный	Основан на оценке частот событий или их вероятностей (в случае редких событий, например, электротравма с летальным исходом, а также распределений возникших ущербов и потерь). Используются математические модели, описывающие цепочки инициирующих событий, приводящих к техногенным угрозам.	Теория вероятностей. Теория статистических решений. Теория катастроф
Экспертный	В основе метода лежит оценка риска СЭС при отсутствии статистической модели. Метод может быть реализован с помощью визуализации риска и представления его в виде качественных лингвистических переменных, либо с привлечением высококвалифицированных специалистов (экспертов)	Имитационное моделирование. Аппарат нечёткой логики. Теория экспертных систем. Теория принятия решений в условиях неопределённости

Математический аппарат теории нечётких множеств позволяет уйти от проблемы статистической неоднородности. Недостаток многих современных подходов к оценке техногенных рисков кроется в использовании только количественных показателей, которые не позволяют учитывать так называемые "мягкие факторы" [4, 5]. Эти факторы появляются на ранней стадии изменения качества функционирования системы СЭС при формировании иницирующих событий и не поддаются количественному описанию.

Методы, основанные на нечётких множествах, позволяют практически использовать информацию, имеющую неполный, неточный и неколичественный характер. Эти методы отличаются большим многообразием, основанным на различных подходах к оценке риска (лингвистические, точечные, интервальные, нечёткие). Недостатком нечёткой логики остаётся отсутствие обоснованных алгоритмов для построения функций принадлежности.

Интеллектуальный подход к принятию решений осуществляется на основе знаний, заложенных в экспертных системах. Экспертные системы в сущности моделируют поведение эксперта при принятии решения в конкретной предметной области. Базы данных и знаний и соответствующие им модели представляются в форме и выводе, понятных лицу, принимающему решение. База знаний представляет собой сведения, факты и правила, заранее структурированные и интерпретированные. Характерным для экспертных систем является применение аппарата нечётких множеств.

Таким образом, одним из основных элементов в системе управления рисками является выбор научно обоснованного метода их оценки [6, 7]. Можно выделить, как отмечалось, различные группы методов оценки рисков (статистические, экспертные, модельные и др.), для каждой из которых разработаны разнообразные приемы и методики их применения [8]. Имеются компьютерные системы в области моделирования экологических загрязнений, рисков аварий и катастроф. Вместе с тем, необходим единый методологический подход, предполагающий комплексный учет возможных способов оценки техногенных рисков в электроустановках. Такая методология для получения комплексной оценки риска в настоящее время отсутствует. В значительной степени это объясняется различными трактовками понятия риска: одна – определяет риск как вероятность появления опасного события; вторая – трактует риск как ущерб, который может нанести возможное опасное событие; в третьей – риск рассматривается как двухпараметрическая величина, включающая в себя вероятность наступления опасного случайного события и величину связанных с ним потерь. Эти параметры описываются как числовыми оценками (математическим ожиданием, дисперсией), так и законами распределения вероятностей. Двухпараметрический подход может применяться для оценки и формирования адекватных прогнозов при известных статистических данных, например, относящихся к количеству электротравм или пожаров и величинам их ущербов. В этом случае, используя статистический материал, строят гистограммы, функции распределения и

плотности распределения случайной величины ущерба. Тогда результат обработки статистических данных можно представить в виде случайной величины

$$M(\tau) = M_0(\tau/N), \quad (1)$$

где  $\tau$  – некоторое элементарное событие в соответствующем вероятностном пространстве,  $N$  – заданный статистический ряд.

Величина ожидаемого ущерба за конкретный срок от электротравматизма и пожаров определяется как

$$M_\tau[Y] = P(\tau) \sum_{j=1}^n \frac{Y_j}{n}. \quad (2)$$

При отсутствии статистических данных (в условиях неопределенности) для оценки рисков могут быть использованы экспертный метод и лингвистические оценки.

Широкое применение алгоритма экспертного метода позволяет судить о том, что результаты экспертных оценок рассматриваются в виде случайных величин. Допустим, что каждый эксперт задает значение возможного ущерба с указанием вероятности реализации этого значения. С учетом  $N$  экспертов в конечном итоге получаем распределение дискретной случайной величины. Таким образом, в результате проведения этой процедуры имеем совокупность случайных величин, значения которых отражают точку зрения группы экспертов относительно прогноза рассматриваемой величины

$$M(\tau) = \sum_{j=1}^N M_j \left( \frac{\tau}{S_j} \right), \quad j = 1 \dots N, \quad (3)$$

где  $S_j$  – информация, которую получил эксперт с соответствующим номером  $j$ .

Метод экспертных оценок при отсутствии достоверных статистических данных удобно сочетается с использованием так называемых базовых лингвистических оценок, которые позволяют в трехмерном векторном пространстве получить интегральную оценку техногенного риска электроустановок.

В таблице 2 приведена шкала базовых оценок компонентов риска в электроустановках, выраженных в лингвистическом и численном виде.

Здесь опасное событие и его составляющие разбиты по величине вероятности и тяжести последствий риска на пять рангов с недопустимо высоким (5), высоким (4), промежуточным (3), низким (2) и ничтожным уровнем риска (1). Соответствующим рангам присвоены числовые и бальные значения. Вероятность события для электроустановок может быть определена следующими значениями: «маловероятно» ( $\leq 0,0009$ ); «умеренно возможно» (0,001 до 0,005); «практически возможно» (от 0,005 до 0,01); «вполне возможно» (от 0,01 до 0,10); «наиболее возможно» (более 0,11).

Рассмотренный подход качественного анализа позволяет высокий уровень риска (баллы 5, 4) считать недопустимым, требующим отключения объекта и выведения его из эксплуатации; промежуточный уровень риска (балл 3) требует проведения организационно-технических мероприятий по снижению его

уровня; низкий ранг (балл 2) квалифицировать как приемлемый, а ничтожным риском (балл 1) можно пренебречь.

Таблица 2

Шкала базовых оценок компонентов риска

Вероятность события	Длительность ОТС	Последствия ОТС (ущерб)	Численное значение	Балл (уровень риска)
Наиболее возможно (частый отказ)	Очень длительно	Очень высокий	0,9	5
Вполне возможно (вероятный отказ)	Длительно	Высокий	0,7	4
Практически возможно (возможный отказ)	Умеренно длительно	Средний	0,5	3
Умеренно возможно (возможный отказ)	Быстро	Низкий	0,3	2
Маловероятно, но возможно (практически невероятный отказ)	Очень быстро	Очень низкий	0,1	1

#### Список литературы

1. Черкасова Н.И. Основные подходы к анализу интегрированного риска человеко-машинных систем /Н.И. Черкасова, А.Ф. Костюков // Ползуновский вестник. 2014. № 4-1. С. 86-92.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере /П.Г. Белов. – М.: Академия, 2003. – 512 с.
3. РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (утв. пост. Госгортехнадзора России от 10.07.01 №30).
4. Кофман А Введение в теорию нечётких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
5. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров Н.П. Принятие решений на основе нечётких моделей. Примеры использования. – Рига, 1990.
6. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерной безопасности. – Киев: КМУГА, 1997. - 426 с.
7. Черкасова Н.И. Теоретическое обоснование системы учета, оценки, анализа, прогнозирования интегрального риска электроустановок/ Н.И. Черкасова, О.К. Никольский, П.И. Семичевский//«Энерго и ресурсосбережение – XXI век». Материалы XI международной научно-практической конференции. - Орёл: Госуниверситет – УНПК, 2013. С. 29-37.
8. Прочность, ресурс, живучесть и безопасность машин / Отв. ред. Н.А. Махутов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2008. – 576 с.

**СЕКЦИЯ 6. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**  
**Председатель секции: кандидат технических наук, доцент кафедры**  
**«Наземные транспортные системы» Чернецкая Наталья Анатольевна**

**УДК 504.4.054+504.06**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**  
**РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНЩИНЫ**

**Е.И. Верех-Белоусова**

*«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»*

**Аннотация.** В статье проанализировано экологическое состояние реки Северский Донец по гидрохимическим характеристикам. Наблюдается устойчивая тенденция ухудшения качества поверхностных вод бассейнов рек Донбасса, особенно реки Северский Донец и ее притоков. Представлены данные комплексного физико-химического анализа воды. Показано, что превышены санитарные нормы по жесткости, щелочности и сухому остатку, нитратам, сульфатам и магнию, что не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Предложены мероприятия по улучшению состояния реки Северский Донец.

**Ключевые слова:** поверхностные воды, Северский Донец, загрязнение, сброс, сточные воды, мониторинг, анализ воды.

**RESEARCH OF HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEVERSKY**  
**DONETS RIVER ON THE LUGANSK REGION**

**E.I. Verekh-Belousova**

*Lugansk Vladimir Dahl State University*

**Annotation.** In the article analyzes the ecological condition of the Seversky Donets River according to its hydrochemical characteristics. There is a steady trend of deterioration in the quality of surface waters of the Donbass river basins, especially the Seversky Donets River and its tributaries. The data of the complex physicochemical analysis of water are presented. It is shown that the sanitary standards for hardness, alkalinity and dry residue, nitrates, sulfates and magnesium are exceeded, which does not correspond to sanitary and hygienic standards. Measures are proposed to improve the condition of the Seversky Donets River.

**Keywords.** surface waters, Seversky Donets River, pollution, discharge, waste water, monitoring, water analysis.

Водные ресурсы играют жизненно важную роль в развитии народного хозяйства любой страны и существовании общества. Однако необходимо помнить, что в настоящее время промышленное использование водных ресурсов намного превышает процесс их восстановления в биосфере.

Несбалансированная хозяйственная деятельность, привлечение на производственные потребности значительных объемов водных ресурсов и их загрязнение, стоки с сельскохозяйственных угодий и урбанизированных территорий, а также искусственное изменение естественного режима водных объектов привели к почти полной потере способности водных систем к самоочищению. Как свидетельствуют статистические данные [1, 2], наблюдается устойчивая тенденция ухудшения качества поверхностных вод бассейнов рек Донбасса, особенно реки Северский Донец и ее притоков.

Луганщина в бассейне Северского Донца является наиболее промышленно и селитебно нагруженной территорией. В регионе остро стоит проблема

нехватки водных ресурсов. Территория бассейнов рек в пределах Луганского региона несет большую антропогенную нагрузку. Развитие хозяйственного комплекса в бассейне реки Северский Донец и его притоков без учета экологических и экономических последствий привело к крайне деформированной хозяйственной структуре промышленности с преимуществом отраслей (добывающая и металлургическая), которые нуждаются в огромном количестве воды и которые наиболее негативно влияют на окружающую среду. В связи с этим техногенная нагрузка на окружающую среду постоянно растет, что приводит к ухудшению состояния и качества природных ресурсов и, как результат – здоровья населения.

Наиболее интенсивное загрязнение поверхностных вод на территории Луганщины имеет место в Свердловско-Ровеньковском и Краснолучско-Антрацитовском промышленных регионах, а также в г. Луганске.

Поэтому обеспечение населения и производства качественной водой в необходимом количестве, а также охрана водных объектов от загрязнения относятся к числу приоритетных задач.

Эффективное планирование и реализация мероприятий по охране водных ресурсов должны базироваться на точных и достоверных данных о текущем экологическом состоянии поверхностных вод бассейнов рек и параметров техногенных факторов влияния на них. Традиционно такие данные получают методами регулярных исследований путем отбора и аналитического анализа проб воды. В настоящий момент наблюдается сокращение количества пунктов наблюдения по качеству поверхностных вод, потому при решении практических задач и поддержки решений, связанных с управлением экологической безопасностью поверхностных вод целесообразно увеличивать количество мест наблюдений, а также по возможности, использовать геоинформационные технологии и методы дистанционного зондирования.

Цель работы – исследование гидрохимических характеристик воды в реке Северский Донец и оценка ее качества.

Основным источником пресной воды в Луганщине является река Северский Донец с притоками и расположенные в ее бассейне озера. Бассейн Северского Донца – это урбанизированный регион с высокой плотностью населения и мощной промышленностью и интенсивным сельским хозяйством. Все реки, впадающие в Северский Донец, имеют значительную площадь водосбора – 24643 км<sup>2</sup> [2]. Правые притоки Северского Донца (Лугань, Луганчик, Ольховая, большая Каменка, Кундрючья) расположены в индустриальной части Луганщины и является основными источниками водоснабжения промышленных предприятий и шахт. Например, только в малые реки Луганщины – притоки Северского Донца – ежегодно поступает около 1,5 млн. тонн солей, что привело к обмелению рек за последние годы на один метр [3].

Северский Донец — самая крупная река Донбасса и наиболее крупный приток Дона. Впадает в Дон в 218 км от его устья на высоте 5,5 м над уровнем моря. Общая протяжённость реки составляет 1053 км, площадь бассейна 98 900 км<sup>2</sup>, средний годовой расход при впадении в Дон 200 м<sup>3</sup>/сек. Северский Донец

берёт начало на Среднерусской возвышенности, около с. Подольхи в Прохоровском районе. Питание Северского Донца преимущественно снеговое, поэтому расход воды в течение года неравномерен. Ширина русла в основном колеблется от 30 до 70 м, иногда достигая 100-200 м, а в зоне водохранилищ — 4 км. Дно русла преимущественно песчаное, неровное, с колебанием глубины от 0,3 м на перекатах до 10 м на плёсах. На формирование величины речного стока значительное влияние оказывают протяжность реки и размеры ее водосбора, а также климатические условия, которые обуславливают поступление воды на поверхность речного бассейна в виде атмосферных осадков. В связи с этим величины речного стока поддаются существенным сезонным колебаниям [2, 4].

Современное состояние поверхностных водоемов региона характеризуется антропогенной нагрузкой субъектов ведения хозяйства. В среднем свыше 100,0 млн. м<sup>3</sup> недостаточно очищенных стоков ежегодно поступает в водные объекты региона. Причиной неудовлетворительной работы очистных сооружений является физическое и моральное устаревание оборудования, несвоевременное проведение текущих и капитальных ремонтов. Наибольший объем загрязненных сточных вод сбрасывается промышленными предприятиями (главным образом шахтами) и предприятиями жилищно-коммунального хозяйства.

Значительное влияние на формирование качества поверхностных вод осуществляют воды шахтного водоотлива (объемы сброса обратных (сточных) вод составляет в среднем 61,8% от общего по Луганщине) [5].

Количество выпусков промышленных сточных вод за последние 7 лет уменьшилось на 7 (10,3 %) и составило 61. Из них не отвечают санитарным требованиям 30 (49,2%). Уменьшение выпусков промышленных сточных вод объясняется подключением водовыпусков к системам централизованной канализации.

Наиболее техногенно нагруженными притоками Северского Донца являются реки: Лугань, Белая и Большая Каменка.

Со стоком р. Лугань в р. Северский Донец поступает основное количество загрязняющих веществ от 30 до 60 %, которые формируют качество воды в р. Северский Донец на территории Луганщины [6].

В бассейн р. Северский Донец с возвратными водами от производственно-хозяйственной деятельности сброшено загрязняющих веществ: БПК<sub>5</sub> – 1,969 тыс. т, сухого остатка – 351,2 тыс. т, фосфатов – 436,3 тонн, нефтепродуктов – 12,48 т, азота аммонийного – 0,344 тыс. т, взвешенных веществ – 8,76 тыс. т, СПАВ – 68,34 т, нитратов – 12,44 тыс. т, нитритов – 0,304 тыс. т, а также специфических загрязняющих веществ, которые сбрасываются промышленными предприятиями, железа – 136,2 т, меди – 2,178 т, цинка – 10,44 т, хрома (VI) – 1,289 т, фенолов – 0,516 т.

В целом ухудшение качества поверхностных вод предопределено такими факторами:

- в ряде городов очистительные сооружения морально и физически устарели, а в городах Кировск, Брянка, Антрацит, р-н Малой Вергунки и др. полностью или частично разрушены. В регионе существуют очистные сооружения, которые эксплуатируются с 1940 года (например, г. Новодружеск);

- в связи со снижением производства и закрытием ряда шахт в угольной промышленности, уменьшился объем шахтного водоотлива, в результате чего в ряде шахт проектная мощность очистительных сооружений значительно превышает фактическое поступление шахтных вод. Высоко минерализованные шахтные воды поступают к очистным сооружениям механической и физико-химической очистки, в результате которой снижается лишь содержание зависших веществ. Вследствие этого практически весь объем сброса шахтных вод – 144,16 млн. м<sup>3</sup> (74,5 %) отнесен к категории недостаточно очищенных по минеральному составу [3-5].

Для оценки качественного состояния водных объектов в Луганщине ведется государственный мониторинг поверхностных вод, который создает фонд достоверной, полной, точной и своевременной информации, характеризующей процессы взаимодействия водных экологических систем. В основе организации и проведения контроля лежат следующие принципы: комплексность и систематичность наблюдений, согласованность сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями, определение показателей качества воды едиными методами [7, 8].

Нами проведена оценка состояния рек Северский Донец и Большая Каменка по результатам наблюдений, которые осуществлялись с 2018 по 2020 гг. Общий отбор проб на анализ качественного состава поверхностных вод проводился на:

- реке Северский Донец (с. Поповка);
- реке Большая Каменка (с. Верхняя Герасимовка).

При прохождении по Луганской области Северский Донец получает дополнительное загрязнение по кальцию (с 0,71 до 0,92 ПДК), магнию и сухому остатку (с 1,05 до 1,12 и 1,17 ПДК соответственно), БПК<sub>5</sub> (с 1,28 до 1,37 ПДК), азоту аммонийному (с 0,51 до 0,71 ПДК) и хрому (VI) (с 1,5 до 4,3 ПДК). Среднегодовые показатели содержания загрязняющих веществ, рассчитанные по данным субъектов мониторинга свидетельствуют, что общая минерализация (сухой остаток) составляет 1,01 ПДК, содержание нитритов и железа составляет 1 ПДК, содержание сульфатов – 3,17 ПДК, магния – 1,12 ПДК, меди – 3 ПДК, хром (VI<sup>+</sup>) – 1 ПДК. На выходе из области наблюдается дополнительное загрязнение и ухудшение качества воды с превышением соответствующих ПДК по общей минерализации 1,125 ПДК, меди (III) 3 ПДК, хрому (VI<sup>+</sup>) 2 ПДК, марганца 4 (IV) ПДК. Все остальные показатели находятся в пределах соответствующих ПДК, кроме фенолов.

Исследованные физико-химические показатели представлены для Северского Донца в таблице 1.

Таблица 1

Данные физико-химического анализа воды в реке Северский Донец  
в сравнении ПДК

№ п/п	Показатель	Фактическое содержание	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>
1	Ph	8,14 мг/дм <sup>3</sup>	6-9 мг/дм <sup>3</sup>
2	Окисляемость	6,96 мг/дм <sup>3</sup>	Не более 10 мг/дм <sup>3</sup>
3	БПК <sub>4</sub>	3,15 мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	4 мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>
4	ХПК	26,1 мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	30 мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>
5	Растворенный кислород	9,10 мг О <sub>2</sub> / дм <sup>3</sup>	Не менее 4 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
6	Щелочность	4,8 мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,5-6,5 мг-экв/дм <sup>3</sup>
7	Жесткость	12,4 мг-экв/дм <sup>3</sup>	7 мг-экв/дм <sup>3</sup>
8	Сухой остаток	1174 мг/дм <sup>3</sup>	1000 мг/дм <sup>3</sup>

Результаты показывают, что были превышены санитарные нормы по жесткости 12,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, щелочности и сухому остатку 1174 мг/дм<sup>3</sup>. А такие показатели как рН, окисляемость, БПК, ХПК и растворенный кислород остаются в норме. Превышение показателя жесткости является типичной картиной природных и подземных вод Луганщины. Это связано с тем, что подстилающими породами русел рек Донбасса являются залежи известняков, доломита и гипса. А также показатели жесткости растут и в результате протекания микробиологических процессов в почвах на площади водосбора. Черноземы Луганщины богаты ионами кальция и магния.

Превышение по щелочности связано с тем, что подстилающими породами русел рек Донбасса являются залежи известняков и немалое влияние на превышение щелочности оказывают шахтные воды.

В трансграничном створе реки Северский Донец в с. Поповка по сравнению с другими годами в целом уменьшилось содержание марганца с 0,05 до 0,03 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатов от 409,8 до 392,2 мг/дм<sup>3</sup>, меди от 0,003 до 0,0025 мг/дм<sup>3</sup>, никеля от 0,008 до 0,006 мг/дм<sup>3</sup>, нитратов от 8,0 до 7,0 мг/дм<sup>3</sup>, незначительно по хрому (VI<sup>+</sup>), что привело к изменению класса качества воды с четвертого – «загрязненная» на третий – «умеренно-загрязненная». На рисунке 1 представлено сравнение фактического содержания химических веществ в пробах воды р. Северский Донец с ПДК.

Как видно из полученных данных, фактическое содержание нитратов превышает ПДК в 6,7 раза, а по магнию наблюдается превышение ПДК в 12,05 раза, что совершенно не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Превышение содержания нитратов в пробах воды можно охарактеризовать тем, что основными источниками сброса сточных вод в последние 7 лет выступают сельское хозяйство и жилищно-коммунальное. Особенно сильно влияют на картину содержания нитратов стоки с сельхозугодий исследуемой территории.

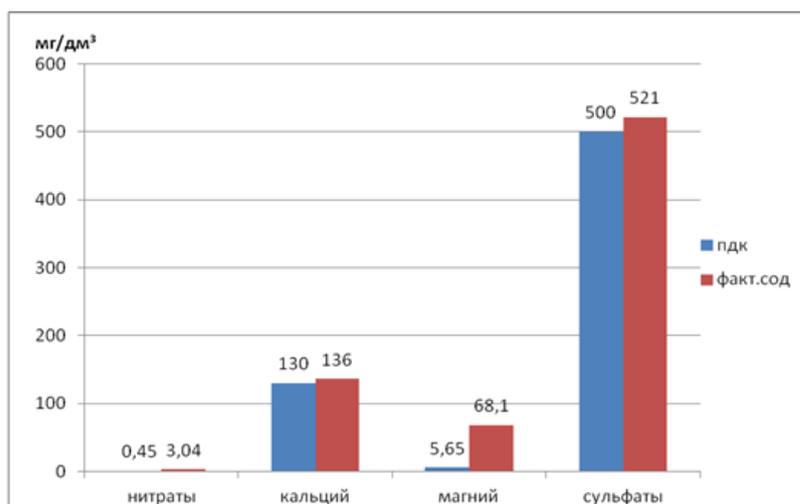


Рис.1 – Сравнение фактического содержания химических веществ в поверхностных водах реки Северский Донец с ПДК

Особую проблему составляет наличие в водах реки Северский Донец фенола. Повышенные показатели загрязнения по органическим соединениям в поверхностных водах бассейна р. Северский Донец и его притока – реки Лугань, согласно требований санитарных норм, объясняется стойким загрязнением вод результате точечных и диффузных источников загрязнения. Основными отраслями-загрязнителями фенолами поверхностных вод в регионе являются химическая и нефтехимическая отрасли промышленности, а также производство строительных материалов, пластика и резины.

Важно также отметить, что в Луганщине ситуация с превышением сульфатов в поверхностных и подземных водах наблюдается регулярно. Это связано с тем, что значительные объемы сульфатов поступают в водоемы и водотоки с шахтными водами и с промышленными стоками (особенно химических и металлургических предприятий). Однако основной объем сульфатов поступает с шахтными водами при окислении пирита в шахтных выработках. Когда поверхностные воды по трещинам проникают через угольный пласт и обогащаются закисным железом, то дальше, когда эти воды проходят через мелко раздробленный пиритизированный уголь в хорошо аэрируемых условиях шахты, начинается процесс быстрого окисления пирита микроорганизмами. При этом в водосборниках шахт накапливается большое количество гидроксида и сульфата железа, а в шахтных водах – растворов серной кислоты (иногда рН шахтной воды снижается до 2...1). Из-за неудовлетворительной работы очистных сооружений и морального устаревания оборудования кислые и высокоминерализованные шахтные воды поступают в притоки Северского Донца (особенно загрязнены шахтными водами его притоки – реки Белая, Лугань и Ольховая).

Концентрация сульфатов в поверхностных водах региона коррелируется относительно изменениям общей минерализации воды. Наиболее тяжелая ситуация по превышению содержания сульфатов наблюдается весной и осенью.

Важным фактором, который определяет режим изменения содержания сульфатов, являются изменение соотношений между поверхностными и подземными водами.

По мере принятия реками стоков предприятий и воды коммунальных хозяйств, увеличивается и бактериологическое загрязнение. Немало рек, впадающих в реку Северский Донец формируются за счет оборотных и сточных вод и имеют повышенные уровни микробного загрязнения. К таким водотокам относятся реки Лугань, Большая Каменка, Кундрючья, Белая, Лозовая Камышеваха и другие. Контроль бактериального загрязнения вод реки Северский Донец и его притоков в местах интенсивного питьевого, хозяйственного и культурно-бытового использования выполняют лаборатории городских и районных СЭС. Уровень загрязнения оценивается по значению индекса ЛКП. Проведенные исследования и статистические данные СЭС региона показывают, что не более 10% проб не отвечают санитарно-гигиеническим нормативам (число лактозоположительных кишечных палочек в январе достигало уровня 20500 на 1 л, что в соответствии с санитарными нормативами соответствует умеренной степени загрязнения и третьему классу воды поверхностных источников). В большинстве проб створов первой и второй категории водных объектов возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний не обнаружено.

Однако в целом, состояние реки по сравнению с предыдущими годами почти не изменилось. Качество воды реки Северский Донец и его притоков характеризуется нестабильностью состава и свойств воды, и в значительной степени зависит от водности водных объектов, температуры наружного воздуха, количества атмосферных осадков, санитарного состояния прибрежных защитных полос и водоохраных зон.

Проведенная комплексная оценка гидрохимических показателей реки Северский Донец позволяет сделать следующие **выводы**:

1. В пробах воды превышены санитарные нормы по таким показателям, как жесткость, щелочность и сухомой остаток. Также значительно превышают ПДК нитраты, сульфаты и магний, что не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Бактериологические показатели в целом находятся в пределах установленных нормативов.

2. Улучшение состояния и показателей качества поверхностных вод региона можно достигнуть благодаря современным подходам к технологиям очистки сточных вод, внедрять инновационные природоохранные технологии, совершенствовать правовую базу в области использования и охраны водных ресурсов, осуществлять строгий государственный контроль за забором и сбросом оборотных и сточных вод, а также повышать качество экологического образования населения. Немаловажным фактором улучшения экологического состояния реки должно быть усиление взаимодействия с государственными и общественными организациями соседних государств, по территории которых протекает река Северский Донец.

3. Также необходимо создавать современные картографические модели техногенного загрязнения реки и ее притоков, что позволит принимать эффективные управленческие решения в случае возможного ухудшения экологической ситуации в бассейнах рек.

Только достигнув единства всех предложенных мероприятий можно надеяться на улучшение существующей ситуации по улучшению качества вод реки Северский Донец.

#### Список литературы

1. Аналитико-статистический подход к моделированию трансформации загрязняющих веществ в зоне смешения речной и возвратной воды / С.Л. Василенко, А.Н. Трофимчук, Е.С. Анпилова // Проблемы водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2007. – С. 35-42.

2. Луганщина – край нашей любви и надежды. По материалам годового отчета состояния окружающей среды в Луганской области в 2013 году / Под ред. А.О. Арапова. – Луганск, 2013. – 187 с.

3. Коршикова И.А. Состояние водных ресурсов Донецкой области и их диагностика // Економічний вісник Донбасу. – 2011. – № 1 (23). – С. 28.

4. Материалы «Годового отчета Госуправления экологии и природных ресурсов в Луганской области о состоянии окружающей природной среды за 2012 год» / под ред. Арапов О.А. – Луганск, 2012. – 307 с.

5. Информация о деятельности Министерства природных ресурсов и экологической безопасности Луганской Народной Республики за 2016 год (по состоянию на 27.10.2016 г). – Луганск: Министерство охраны природы и экологической безопасности ЛНР, 2016. – 36 с.

6. Удалов И.В. Гидрохимическая характеристика поверхностных и грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского геолого-промышленных районов Северо-Восточного Донбасса. / И.В. Удалов // Вісник Дніпропетровського університету. – Вып. № 15. – 2014. – С. 22-23.

7. Зубова Л.Г. Гідроекологічні проблеми Донбасу: Навчальний посібник / Л.Г. Зубова, О.Р. Зубов. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – 100 с.

8. Витрищак С.В. Эколого-гигиеническая оценка состояния водных ресурсов Луганской области / С.В. Витрищак, Е.В. Санина, Е.В. Сичанова, В.В. Гаврик, А.Е. Акберов // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2012. – Том 7. – № 3. – С. 149-152.

## СЕКЦИЯ 7. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Председатель секции: кандидат экономических наук, заведующий кафедрой «Экономика и управление» Ремизов Денис Валерьевич**

**УДК 339.5.053**

### ЭКСПОРТНО-ИМПОРТНЫЕ ОПЕРАЦИИ РФ НА РЫНКЕ МАШИНОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

О.В. Асканова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация:** В статье на основе официальных данных Федеральной таможенной службы исследуется внешнеэкономическая деятельность современной РФ на глобальном рынке машин и оборудования. Анализируя динамику экспортно-импортных операций, сальдо внешнеторгового баланса машинотехнической продукции, географию экспорта и импорта машин и оборудования автор отмечает низкий экспортный потенциал машиностроительной отрасли и высокую степень технологической уязвимости РФ, которые невозможно преодолеть без реализации системы мер, нацеленных на смену сырьевого курса развития страны.

**Ключевые слова:** машиностроение, экспорт, импорт, внешнеторговый баланс, внешнеэкономические операции.

### EXPORT AND IMPORT OPERATIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE MARKET OF ENGINEERING PRODUCTS

O.V. Askanova

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Polzunov Altai State Technical University*

**Abstract.** The article examines the foreign economic activity of the Russian Federation on the global market of machinery and equipment based on the official data of the Federal Customs Service. Analyzing the export and import operations dynamics, the foreign trade balance of mechanical engineering products, the export and import geography of machinery and equipment, the author notes the low export potential of the engineering industry and the high degree of technological vulnerability of the Russian Federation. They cannot be overcome without the implementation of a measures system aimed at changing the raw materials course of country's development.

**Keywords:** mechanical engineering, export, import, foreign trade balance, foreign economic operations

Важнейшей характеристикой современной международной торговли, определяющей уровень её прогрессивности, является удельный вес машинотехнической продукции. Объёмы и структура оборота торговли машинами и оборудованием, соотношение их входных и выходных потоков характеризуют степень экономического развития и мощь государства, определяя государственную безопасность и устойчивость инновационного развития страны. В этой связи представляется интересным исследовать роль

современной РФ на рынке машинотехнической продукции и складывающиеся в этой сфере изменения.

Для оценки внешнеэкономической деятельности современной РФ на рынке машин и оборудования воспользуемся данными групп 84-90 «Машины и оборудование» товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД) ЕАЭС. Входящие в состав этих групп виды машиностроительной продукции представлены на рисунке 1.

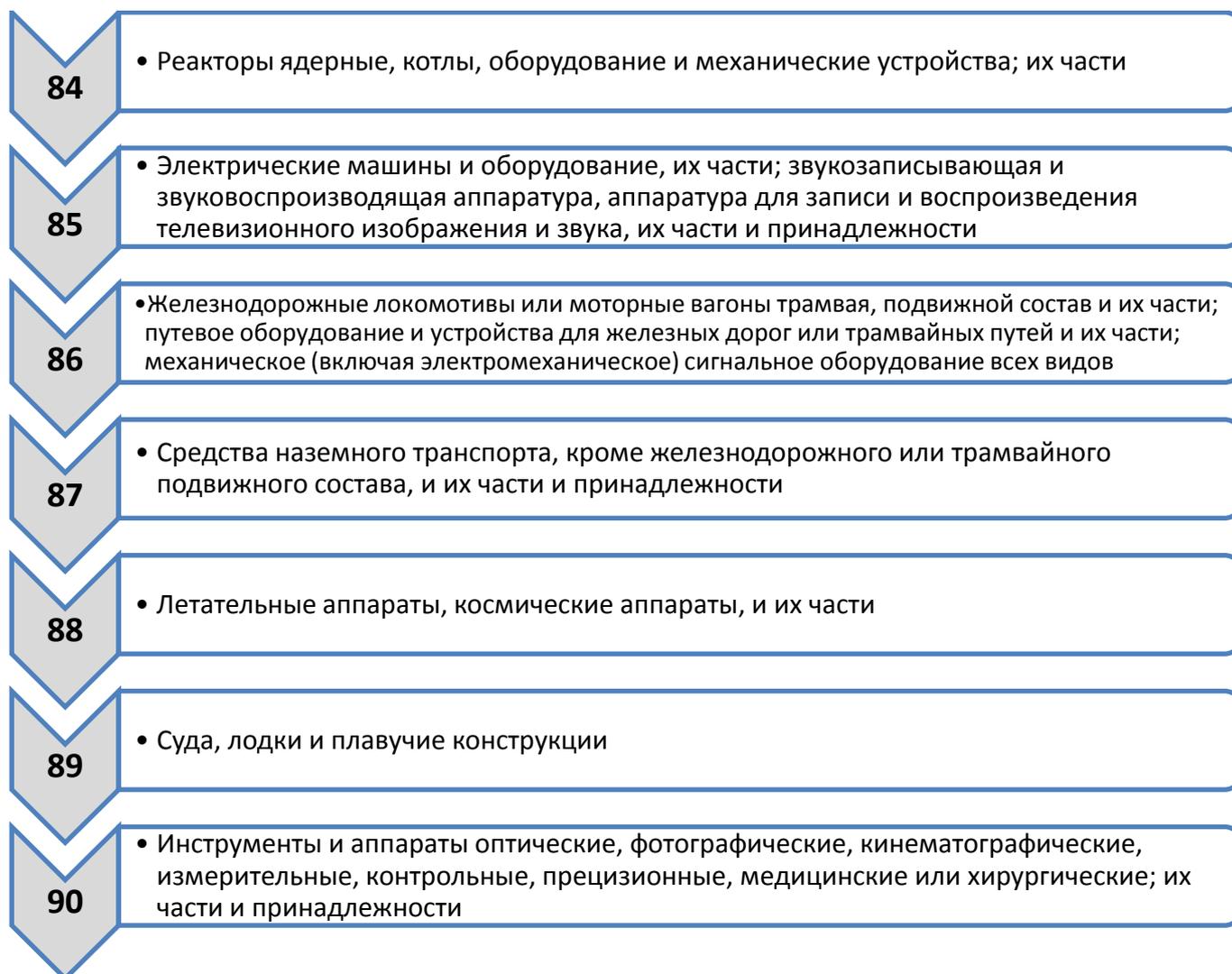


Рис. 1. Товарная номенклатура ВЭД по группам 84-90 «Машины и оборудование»

В таблице 1 представлена информация по объемам экспорта и импорта рассматриваемых групп товарной номенклатуры. Здесь и далее использованы официальные данные Федеральной таможенной службы [1].

Экспортно-импортные операции по ТН ВЭД 84-90  
«Машины и оборудование»

Год	Экспорт, млн. долл. США	Импорт, млн. долл. США
2013	28338,5	154370,7
2014	26328,8	136242,9
2015	25385,6	81800,1
2016	24293,4	86314,1
2017	28069,1	110280,8
2018	29147,0	112641,9
2019	27682,0	112544,7

Для наглядности информация о динамике общего экспорта/импорта машин и оборудования за период 2013-2019 гг. отражена на рисунке 2.

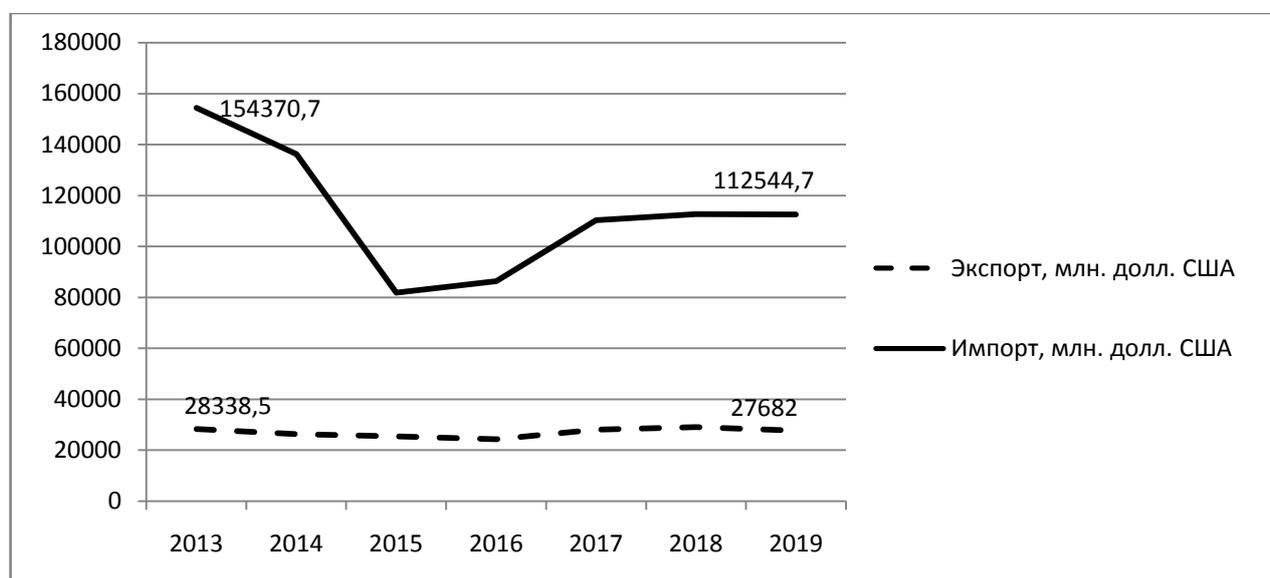


Рис. 2. Динамика объёмов экспорта/импорта машин и оборудования в РФ

Представленная информация демонстрирует существенный разрыв между объёмами экспорта и импорта машин и оборудования. При этом по импорту в течение рассматриваемого периода наблюдались существенные колебания: значительный спад в 2015-2016 гг., обусловленный внешнеполитической ситуацией с постепенным наращиванием объёмов (хотя досанкционный уровень так и не был достигнут).

Одной из важнейших характеристик современного развития мировой экономики является ускоренный рост международной торговли техноёмкими и наукоемкими товарами, в первую очередь машинами и оборудованием. Однако в России имела место отрицательная динамика по объёмам экспорта машиностроительной продукции в сравнении с базовым 2013 годом, хотя изменения носили не столь значительный характер по сравнению с импортом.

В таблице 2 приведены темпы роста объемов экспорта и импорта машин и оборудования.

В среднем за рассматриваемый период объем экспорта продукции машиностроения сокращался темпом 0,4%, а объем импорта – с темпом 5,1%. Таким образом, если объем экспорта машин и оборудования сократился в 2019 году в сравнении с базовым периодом на 2,3%, то снижение импорта составило почти 30% от уровня 2013 года.

Таблица 2

Темпы роста экспорта/импорта  
по ТН ВЭД 84-90 «Машины и оборудование», %

Год	Экспорт	Импорт
2014/2013	92,9	88,3
2015/2014	96,4	60,0
2016/2015	95,7	105,5
2017/2016	115,5	127,8
2018/2017	103,8	102,1
2019/2018	95,0	99,9
<b>2019/2013</b>	<b>97,7</b>	<b>72,9</b>
<b>Среднегодовой</b>	<b>99,6</b>	<b>94,9</b>

Структура экспорта/импорта машин и оборудования в разрезе ближнего и дальнего зарубежья показана в таблице 3.

Таблица 3

Структура экспорта/импорта  
по ТН ВЭД 84-90 «Машины и оборудование», %

Год	Экспорт		Импорт	
	Дальнее зарубежье	СНГ	Дальнее зарубежье	СНГ
2013	57,7	42,3	90,9	9,1
2014	60,8	39,2	94,1	5,9
2015	71,1	28,9	94,9	5,1
2016	74,3	25,7	94,8	5,2
2017	70,6	29,4	95,1	4,9
2018	66,3	33,7	95,2	4,8
2019	61,6	38,4	95,0	5,0

На страны СНГ в разные годы приходилось от 25 до 40% экспортируемых Россией машин и оборудования. Если рассматривать для сравнения общий объем экспортных операций РФ, то на страны СНГ за аналогичный период приходилась гораздо меньшая доля (от 12 до 14%). Это говорит о слабой востребованности отечественной продукции машиностроения со стороны стран Дальнего зарубежья.

Напротив, в структуре импорта машин и оборудования преобладали страны Дальнего зарубежья, доля которых не опускалась за весь период анализа ниже 90%.

Таким образом, в условиях существенного превышения объема импорта машин и оборудования над объемом их экспорта во все периоды имело место

отрицательное сальдо внешнеторгового баланса по данным видам продукции. В таблице 4 представлено соотношение экспорта и импорта в каждом году анализируемого периода по всем внешнеторговым операциям и по рассматриваемым группам ТН ВЭД.

Таблица 4

Процентное соотношение экспорта и импорта РФ

Год	По всем внешнеторговым операциям	По ТН ВЭД 84-90 «Машины и оборудование»
2013	165,6	18,4
2014	173,8	19,3
2015	187,5	31,0
2016	156,6	28,1
2017	157,2	25,5
2018	187,0	25,9
2019	171,6	24,6

Гордостью современных российских властей является положительное сальдо внешнеторгового баланса, в результате превышения на 60-80% общего экспорта над импортом. Однако если рассматривать предмет этой гордости более детально, то, как минимум, возникает скепсис по этому поводу. Даже если принять факт столь существенного разрыва между вывозом и ввозом как однозначно позитивный, оптимальность структуры внешнеторговых оборотов вызывает вопросы. Как следует из представленных в таблице 5 данных, по продукции машиностроения, развитие которого определяет уровень научно-технического прогресса во всём народном хозяйстве, экспорт в течение всего анализируемого периода только на 18-31% покрывал объёмы импорта. Таким образом, Россия не является значимым участником мирового рынка машин и оборудования, по крайней мере, в качестве производителя и экспортёра. Страна имеет стабильно отрицательное сальдо в торговле машинами и оборудованием, импорт данной продукции в разы превышает экспорт. Всё это свидетельствует о критической зависимости нашей страны от импорта машин и оборудования.

Долю машин и оборудования в общем объёме экспорта и импорта можно увидеть в таблице 5.

Таблица 5

Доля машин и оборудования в общем объёме экспортных/импортных операций РФ

Год	Доля ТН ВЭД 84-90 «Машины и оборудование» в общем объёме, %	
	экспорта	импорта
2013	5,4	48,6
2014	5,3	47,6
2015	7,3	44,3
2016	8,4	47,0
2017	7,8	48,3
2018	6,5	46,8
2019	6,5	45,5

В общем объёме импорта РФ доля машин и оборудования находится в диапазоне от 45 до 49%, при этом чётко выраженной тенденции в её изменении в течение рассматриваемого периода не просматривается. Здесь следует отметить, что без импорта машин и оборудования не может обойтись ни одна страна. Развитость машиностроения любого государства определяет не отсутствие импорта машин и оборудования вообще, а превышением экспорта над импортом. СССР тоже импортировал продукцию машиностроения: доля импорта машин, оборудования и транспортных средств в последнее десятилетие существования СССР колебалась от 34 до 40%, составив наибольшее значение (44,8%) в 1990 году [2].

Индикатором высокотехнологичности современного государства является доля машин и оборудования в структуре его экспорта. Если оценивать РФ с этой позиции, то приходится признать её серьёзную технологическую отсталость. В структуре российского экспорта доля машин и оборудования в течение рассматриваемого периода, ни разу не достигнув 10%, варьировала от 5,3 до 8,4%. При этом, как отмечалось выше, до 40% экспорта машин и оборудования приходится сегодня на страны СНГ. Тенденции же изменения удельного веса машиностроительной продукции в современной мировой торговле свидетельствуют о её росте с 10 до 40% [3] в течение последних десятилетий. У многих стран эта группа в товарной структуре является доминирующей и составляет (%): в Чехии – 54, Венгрии – 55, Японии – 58, Республике Корея – 54, Мексике – 53, Германии – 47. В Китае доля машин и оборудования в экспорте выросла с 21% в 1995 г. до 47,5% в 2011 г. [там же].

Если сравнивать сложившуюся сегодня в РФ долю машин и оборудования в экспорте с позднесоветской эпохой, то здесь наблюдается разрыв в 2-3 раза (рисунок 3) не в пользу современной России. Только на капиталистические страны в последнее десятилетие существования СССР приходилось от 9 до 12% машин, оборудования и транспортных средств в общем объёме экспорта страны.

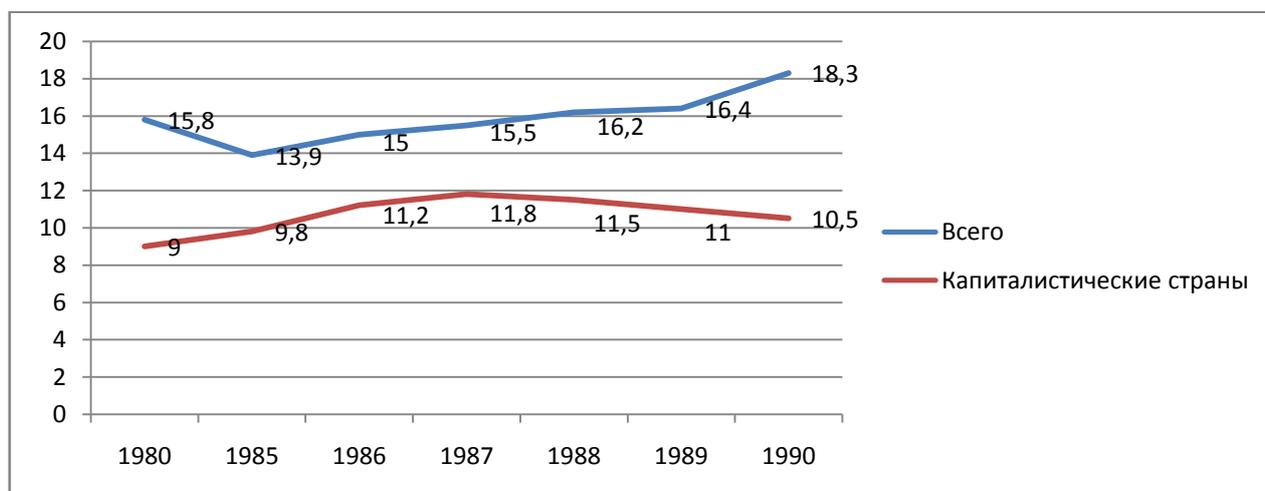


Рис. 3. Доля машин, оборудования и транспортных средств в экспорте СССР, % [2]

Рассматривая динамику экспорта/импорта машин и оборудования в разрезе товарных групп (таблица 6), можно отметить наиболее существенный провал в поставках за рубеж в 2019 году по сравнению с базовым 2013 годом по группе 89 «Суда, лодки и плавучие конструкции». Отрицательная динамика также имела место по товарным группам 87 и 88.

Таблица 6

Экспорт в разрезе товарной номенклатуры ВЭД  
по группам 84-90 «Машины и оборудование»

Код ТН ВЭД ЕАЭС	Экспорт			Импорт		
	Сумма, млн. долл. США		Темп роста, %	Сумма, млн. долл. США		Темп роста, %
	2013	2019		2013	2019	
84	8867,9	9030,9	101,8	56964,8	43260,6	75,9
85	4977,3	5604,5	112,6	35547,5	29793,3	83,8
86	832,9	933,5	112,1	3030,7	1038,0	34,2
87	4821,6	4713,9	97,8	40193,7	23856,6	59,4
88	5559,2	5203,4	93,6	5841,4	5555,5	95,1
89	2300,8	523,4	22,7	2113,5	1857,6	87,9
90	1550,2	1835,4	118,4	8943,0	7297,6	81,6

Динамика импорта машин и оборудования в разрезе их основных видов характеризовалась большей интенсивностью. Как видно из приведённых данных, за рассматриваемый период в связи с геополитическим напряжением импорт машин и оборудования сократился по всем позициям. Наибольшее падение наблюдается по группе 86, менее всего импорт сократился по группе 88.

Структура экспорта машин и оборудования в разрезе товарной номенклатуры представлена на рисунке 4.

Структурные изменения обусловлены снижением объёма экспорта по группе 89, доля которой по итогам 2019 года упала до величины менее 2%.

Структурные сдвиги в импорте машин и оборудования в 2019 году в сравнении с 2013 годом можно увидеть на рисунке 5.

В структуре импорта машин и оборудования в разрезе их различных видов каких-либо кардинальных изменений к 2019 году не произошло.

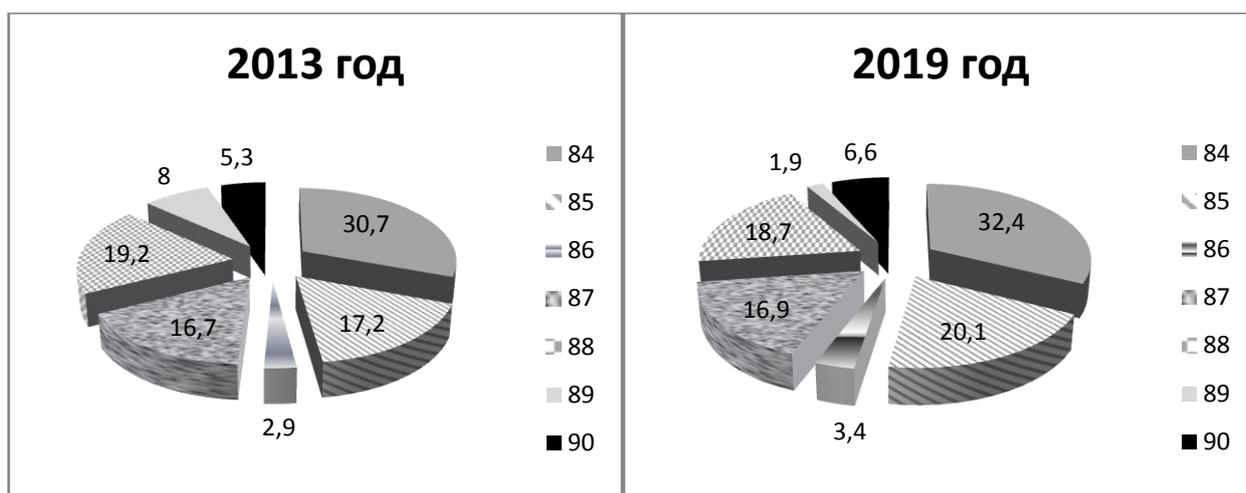


Рис. 4. Структура экспорта по ТН ВЭД 84-90

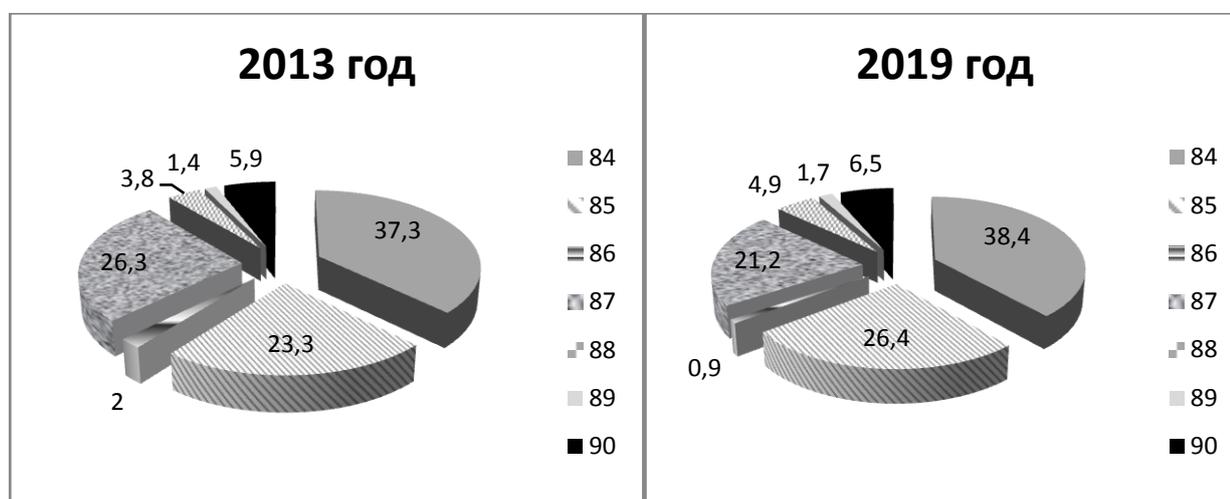


Рис. 5. Структура импорта по ТН ВЭД 84-90

Скромные позиции России на мировом рынке машин и оборудования находят отражение и в географической структуре экспорта нашей страны. В ней преобладают менее развитые страны с относительно низкими требованиями рынка к качеству продукции, особенно гражданского назначения. В таблице 7 выделены страны, на которые приходился наибольший объем экспорта российских машин и оборудования в 2019 году.

Таблица 7

Страны с наибольшим (более 500 млн. долл. США) объемом экспорта по ТН ВЭД 84-90 в 2019 году

№	Страна	Экспорт	
		Сумма, тыс. долл. США	Доля в общем объеме экспорта по ТН ВЭД 84-90
1	Казахстан	3625327	13,1
2	Беларусь	3271933	11,8
3	Китай	2696602	9,7

## Продолжение таблицы 7

№	Страна	Экспорт	
		Сумма, тыс. долл. США	Доля в общем объёме экспорта по ТН ВЭД 84-90
4	Индия	1558940	5,6
5	Алжир	1013232	3,7
6	Узбекистан	983328	3,6
7	Украина	998605	3,6
8	Турция	725207	2,6
9	Германия	710859	2,6
10	США	535762	1,9
11	Египет	503254	1,8
<b>Итого</b>			<b>60,0</b>

В таблице представлены 11 государств, в которые поставляется 60% экспортируемых РФ машин и оборудования, при этом 32,1% от экспорта машин и оборудования в совокупности приходится на четыре страны, являющиеся бывшими республиками СССР.

Сведения о географии импорта машин и оборудования приведены в таблице 8.

Таблица 8

Страны с наибольшим (более 2 млрд. долл. США)  
объёмом импорта по ТН ВЭД 84-90 в 2019 году

№	Страна	Экспорт	
		Сумма, тыс. долл. США	Доля в общем объёме экспорта по ТН ВЭД 84-90
1	Китай	30873468	27,4
2	Германия	12935643	11,5
3	Япония	7064633	6,3
4	США	5416231	4,8
5	Корея	5342379	4,7
6	Италия	4641423	4,1
7	Беларусь	3866435	3,4
8	Чехия	2427502	2,6
9	Франция	2221494	2,0
10	Вьетнам	2156507	1,9
11	Польша	2160862	1,9
<b>Итого</b>			<b>70,6</b>

В таблицу включены государства, импорт машин и оборудования из которых в 2019 году составил более 2 млрд. долл. США. Как видно из представленных данных, доля этих стран превышала 70% от общей стоимости ввозимых в РФ машин и оборудования. При этом лидером по экспорту машин и оборудования в Россию является Китай, из которого наша страна импортирует более четверти всех машин и оборудования, на втором месте находится

Германия – 11,5% машин и оборудования ввозится РФ из этой страны. В совокупности только три государства, занимающие первые места в рейтинге импорта, обеспечивают более 45% ввозимых в Россию машин и оборудования.

В этой связи отметим, что за последние десятилетия в мире трижды менялся лидер по экспорту машинотехнической продукции. До середины 1990-х гг. им была Япония, которую затем опередили США. В середине 2000-х гг. на первое место вышла Германия, а с 2009 г. – Китай, размер экспорта которого далеко опережает традиционных экспортеров. Особенно сильны позиции этой страны на рынках телекоммуникационного, офисного оборудования, средств транспорта.

Как показало проведенное исследование, современная Россия является малозаметным игроком на глобальном рынке машинотехнической продукции. Сухие цифры статистики свидетельствуют о глубоком кризисе и опасной ситуации, сложившейся в машиностроительном комплексе РФ. Низкий уровень собственного производства продукции машиностроения снижает экспортный потенциал отрасли, воздействуя на баланс внешнеторговых операций и повышая уязвимость страны. Всё отмеченное свидетельствует, что без реализации системы кардинальных мер, нацеленных на смену бесперспективного для индустриальной державы сырьевого курса, Россия рискует навсегда остаться в аутсайдерах технологического развития.

#### Список литературы

1. Таможенная статистика внешней торговли РФ. Официальный сайт Федеральной таможенной службы. [Электронный ресурс]. URL: [http://customsonline.ru/search\\_ts.html](http://customsonline.ru/search_ts.html) (дата обращения: 20.04.2021).
2. Народное хозяйство СССР/1990/Внешнеэкономические связи [Электронный ресурс]. URL: <http://mysteriouscountry.ru/wiki/index.php/> (дата обращения 17.02.2021).
3. Статистика внешней торговли: STATIMEX. [Электронный ресурс]. URL: <https://statimex.ru/statistic/8701/export/2016-2020/world/RU/> (дата обращения: 24.03.2021).

**УДК 338.45**

### **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**О.В. Волкова**

*Белорусско-Российский университет*

**Аннотация.** Машиностроительный комплекс является одним из ведущих комплексов, имеющих в Республике Беларусь. В данном комплексе работает большое количество предприятий с численностью сотрудников около 174 тысяч человек. Он включает определенные отрасли машиностроения по следующим видам деятельности: транспортные средства и оборудование; машины и оборудование, не включенные в другие группировки; вычислительная, электронная и оптическая аппаратура; электрооборудование. В статье рассмотрена динамика основных показателей деятельности предприятий

машиностроительного комплекса Республики Беларусь за ряд последних лет. Предложены основные перспективные направления развития данного комплекса в будущем периоде.

**Ключевые слова:** машиностроительный комплекс, состав, отличительные особенности, динамика основных показателей, перспективные направления развития.

## STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF ENTERPRISES OF THE MACHINE BUILDING COMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS

*O.V. Volkova*

*Belarusian-Russian University*

**Annotation.** The machine-building complex is one of the leading complexes in the Republic of Belarus. A large number of enterprises with a staff of about 174 thousand people work in this complex. It includes certain branches of mechanical engineering for the following activities: vehicles and equipment; machinery and equipment not included in other categories; computing, electronic and optical equipment; electrical equipment. The article examines the dynamics of the main indicators of the activities of enterprises of the machine-building complex of the Republic of Belarus for a number of recent years. The main promising directions for the development of this complex in the future period are proposed.

**Key words:** machine-building complex, composition, distinctive features, dynamics of main indicators, promising directions of development.

Машиностроительный комплекс представляет собой совокупность взаимосвязанных отраслей промышленности, занимающихся производством машин и оборудования, а также металлических изделий и конструкций. Данные отрасли машиностроения обеспечивают необходимым оборудованием другие отрасли народного хозяйства, а население получает товары народного потребления.

Машиностроительный комплекс существенно влияет на уровень научно-технического прогресса государства, обороноспособность, а также на другие виды отраслей. От уровня его развития зависят важные показатели экономического развития страны и конкурентоспособность продукции машиностроения на внешнем и внутреннем рынках.

Машиностроительный комплекс отличается однородностью процесса производства, применяемого оборудования, сырья и материалов на предприятиях, входящих в данный комплекс. В него включаются большое количество отраслей, основными из которых являются: станкостроение; транспортное и сельскохозяйственное машиностроение; энергетическое машиностроение; приборостроение и др.

В настоящее время машиностроительный комплекс Республики Беларусь характеризуется следующими положительными и отрицательными особенностями функционирования, представленными на рисунке 1.



Рис.1. Отличительные особенности функционирования машиностроительного комплекса Республики Беларусь

В Республике Беларусь в машиностроительный комплекс входят следующие отрасли, представленные на рисунке 2.

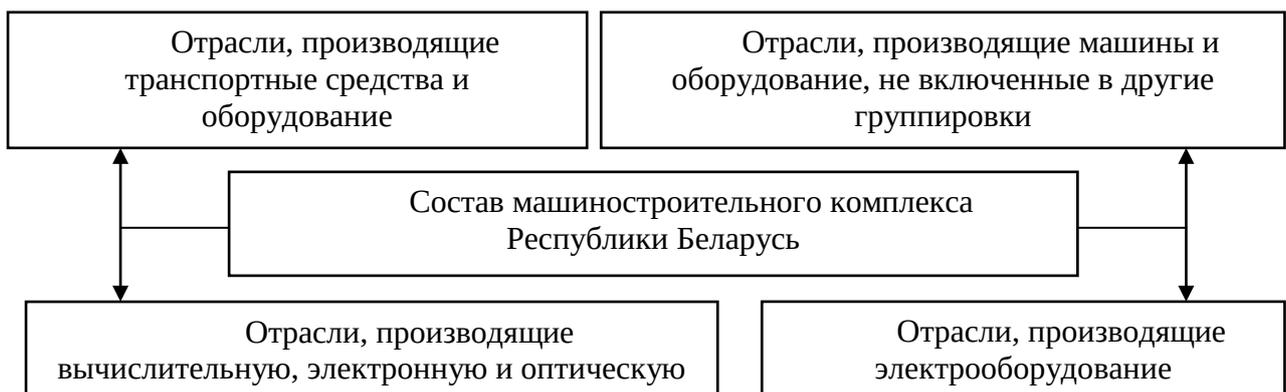


Рис. 2. Состав машиностроительного комплекса Республики Беларусь

Машиностроительный комплекс Республики Беларусь объединяет около двадцати отраслей народного хозяйства. Ведущими отраслями в нем являются отрасли, производящие транспортные средства, машины и оборудование, включающие автомобильную промышленность, сельскохозяйственное

машиностроение, станкостроительную и инструментальную промышленность, а также строительного-дорожное и коммунальное машиностроение.

Машиностроительный комплекс Республики Беларусь представляет совокупность крупных и средних предприятий, в которых трудятся 174,7 тыс. человек. Динамика количества предприятий, входящих в данный комплекс за 2018 – 2020 гг. представлена в таблице 1 [1, с. 36, 38, 40, 42].

Таблица 1

Динамика количества предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь за 2018 – 2020 гг.

Показатель	На 01.01. 2019 г.	На 01.01. 2020 г.	На 01.01. 2021 г.	Абсолютное изменение	
				2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2019 г.
Количество, единиц, в том числе:	1 530	1 561	1 639	31	78
- транспортных средств и оборудования	207	216	228	9	12
- машин и оборудования, не включенные в другие группировки	575	593	617	18	24
- вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	324	316	315	- 8	- 1
- электрооборудования	424	436	479	12	43

Как видно из таблицы 1, в Республике Беларусь сложилась положительная динамика изменения количества предприятий машиностроительного комплекса за 2018 – 2020 гг. Так, в 2018 г. данный показатель составил 1 530 единиц, в 2019 г. он увеличился на 31 единицу до 1 561 единиц, а в 2020 г. достиг размера 1 639 единиц, увеличившись на 78 единиц. Это говорит об улучшении функционирования машиностроительного комплекса Республики Беларусь в течение анализируемого периода. При этом наибольшее увеличение количества предприятий было в отраслях, связанных с производством машин и оборудования, не включенных в другие группировки на 18 единиц за 2018 – 2019 гг. и на 24 единицы за 2019 – 2020 гг. В тоже время снизилось количество предприятий, работающих в отраслях, связанных с производством вычислительной, электронной и оптической аппаратуры на 8 единиц в 2019 г. по сравнению с 2018 г. и на 1 единицу в 2020 г. по сравнению с 2019 г.

В настоящее время к предприятиям машиностроительного комплекса Республики Беларусь относятся такие, как ОАО «БелАЗ», ОАО «Минский тракторный завод», ПО «Гомсельмаш», ОАО «Белкоммунмаш», холдинг «Амкодор» и др. Продукция многих из них является известной во всем мире. Республика Беларусь специализируется на выпуске грузовых автомобилей, автобусов, спецтехники и является крупным производителем сельскохозяйственных машин. На белорусское государство приходится 30 % мирового производства тяжелых карьерных самосвалов и 17 % комбайнов. В восьмерку крупнейших мировых производителей колесных тракторов входит

ОАО «Минский тракторный завод». Работа машиностроительного комплекса, наряду с нефтехимией и металлургией, формирует внутренний валовой продукт Беларуси и является движущей силой экономики [2].

Состояние машиностроительного комплекса Республики Беларусь оценивается через динамику основных показателей деятельности предприятий, входящих в его отрасли, за 2018 – 2020 гг., которая представлена в таблице 2 [1, с. 36, 38, 40, 42].

Как видно из таблицы 2, в Республике Беларусь сложилась следующая динамика показателей деятельности предприятий машиностроительного комплекса за 2018 – 2020 гг. Так, объем промышленного производства в 2018 г. составил 15 802,1 млн р., в 2019 г. он возрос на 9 % до 17 227,3 млн р., а в 2020 г. достиг размера 18 135 млн р., увеличившись на 5,3 %. Наибольшее увеличение данного объема наблюдалось при производстве транспортных средств и оборудования на 39,9 % за 2018 – 2019 гг. и на 11,4 % за 2019 – 2020 гг. В тоже время снизился объем производства машин и оборудования, не включенные в другие группировки на 4,6 и 1,4 % соответственно по годам.

Размер прибыли от реализации продукции машиностроения в 2018 г. составил 1 735,8 млн р., в 2019 г. он снизился на 1,6 % до 1 708,1 млн р., а в 2020 г. достиг размера 2 105,4 млн р., увеличившись на 23,3 %. Наибольший рост по данному показателю был виден при производстве электрооборудования на 17,3 % за 2018 – 2019 гг. и на 46,4 % за 2019 – 2020 гг.

Чистая прибыль, полученная предприятиями машиностроительного комплекса Республики Беларусь имела переменную тенденцию развития. Она существенно выросла в более чем в два раза в 2019 г. и снизилась на 87,1 % в 2020 г. Наибольшее увеличение данного показателя наблюдалось при производстве электрооборудования.

Таблица 2

Динамика основных показателей деятельности предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь за 2018 – 2020 гг.

Показатель	На	На	На	Темп прироста, %	
	01.01. 2019 г.	01.01. 2020 г.	01.01. 2021 г.	2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2019 г.
Объем промышленного производства, млн. р., в том числе:	15 802,1	17 227,3	18 135,0	9,0	5,3
- транспортных средств и оборудования	3 450,9	4 829,5	5 379,6	39,9	11,4
- машин и оборудования, не включенные в другие группировки	7 934,9	7 572,0	7 467,6	- 4,6	- 1,4
- вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	1 709,4	1 824,6	2 086,1	6,7	14,3
- электрооборудования	2 706,9	3 001,2	3 201,7	10,9	6,7
Прибыль от реализации продукции, млн. р., в том числе:	1 735,8	1 708,1	2 105,4	- 1,6	23,3
- транспортных средств и оборудования	281,2	309,0	435,0	9,9	40,8

Продолжение таблицы 2

Показатель	На 01.01. 2019 г.	На 01.01. 2020 г.	На 01.01. 2021 г.	Темп прироста, %	
				2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2019 г.
- машин и оборудования, не включенные в другие группировки	1 011,3	953,5	1 037,8	- 5,7	8,8
- вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	231,4	197,1	268,9	- 14,8	36,4
- электрооборудования	211,9	248,5	363,7	17,3	46,4
Чистая прибыль (убыток), млн. р., в том числе:	289,1	980,0	126,0	239,0	- 87,1
- транспортных средств и оборудования	-127,2	148,0	95,2	- 216,4	- 35,7
- машин и оборудования, не включенные в другие группировки	209,4	536,1	-381,8	156,0	- 171,2
- вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	156,7	126,5	181,9	- 19,3	43,8
- электрооборудования	50,2	169,4	230,7	237,5	36,2

К факторам, которые положительно повлияли на динамику показателей деятельности предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь, относятся следующие: осуществление государственной поддержки отраслей данного комплекса путем предоставления налоговых льгот и осуществления государственных закупок; сотрудничество с Российской Федерацией в области поставок машиностроительной продукции; увеличение спроса на данную продукцию на основных рынках ее сбыта. Негативное влияние на показатели деятельности белорусских предприятий машиностроения оказали: увеличение себестоимости машиностроительной продукции за счет роста цен на сырьевые ресурсы; высокий уровень изношенности основных средств; наличие неравномерной инвестиционной финансовой поддержки. Динамика рентабельности продаж предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь за 2016 – 2020 гг. представлена на рисунке 3 [1, с. 36, 38, 40, 42].

Как видно из рисунка 3, за первые два периода наблюдается отрицательная динамика показателей рентабельности продаж предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь, за исключением рентабельности продаж электрооборудования, которая выросла с 6,9 % до 7,7 %, т. е. на 0,8 п. п. В последние два периода виден рост показателей рентабельности продаж по всем видам машиностроительной продукции в результате увеличения показателя прибыли от ее реализации.

К перспективным направлениям развития предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь относятся следующие, представленные на рисунке 4.

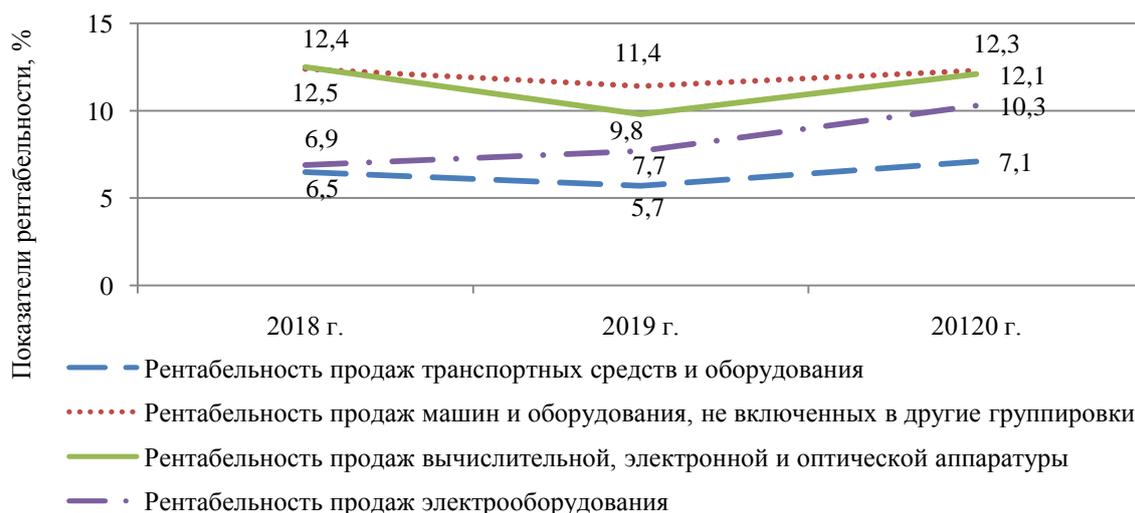


Рис. 3. Динамика рентабельности продаж предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь за 2016 – 2020 гг.



Рис. 4. Перспективные направления развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь

На уровне государства необходимо предпринимать следующие меры, позволяющие обеспечить более устойчивое развитие предприятий машиностроительного комплекса:

- совершенствовать правовую основу их функционирования;
- создавать благоприятные условия для развития инновационной деятельности предприятий машиностроения путем применения методов косвенного регулирования;
- использовать наиболее эффективные механизмы изыскания собственных средств предприятиями машиностроительного комплекса;
- совершенствовать механизм привлечения инвестиций, в том числе иностранных в машиностроительную отрасль для повышения уровня ее технологического развития;
- улучшать систему продвижения продукции машиностроения на внешние рынки с использованием методов тарифного и нетарифного регулирования;
- создавать условия для увеличения качества машиностроительной продукции до мирового уровня с использованием методов фискальной и монетарной политики;
- стимулировать предприятия машиностроения к повышению производительности труда и улучшению кадрового обеспечения.

#### Список литературы

1. Промышленность Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 52 с.
2. Солодкова Т. Н. Машиностроительный комплекс Республики Беларусь / Т. Н. Солодкова // [Электронный ресурс] – 2021. – Режим доступа: <https://www.bsut.by/images>. – Дата доступа: 27.10.2021.

**УДК 658.562.3 + 005.8**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА НАРУШЕНИЯМИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА БАЗЕ МЕТОДА «JIDOKA»**

**Н.В. Сырейщикова<sup>1</sup>, В.И. Гузеев<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный университет*

**Аннотация.** Приведены результаты разработки модифицированной методики «Jidoka» для контроля за нарушениями процесса производства машиностроительной продукции, впервые полученные для совершенствования процесса управления несоответствующей продукцией: процесс описан алгоритмом, визуализирован диаграммой последовательности и матрицей ответственности, что значительно упростило его реализацию и понимание; разработаны аналитические модели оценочных показателей процесса и их количественные критерии. Реализация только инструмента автономизации и использование сигнальной системы оповещения «Андон» позволили сразу сократить затраты на исправление дефектной

продукции на 14%. При исследовании использованы поисковые методы работы с интернет ресурсами, методы функционального моделирования (IDEF), метод «Пока-ека», автономизация, метод первопричин, метод контроля источника ошибок и операционная стандартизация. Освоение разработанной методики позволяет обеспечить конкурентные преимущества, выпускаемой продукции. Практическая значимость результатов работы состоит в достижении сокращения количества дефектов, брака, отходов в повышении стабильности качества продукции, сокращении расходов на сырье и затрат времени и ресурсов на исправление дефектов.

**Ключевые слова:** методология «Jidoka», несоответствия, усовершенствование, процесс, разработка, методика, автономизация, освоение.

## **THE ORGANIZATION OF THE CONTROL OVER INFRINGEMENTS OF PROCESS OF MANUFACTURE OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION**

### **ON THE BASIS OF THE METHOD «JIDOKA»**

N.V. Syreishchikiva<sup>1</sup>, V.I. Guzeev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*SouthUralStateUniversity*

**Abstract.** Results of working out of the modified technique «Jidoka» for the control over infringements of process of manufacture of the machine-building production, for the first time received for perfection of managerial process by inappropriate production are resulted: process is described by algorithm, visualised by the diagramme of sequence and a responsibility matrix that has considerably simplified its realisation and understanding; analytical models of estimated indicators of process and their quantitative criteria are developed. Realisation only the tool of autonomism and use of alarm system of the notification «Андон» have allowed to reduce at once expenses for correction of defective production for 14 %. At research search methods of work about the Internet by resources, methods of functional modelling (IDEF), a method "While-eka", autonomism, a method of original causes, a quality monitoring of a source of errors and operational standardization are used. Development of the developed technique allows to provide the competitive advantages, let out production. The practical importance of results of work consists in achievement of reduction of quantity of defects, marriage, a waste in increase of stability of quality of production, reduction of expenses on raw materials and expenses of time and resources for correction of defects.

**Keywords:** methodology «Jidoka», discrepancies, improvement, process, working out, a technique, autonomism, development.

*Критерий успеха не в том, насколько важные проблемы вы решаете, а в том, чтобы это не были все те же проблемы, которые вы решали в прошлом году.*

*Джон Фостер Даллес  
госсекретарь США*

**Введение.** Актуальность темы настоящей работы обоснована тем, что для современных промышленных производств, всё более важной задачей становится изготовление качественной продукции, отвечающей постоянно возрастающим к ней требованиям. Актуальность этой задачи подтверждается практикой лучших японских компаний, показывающих на собственном

примере, что улучшение качества – это не увеличение затрат, а их снижение, что дешевле обеспечить на производстве требуемое качество с первого раза, чем впоследствии исправлять дефекты [1].

Качество является основой конкурентоспособности. Опросы потребителей показывают, что среди всех показателей конкурентоспособности (цена, сроки поставки, сервис и др.) качество на 70% определяет решение о выборе продукции. Справедливость этих положений подтверждает успех развивающихся стран (Южной Кореи, Китая, Турции и др.), продукция которых пользуется популярностью во всем мире из-за высокого уровня ее качества.

В последние годы все эти факторы вызвали бурное развитие систем, методов и инструментов менеджмента качества. Их использование позволяет систематизировать работы в области повышения качества, поставить их на научную основу и повысить их эффективность. Они дают возможность объективно оценить пожелания потребителей, преобразовать их в требования к продукции, установить возможности производства, найти слабые места, препятствующие достижению требуемого качества, правильно выбрать корректирующие и предупреждающие действия, оценить удовлетворенность потребителей и других участников данного производства и наметить пути его развития.

Наряду со знанием систем, методов и инструментов менеджмента качества необходимо учитывать опыт предприятий, достигших успехов в их использовании и добившихся высокого качества продукции. В данной работе такому опыту уделяется большое внимание [2].

В связи с вышеизложенным на кафедре технологии автоматизированного машиностроения ЮУрГУ совместно с ОАО «ЧРЗ» выполнена работа по совершенствованию процесса управления несоответствующей продукцией путем реализации методологии «Дзидока» для условий данного завода.

С целью совершенствования процесса управления несоответствующей продукцией в работе использовалась объективная информация о различных методах, применяемых на практике. Анализ состояния дел предприятия показал ряд проблем, наиболее существенной для предприятия на сегодняшний день выявлена проблема наличия дефектной продукции и высокие затраты на ее переделку, а результаты решения данной проблемы представлены в настоящей работе.

Таким образом, цель научно-исследовательской работы (НИР) – совершенствование процесса управления несоответствующей продукцией путем организации контроля за нарушениями процесса производства изделий на базе реализации методологии «Дзидока» в условиях предприятия

**Состояние вопроса.** Для достижения цели НИР было проведено сравнение, сопоставление и анализ передовых отечественных и зарубежных методов, технологий и решений, таких как: метод мозгового штурма, причинно-следственная диаграмма Исикавы, методика «8D», методика Кепнера–Трего (Kerper–TregoeTechnique), методология «Дзидока», метод

«PDPC», метод «5W+1H», метод FMEA, принцип «Бритва Оккама», принцип «Нэмаваси», принцип «Генти Гембуцу» [3–13].

Для решения выявленных проблем предприятия, связанных с качеством в процессе производства, из всех проанализированных методов, оптимальным для предприятия признано освоение методологии «Дзидока».

### **Основные положения.**

Методология «Дзидока» включает в себя несколько инструментов:

1 пока-эке (Рока-юке) – защита от ошибок, метод, благодаря которому операцию можно сделать только одним, правильным способом и дефект просто не может образоваться;

2 автономизация (autonomation) – привнесение человеческого интеллекта в автоматы, способные самостоятельно обнаруживать первый дефект, после чего сразу остановиться и сигнализировать о том, что возникла проблема;

3 анализ первопричин – поиск причины возникновения дефекта;

4 контроль источника ошибок – перенос контроля с готовой продукции на процесс;

5 организационная и операционная стандартизация – доступное описание правильного выполнения критичных и важных с точки зрения качества операций [10, 14–22].

Дзидока, это новое отношение к браку, дефектам и ошибкам, другая философия; различие со стандартным подходом приведено в табл. 1 [23].

Таблица 1

### Различие стандартной философии и философии качества «Дзидока»

Стандартная философия качества	Философия качества Дзидока
Брак должен быть меньше «запланированного»	Брак, это проблема, а проблемы не планируют
Низкое качество – ошибка людей, сбой оборудования	Проблемы в области качества – следствие проблем в системе
За качество ответственно производство	За качество ответственны все структуры
Качество – результат проверок	Качество – часть системы
Обеспечение качества – обязанность отдела контроля качества	Обеспечение качества – обязанность каждого
Одни и те же дефекты повторяются	Повторение одних и тех же дефектов не допустимо
Стандартная философия качества	Философия качества Дзидока
Улучшение качества – увеличение затрат	Улучшение качества – снижение затрат
Стандартная философия качества	Философия качества Дзидока
Ошибки выявляются контролерами	Ошибки выявляют работники, производство приостанавливается
Правильный процесс, дает правильные результаты	

## **Разработка и освоение методики «Дзидока» на примере участка механического цеха предприятия**

Для условий предприятия разработаны этапы цикла выявления и устранения проблем путем встраивания качества:

1 обнаружение: выявление отклонений от нормальных условий оператором с помощью базы для сравнения (стандарты организации, методики и т.д.);

2 извещение руководства: если проблема выходит за пределы компетенции оператора, он извещает о проблеме инженера по качеству сигналом «андон», а инженер по качеству быстро и точно определяет рабочее место, на котором возникла проблема (система «андон» подает звуковой сигнал и на участке, где возникла проблема, загорается лампочка); оператор описывает ситуацию и возвращается к выполнению своих прямых обязанностей, а «хозяином» проблемы становится инженер по качеству, который должен ее локализовать;

3 оценка: инженер по качеству оценивает ситуацию (проблема носит локальный или масштабный характер), при локальной проблеме оценивается возможность запустить линию вновь или решить проблему до ее остановки; при значительной или неясной проблеме, процесс останавливается и при необходимости извещается менеджер по качеству (чем значительнее проблема, тем выше уровень, на который она передается) и её работа возобновляется после исправления ситуации;

4 контроль: инженером по качеству оценивается возможность решения проблемы на рабочем месте и проверяется, не перешла ли проблема на следующую операцию (остановка линии позволяет предупредить дальнейшее распространение проблемы, пока коренная причина ошибки не обнаружена и не устранена или не взята под контроль), что повышает устойчивость процесса в долгосрочном аспекте;

5 локализация: после выявления источника проблемы, руководитель команды «Дзидока» ее локализует, определяет границы проблемы для гарантии, что все дефектные изделия исправлены;

6 предупреждение: после того, как проблема взята под контроль и локализована и производство возобновилось, основные усилия переключаются на предупреждение, которое может носить краткосрочный характер, чтобы предотвратить повторное появление проблемы пока не удастся найти эффективных долгосрочных решений, определяемых командой.

На рис. 1 представлен реализуемый на предприятии цикл выявления и устранения проблем путем встраивания качества.

Усовершенствованный процесс «Управление несоответствующей продукцией» на базе, разработанной для предприятия методики «Дзидока» в работе визуализирован диаграммой последовательности и IDEF0-моделями, описан алгоритмом и матрицей распределения ответственности (см. табл. 2).



Рис. 1. Цикл решения проблем путем встраивания качества

Применительно к условиям предприятия разработана методика усовершенствования процесса управления несоответствиями с применением «Дзидока» и осуществлено освоение разработанной методики на примере механического цеха. Разработаны и осуществлены следующие этапы внедрения методологии «Дзидока» на участке механического цеха:

- 1 оценка существующего в цехе уровня развития производства;
- 2 определение цели и задач внедрения методологии «Дзидока»;
- 3 объявление персоналу механического цеха о предстоящем мероприятии по внедрению методов «Дзидока» в производственный процесс, а также объяснение необходимости принимаемых мер;
- 4 разработка программы освоения методологии «Дзидока» на предприятии;
- 5 определение состава группы специалистов, осуществляющих внедрение методологии «Дзидока»;
- 6 определение ответственных за внедрение методологии;
- 7 обучение работников (обучение как теоретическое, так и практическое);
- 8 закупка рекомендованного в работе необходимого программного обеспечения (ПО);
- 9 обучение персонала цеха применению ПО;
- 10 закупка рекомендованной в работе системы сигнала «Андон», имеющуюся в двух вариантах: сигнальные лампы или панели с обозначением рабочих позиций;
- 11 обучение персонала цеха использованию «Андон»;
- 12 выполнение программы по внедрению методологии;

13 планирование и проведение необходимых корректирующих действий (КД) для нестабильных процессов, проведение повторных исследований производственных процессов и оборудования до тех пор, пока не достигнут требуемый результат по процессам и оборудованию;

14 оценка уровня эффективности и результативности производства изделий с внедрением методологии «Дзидока».

Таблица 2

Матрица распределения ответственности усовершенствованного процесса «Управление несоответствующей продукцией»

Процесс	Директор	Начальник ОТК	Инженер по качеству	Оператор	Менеджер по качеству	Руководитель команды Дзидока
Выявление отклонений	И	О	Р	В	К	И
Регистрация несоответствия	И	О	Р	В	К	И
Идентификация несоответствия	И	О	Р	В	К	И
Установление причин возникновения несоответствия	И	О	Р	В	К	И
Устранение причин несоответствия оператором самостоятельно	И	О	Р	В	К	И
Разработка и проведение КД	И	О	В	В	Р	И
Оповещение инженера посредством «Андон»	И	И	В	В	Р	О
Оценивание возможности запустить линию вновь и решение проблемы до ее остановки	И	И	В	И	К	О
Устранение причины проблемы	И	И	В	И	К	О
Разработка и проведение КД	И	О	В	И	Р	И
Принятие решения остановить линию	И	И	В	И	К	О
Решение проблемы, запуск линии	И	И	В	И	К	О
Извещение менеджера о проблеме	И	И	В	И	В	О
Решение проблемы	И	О	И	И	В	Р
Локализация источника проблемы	И	О	И	И	К	В

О – владелец процесса; руководит деятельностью, несет ответственность за окончательные результаты, принимает окончательные решения.

Р – руководит исполнением, обобщает результаты;

В – непосредственно выполняет работу;

У – исполнитель, выполняющий функции консультанта;

И – получает информацию о принятых решениях и документах;

Усовершенствование процесса управления несоответствиями осуществлялось путем реализации методологии «Дзидока» для механического цеха предприятия и применения инструмента автономизации, как одного из наиболее активно решающих поставленные задачи, посредством установления на оборудовании сигнальной системы «Андон».

Андон – устройство для визуального контроля производственной зоны,

которое предупреждает рабочих о дефектах, нарушениях в работе оборудования или иных проблемах с помощью световых, звуковых и тому подобных сигналов.

Андон – это показатель работы производственной линии, размещенный высоко над линией и представляющий средство визуального управления.

Сигнальные лампы работают следующим образом. Во время нормального течения рабочего процесса горит зеленый сигнал. Когда рабочему нужно отрегулировать что-то на линии и вызвать помощь, он включает желтый сигнал. Синий сигнал означает, что требуются материалы. Если для устранения сбоя требуется остановка линии, включается красный сигнал. Рабочие не должны бояться остановить производственную линию, чтобы полностью восстановить нормальный ход процесса.

На рисунках 2, 3, 4 представлена система «Андон» соответственно в виде цветных ламп и панели с кодами рабочих мест.



Рис. 2. Андон в виде цветной лампы (варианты с 4-мя и 3-мя лампами)



Рис. 3. Андон в виде панели с кодами рабочих мест и станков

Закупка и встраивание системы «Андон» в производственную линию позволило выявлять проблемы и извещать о них руководителя без остановки линии. Когда проблема выявлена, оператор дергает за шнур андон. Раздается сигнал тревоги, и загорается желтая лампочка. Линия продолжает двигаться, пока не достигнет границы рабочей зоны – точки остановки (рис. 5). Система остановки для решения проблем особенно бывает полезна для снижения

времени фактических простоев линии, когда рабочий отстает от заданного режима выполнения работы.

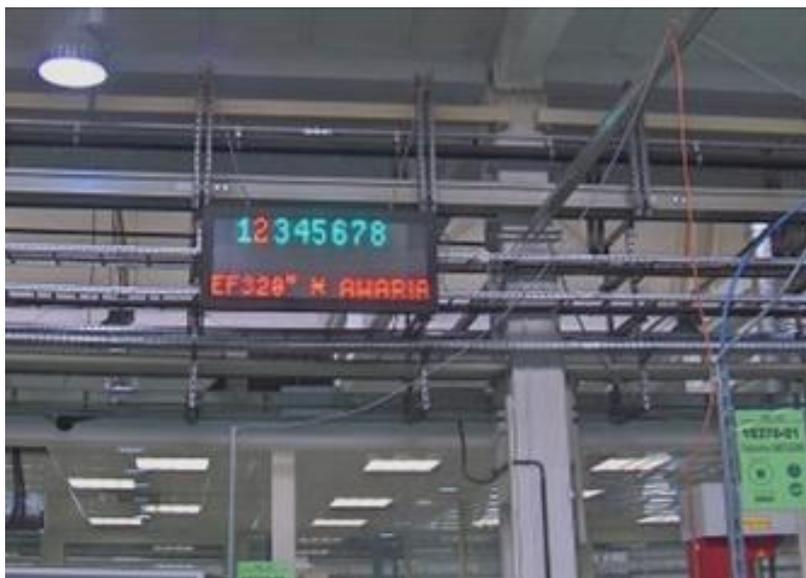


Рис. 4. Общий вид Андон панели с кодами рабочих мест и станков

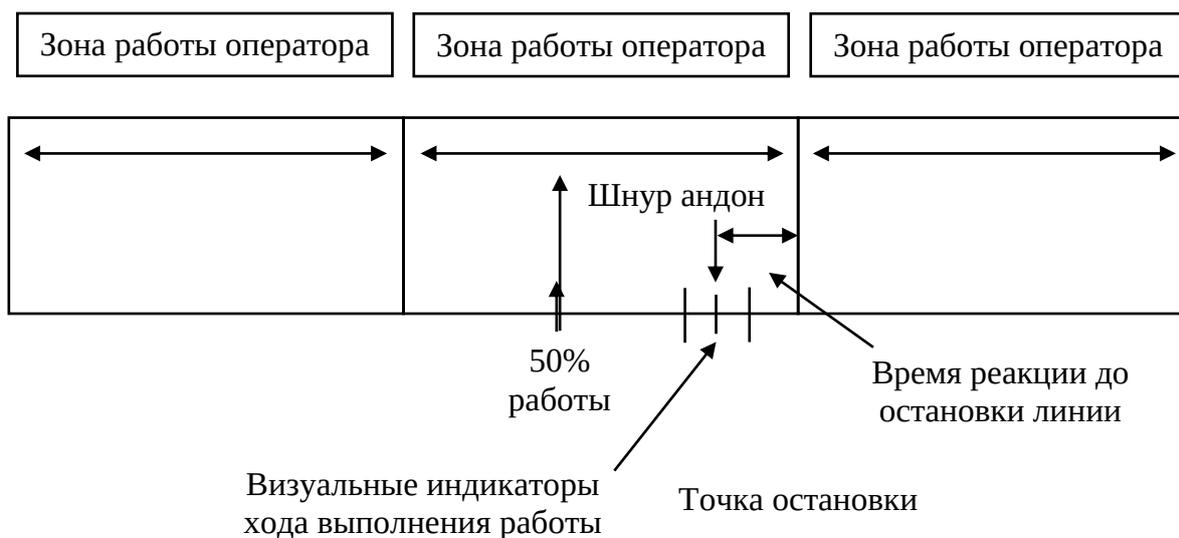


Рис. 5. Система остановки для решения проблемы

Кроме того, на полу рабочей зоны была сделана разметка в соответствии с очередностью выполнения этапов стандартизированной работы. Если лидер оперативно откликается на вызов и вновь дергает шнур, прежде чем достигается точка остановки, линия без помех продолжает свою работу. Если лидер не успевает подойти вовремя или считает, что проблема требует остановки, когда граница рабочего места будет достигнута, линия автоматически остановится и загорится красная лампочка андон.

Встраивание системы «Андон» в производственную линию дало возможность исправить множество незначительных проблем, не создавая помех

движению линии, без бесконечных остановок и перезапусков, так как при перезапуске линии подается звуковой сигнал для всех операторов.

Для оценки усовершенствованного контроля за нарушениями процесса производства продукции разработаны три вида показателей процесса: показатели эффективности, результативности и удовлетворенности потребителей, созданы их математические модели и определены критерии оценочных показателей, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Оценочные показатели усовершенствованного процесса

Показатель	Формула расчета	Критерий
<b>Эффективность процесса</b>		
1 Сокращение затрат на исправление дефектов (Эд)	$Эд = \frac{Р_{пп} - Р_{тп}}{Р_{м}}, \text{ балл,}$ где: $Р_{тп}$ – затраты на исправление дефектов в отчетном текущем периоде, руб $Р_{пп}$ – затраты на исправление дефектов в предыдущем отчетном периоде, руб; $Р_{м}$ – затраты на разработку и внедрение метода «Дзидока», руб.	1,3 – 2,0
2 Сокращение себестоимости продукции (Эс)	$Эс = \frac{С_{пп} - С_{тп}}{Р_{м}}, \text{ балл,}$ где: $С_{тп}$ – себестоимости продукции в отчетном текущем периоде, руб; $С_{пп}$ – себестоимость продукции в предыдущем отчетном периоде, руб; $Р_{м}$ – затраты на разработку и внедрение метода «Дзидока», руб.	1,2 – 2,0
<b>Результативность процесса</b>		
1 Процент переделок продукции по времени (Рп)	$Рп = \frac{T_{пе}}{T_{по}} \cdot 100\%,$ где: $T_{пе}$ – время на переделку единицы продукции, час.; $T_{по}$ – общее время производства продукции, час.	15% – 50%
2 Процент несоответствующей продукции (Рн)	$Рн = \frac{N_{нп}}{N_{оп}} \cdot 100\%,$ где: $N_{нп}$ – количество несоответствующей продукции, шт; $N_{оп}$ – общее количество продукции, шт.	8% – 20%
3 Доля возврата продукции (Рв)	$Рв = \frac{N_{вп}}{N_{опр}} \cdot 100\%,$ где: $N_{вп}$ – число возвращенной продукции, шт; $N_{опр}$ – общий объем продаж, шт.	10% – 30%
<b>Удовлетворенность потребителей</b>		
1 Доля потерянных потребителей (Рпп)	$Рпп = \frac{N_{пп}}{N_{оп}} \cdot 100\%,$ где: $N_{пп}$ – число потерянных потребителей, людей; $N_{оп}$ – общее число потребителей, людей.	10% – 40%
2 Доля постоянных (стабильных) потребителей (Рсп)	$Рсп = \frac{N_{сп}}{N_{оп}} \cdot 100\%,$ где: $N_{сп}$ – число постоянных (стабильных) потребителей, людей; $N_{оп}$ – общее число потребителей, людей.	20% – 40%

Проведено определение уровня развития усовершенствованного процесса «Управление несоответствующей продукцией» на основе комплексной оценки. В таблице 4 приведена система перевода значений показателей в пятибалльную шкалу оценивания.

Таблица 4

Шкала оценивания показателей процесса

Показатель	Значение показателя	Оценка в баллах
<b>Эффективность процесса (Хп.э.)</b>		
1 Сокращение затрат на исправление дефектов	$X_{п.э.} \geq 2$	5
	$1,5 < X_{п.э.} < 2$	4
	$1,3 < X_{п.э.} \leq 1,5$	3
	$0,9 < X_{п.э.} \leq 1,3$	2
	$X_{п.э.} \leq 0,9$	1
2 Сокращение себестоимости продукции	$X_{п.э.} \geq 2$	5
	$1,5 < X_{п.э.} < 2$	4
	$1,2 < X_{п.э.} \leq 1,5$	3
	$1,0 < X_{п.э.} \leq 1,2$	2
	$X_{п.э.} \leq 1,0$	1
<b>Результативность процесса (Хп.р.)</b>		
1 Процент переделок продукции по времени	$X_{п.р.} \leq 15\%$	5
	$25\% \geq X_{п.р.} > 15\%$	4
	$50\% > X_{п.р.} > 25\%$	3
	$80\% > X_{п.р.} \geq 50\%$	2
	$90\% > X_{п.р.} \geq 80\%$	1
2 Процент несоответствующей продукции	$X_{п.р.} \leq 8\%$	5
	$15\% \geq X_{п.р.} > 8\%$	4
	$20\% > X_{п.р.} > 15\%$	3
	$30\% > X_{п.р.} \geq 20\%$	2
	$50\% > X_{п.р.} \geq 30\%$	1
3 Доля возврата продукции	$X_{п.р.} \leq 10\%$	5
	$20\% \geq X_{п.р.} > 10\%$	4
	$30\% > X_{п.р.} > 20\%$	3
	$50\% > X_{п.р.} \geq 30\%$	2
	$80\% > X_{п.р.} \geq 50\%$	1
<b>Удовлетворенность потребителей (Хп.у.)</b>		
1 Доля потерянных потребителей	$X_{п.у.} \leq 10\%$	5
	$20\% \geq X_{п.у.} > 10\%$	4
	$40\% > X_{п.у.} > 20\%$	3
	$60\% > X_{п.у.} \geq 40\%$	2
	$90\% > X_{п.у.} \geq 60\%$	1
2 Доля постоянных потребителей	$X_{п.у.} \geq 40\%$	5
	$30\% < X_{п.у.} < 40\%$	4
	$20\% < X_{п.у.} \leq 30\%$	3
	$10\% < X_{п.у.} \leq 20\%$	2
	$X_{п.у.} \leq 10\%$	1

Было определено, что приемлемым уровнем развития процесса считаются показатели от 3 до 5 баллов, уровень развития от 1 до 2 баллов считается

неудовлетворительным. На основе этой оценки начальник ОТК завода имеет возможность определять состояние процесса «Управление несоответствующей продукцией» и предпринимать необходимые действия для его улучшения.

После анализа основных применяемых методов расчета затрат на качество: модель «всеобщего блага общества», стоимостная модель процесса, модель РАФ и модель сбалансированных оценок выбран метод РАФ-модель для анализа затрат на реализацию разработанной методики с применением «Дзидока».

**Заключение.** В результате проведенной НИР достигнута цель работы – совершенствование процесса управления несоответствующей продукцией.

Разработана методика освоения «Дзидока» для условий предприятия и осуществлено внедрение. Разработан процесс организации контроля за нарушениями процесса производства машиностроительной продукции, проведено усовершенствование процесса «Управление несоответствующей продукцией».

Усовершенствованный процесс описан, визуализирован, что значительно упрощает его реализацию и понимание. Разработаны аналитические модели оценочных показателей и их количественные критерии.

В работе применены следующие методы: сопоставление, сравнение, основные методы TQM, методы расчета затрат на качество, аналитический метод разработки оценочных показателей, методы визуализации, в том числе IDEF - моделирование.

Благодаря внедрению разработанной методики достигнуты следующие показатели: сокращение количества дефектов, брака, отходов и переделки исправимого брака, повышение стабильности качества продукции, сокращение расходов на сырье и затрат времени и ресурсов на исправление дефектов.

Выделены основные факторы экономии от внедрения результатов работы: уменьшение числа рекламаций на 10% за счет уменьшения дефектной продукции; повышение качества выпускаемой продукции на 10%; сокращение затрат на исправление дефектной продукции на 14% за счет использования сигнальной системы оповещения «Андон»; снижение себестоимости продукции на 12% за счет сокращения расходов на сырье и затрат времени и ресурсов на исправление; повышение стабильности качества продукции на 10% за счет освоения методики по совершенствованию процесса управления несоответствующей продукцией на базе «Дзидока».

Результаты НИР имеют практическую значимость для ОАО «ЧРЗ» и для машиностроительных предприятий, применяющих методы бережливого производства.

#### Список литературы

1. Ефимов, В.В. Средства и методы управления качеством: учебное пособие / В.В. Ефимов. – М.: КНОРУС, 2007. – 232 с.

2. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебное пособие / М.М. Кане, Б.В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.
3. Адлер, Ю.П. Методы Тагути: технология качества. Часть 1. Функция потерь. //Методы менеджмента качества. – 2020. – № 9. – С. 22–25.
4. Шпер, В.Л. Инструменты качества и не только! // Методы менеджмента качества. – 2020. – № 11. – С. 56–61.
5. Адлер, Ю., Турко, С. ТРИЗ– еще один инструмент системы менеджмента качества. – Алматинский международный форум по качеству. Сборник материалов. Часть 2. – 2009. – С. 119–124.
6. Орешин, А.В. Опыт применения 8D на предприятиях автомобильной промышленности / А.В. Орешин // Методы менеджмента качества. – 2006. – № 3. – С. 28–36.
7. Нечаева, И. Бережливое строительство: принципы, методы, инструменты // Проблемы теории и практики управления. – 2017. – № 6. – С. 117–126.
8. Лоцилина, И.В. Какая польза от «рыбьего скелета»/ И.В Лоцилина // Методы менеджмента качества. – 2008. – № 10. – С. 36–38.
9. Метод мозгового штурма.–<http://www.stimul.biz/ru/lib/articles/brainstorming/>
10. Дзидока. – [pilotzone.ucoz.ru/index](http://pilotzone.ucoz.ru/index)
11. История FMEA. – [sixsigmaonline.ru/load/15-1-0-70](http://sixsigmaonline.ru/load/15-1-0-70)
12. Нэмаваси: предварительная подготовка перед принятием решения в Японии. – [leit.ru/modelus.php](http://leit.ru/modelus.php)
13. Адлер, Ю.П., Шпер, В.Л. Практическое руководство по статистическому управлению процессами. – М.: Альпина. 2019. – 234 с.
14. Адлер, Ю.П. Системное статистическое мышление. Методы Тагути и их стандартизация. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2020. – 132 с.
15. Огороков, В.В., Огороков, Р.В. Понятие современного менеджмента и условия эффективности // Проблемы теории и практики управления. – 2017. – № 3. – С. 138–142.
16. Разумов-Раздолов, К.Л. Экономическая целесообразность минимизации дефектов // Стандарты и качество. – 2010. – № 7. – С.64–68.
17. Ефимов, В.В. Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством пособие / В.В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ. – 2011. – 194 с.
18. 8D Problem Solving. – [http://www.12manage.com/methods\\_ford\\_eight\\_disciplines\\_8D.html](http://www.12manage.com/methods_ford_eight_disciplines_8D.html)
19. МетодикаКепнера – Трего. – [itexpert.ru/rus/ITEMS/72](http://itexpert.ru/rus/ITEMS/72) – 23.
20. МетодикаКепнера – Трего. – [ria-stk.ru/mmq](http://ria-stk.ru/mmq)
21. О бережливом производстве. – [www.lean-pro.com/about-lean-manufacturing.html](http://www.lean-pro.com/about-lean-manufacturing.html)
22. Сырейщикова, Н.В., Гузеев, В.И. Совершенствование процесса входного контроля на основе опыта Российского комплексно-системного

управления для условий машиностроительного предприятия/Науч. труды Всерос. науч.-технич. конф. – Курск. – ЗАО «Изд. Книга». – 2019. – С. 275–278.

23. Ионова, Е.И., Сырейщикова, Н.В. Применение инструментов бережливого производства для совершенствования СМК промышленного предприятия //Материалы конф. науч.-технич. работ.– Челябинск. – ЮУрГУ.– 2018.–С. 368–375.

## СЕКЦИЯ 8. ОБРАЗОВАНИЕ. ПЕДАГОГИКА. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

**Председатель секции:** кандидат философских наук, доцент, заведующий кафедрой «Гуманитарные дисциплины» Павлов Александр Юрьевич

УДК 374.73; 004.85

### КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАМОТНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ВКЛЮЧЕНИЕ ГРАЖДАН ПРЕДПЕНСИОННОГО И ПЕНСИОННОГО ВОЗРАСТА В ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО

А.Б. Бабаев, Е.А. Наташкина, Ю.Н. Седых

*Государственное автономное учреждение Тульской области «Центр информационных технологий»*

**Аннотация.** В статье проведен анализ возможностей интеграции граждан предпенсионного и пенсионного возраста в общее информационное пространство современного общества. Проведено сопоставление потребностей, структурированных по формату пирамиды Маслоу, с возможностями их удовлетворения с использованием современных цифровых технологий. Сделаны выводы о необходимости и возможности проведения обучения цифровой грамотности граждан предпенсионного и пенсионного возраста с целью их вовлечения в современное общество с учетом действующих ограничений.

**Ключевые слова:** цифровая грамотность, компьютерная грамотность, обучение, граждане старшего возраста, информационное общество, цифровизация.

### COMPUTER EDUCATION AS A TOOL FOR DIGITALIZATION OF THE TULA REGION AND THE INCLUSION OF CITIZENS OF PRE-RETIREMENT AND RETIREMENT AGE IN THE INFORMATION SOCIETY

A.B. Babaev, E.A. Natashkina, Yu.N. Sedyh

*State Autonomous Institution of Tula Region «Center for Information Technologies»*

**Abstract:** The article analyzes the possibilities of integrating citizens of pre-retirement and retirement age into the general information space of modern society. The needs structured according to the Maslow pyramid format are compared with the possibilities of meeting them using modern digital technologies. Conclusions are drawn about the necessity and possibility of teaching digital literacy to citizens of pre-retirement and retirement age in order to involve them in modern society, taking into account existing restrictions.

**Keywords:** digital education, computer education, education, older citizens, information society, digitalization.

Цифровые технологии и их активное использование в жизнедеятельности человека способствуют ускорению и совершенствованию образовательной деятельности в части информационного обмена [1]. Они стали новой средой существования людей, при этом с каждым годом данные технологии открывают все больше перспективных возможностей: обучение в удобном формате и в удобное время, круглосуточный доступ ко многим источникам информации,

проектирование индивидуальных образовательных маршрутов, возможность быть не только потребителем, но и создателем электронных ресурсов [2].

Цифровую грамотность принято определять как набор знаний и умений, применяемых в нахождении и оценки информации посредством цифровых сервисов, а также навыки защиты от угроз в сети Интернет [3]. Она является неотъемлемой частью современной жизни, ее уровень влияет на все сферы деятельности человека. Цифровая грамотность также выступает важным навыком для людей различных возрастов, специальностей, профессий, так как они осуществляют свою жизнедеятельность, в том числе трудовую, в цифровом мире [4].

На фоне перехода к цифровизации потребности человека трансформируются. Наиболее известной и часто применяемой моделью структуры человеческих потребностей является пирамида потребностей Маслоу. В контексте цифровой трансформации коренным образом меняется поведение человека по удовлетворению потребностей на всех уровнях пирамиды за счет проникновения во все сферы жизни цифровых технологий. Рассмотрим каждый уровень:

1. Физиологические потребности в еде. Если раньше эта потребность удовлетворялась через покупку продуктов в магазине или на рынке, то сейчас стремительно растет рынок заказа и доставки еды на дом и в офис.

2. Потребность в безопасности и стабильности. Традиционно эта потребность удовлетворялась в основном за счет наличия стабильной работы, социальных гарантий. Сейчас ценность стабильной работы снижается, взамен растет популярность проектного, стартапного формата, а также фриланса. На первое место в приоритетах выходит «интересность» работы, а возможность выбора из множества вариантов также обеспечивается за счет интернет-технологий. В части социальных гарантий также наблюдается тренд в сторону оформления различных льгот, выплат и т.д. через личные кабинеты в различных интернет-сервисах.

3. Социальные потребности. Потребность в общении в значительной степени стала обеспечиваться через мессенджеры, получение информации – через различные новостные интернет-сервисы, которые позволяют в том числе проводить определенную фильтрацию потока информации с учетом индивидуальных предпочтений потребителя (кастомизация новостной ленты).

4. Престижные потребности, социальный статус, общественное призвание. В этой части несомненным приоритетом становятся социальные сети, которые позволяют каждому сформировать свой образ так, как он считает нужным. Профиль человека в социальной сети отслеживается не только его друзьями, знакомыми, но и различными организациями (например, данные профиля социальной сети могут использоваться компанией при принятии решения о приеме на работу). Существует риск, что профиль в социальной сети и количество «лайков» станут самоцелью, но в нормальной ситуации социальные сети не подменяют обычное общение, а расширяют и дополняют его.

5. Потребности высшего уровня – самореализация, самовыражение,

творчество. На данном уровне интернет-технологии также предоставляют широкий спектр возможностей – начиная от потребления высококачественного контента (получение информации о произведениях искусства, доступ к различным ресурсам мультимедиа – книги, музыка, кино и т.д.), до возможности по созданию и презентации широкой аудитории своего творчества. При этом современные технологии сокращают дистанцию между создателем произведений и его аудиторией.

Доступность цифровых сервисов, образование, возраст, интересы, местожительство и прочие факторы - все это влияет на имеющиеся проблемы цифрового неравенства населения. Если одна его часть имеет доступ ко всем этим технологиям и необходимые знания и навыки по их использованию, то другая, весьма значительная часть, лишена этих возможностей. Особенно уязвимой с этой точки зрения является социальная группа старших возрастов – пенсионеры и люди предпенсионного возраста, которые из-за недостатков в навыках владения современными технологиями, остаются в буквальном смысле на «обочине» современной жизни. В последнее время эта проблема обострилась в связи с эпидемией Ковид-19, в условиях которой в связи с возникшими рисками угрозы жизни и здоровью были введены ограничения на личное общение между людьми.

Эта проблема достаточно подробно была рассмотрена в работах [3 – 6]. Единственная возможность ликвидировать это цифровое неравенство – провести обучение этой социальной группы и, на сколько это возможно, интегрировать его в современный цифровой социум. Для успешной интеграции в цифровой социум в первую очередь необходимо включить эту социальную группу в каналы взаимодействия с государством и государственными учреждениями, а именно:

- Портал Госуслуги – <https://www.gosuslugi.ru/>;
- Пенсионный фонд РФ – <https://pfr.gov.ru/>;
- Центр занятости (приведен пример по Тульской области) – <https://tulatczn.tularegion.ru/>.

Эти сервисы являются базовыми для людей старшего возраста и предназначены (по иерархии Маслоу) для удовлетворения базовых потребностей. Помимо этого, актуальным является обучение по следующим направлениям:

- мессенджеры, социальные сети – реализация потребностей общения;
- сервисы заказа и доставки – дополнительные возможности при покупке товаров, возможность выбора товаров по низким ценам;
- обучающие программы – возможность получить новые знания и навыки;
- развлекательные ресурсы (online кинотеатры, электронные библиотеки и т.д.) – обеспечение качественного досуга;
- тематические форумы – контакт с единомышленниками, обсуждение конкретных вопросов, помощь в решении проблем (например, форум садоводов – <https://forum.tvoyasad.ru/>);

- новостные информационные каналы – возможность быть в курсе событий, в том числе региональные новостные каналы, предоставляющие актуальную и важную для жителей информацию;

- различные интернет-ресурсы для творчества и самовыражения – например, ведение личного блога и т.д.

Очевидно, что этот список весьма обширен и интернет-технологии предоставляют огромные возможности сделать жизнь людей более насыщенной и интересной. При этом важным вопросом является механизм обучения людей старшего возраста, передача им необходимых знаний для успешной интеграции в цифровой социум. Обучение должно включать в себя не только механистическое освоение соответствующих навыков, но и принятие определенной цифровой культуры с присущими ей нормами коммуникации, своего рода цифрового поведения [7].

Парадоксальность ситуации заключается в том, что эффективное обучение для этой категории граждан предполагает очные занятия в группах с преподавателем, но такая форма организации не приемлема в условиях пандемии, поскольку есть серьезные риски, особенно для людей старшего возраста, которых и требуется обучать. Обучение в дистанционном режиме не сработает, поскольку подавляющая часть целевой группы не обладает необходимым уровнем компетенций, чтобы подключиться к дистанционному занятию. Здесь возможно два варианта действий:

- пассивный, т.е. ожидать улучшения эпидемиологической обстановки и реализовывать программу обучения в формате традиционных учебных групп, до этого – мероприятий не проводить;

- активный, т.е. использовать в качестве проводников и менторов молодых родственников, развернув соответствующую информационную компанию и разработав простые видеоуроки по принципу «от простого к сложному», доступные по ссылкам.

Во втором случае предполагается, что социально активные родственники помогут людям старшего возраста со стартом обучения, покажут первоначальные действия по просмотру учебных материалов. Далее, после первых уроков, необходимо, используя механизмы геймификации учебного процесса, а также автоматически создавая сообщества участников обучения, обеспечить их эмоциональное вовлечение и заинтересованность в продолжении обучения и применении полученных знаний на практике.

Ожидаемой целью обучения является вовлечение рассматриваемой социальной группы в практическое применение полученных навыков. Основываясь на этом, целесообразно привлекать к этим программам заинтересованный бизнес, к которому в первую очередь необходимо отнести крупные интернет-магазины (OZON, Lamoda и др.), которые могут интегрировать в обучающие модули свои видеоуроки, а также проводить маркетинговые мероприятия (специальные цены, скидки, отдельные витрины товаров, ориентированные на социальную группу людей старшего возраста, и т.д.). Такой подход позволит вовлечь в новую цифровую экономику

дополнительные ресурсы, обеспечить рост товарооборота, занятости, снизить издержки.

#### Список литературы

1. Постюшков А. В. Проблемы развития образования в условиях цифровой экономики / А. В. Постюшков. Москва: Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования "Международная академия образования", 2021. 169 с.

2. Антоненко Н.А. Формирование компьютерной грамотности граждан предпенсионного возраста в рамках национального проекта «кадры для цифровой экономики» / Н.А. Антоненко, Е.А. Наташкина, Ю.Н. Седых // Теоретические и прикладные вопросы экономики, управления и образования : Сборник статей II Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Пенза, 15–16 июня 2021 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. С. 33-37.

3. Бороненко Т.А. Концептуальная модель понятия цифровой грамотности / Т.А. Бороненко, А.В. Кайсина, В.С. Федотова // Перспективы науки и образования. 2020. № 4(46). С. 47-73.

4. Бабаев А.Б. Цифровая грамотность / А.Б. Бабаев, А.Л. Екатериничев // Экономика, менеджмент и право: теория и практика: сборник научных статей. Пенза: Общество с ограниченной ответственностью «Глобус», 2019. С. 56-60.

5. Курникова, М.В. Цифровая грамотность населения: теоретические основы и методики оценки / М.В. Курникова, Е.К. Чиркунова // Проблемы развития предприятий: теория и практика. 2019. № 1-1. С. 70-76.

6. Сравнительный анализ использования информационно коммуникационных технологий в регионах Центрального федерального округа как фактора развития цифровой экономики / С.В. Прокопчина, А.Б. Бабаев, А.Л. Екатериничев [и др.] // Мягкие измерения и вычисления. 2020. Т. 28. № 3. С. 71-80.

7. Цифровое поведение и особенности мотивационной сферы интернет-пользователей: логико-категориальный анализ / И.Н. Погожина, А.И. Подольский, О.А. Идобаева, Т.А. Подольская // Вопросы образования. 2020. № 3. С. 60-94.

**УДК 372.8**

### **УРОК АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В 6 КЛАССЕ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС**

Л.В. Базарова

*Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Гимназия  
«Планета Детства», Рубцовск*

**Аннотация.** В статье автор рассматривает особенности современного урока иностранного языка в условиях реализации ФГОС, раскрывает типы урока и его структуру, проводит обзор основных требований к уроку иностранного языка.

**Ключевые слова:** ФГОС, урок иностранного языка, деятельностный подход, личностно-ориентированный подход, обучение иностранному языку.

# AN ENGLISH LESSON IN THE 6<sup>th</sup> FORM IN THE CONTEXT OF THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARD

L.V. Bazarova

*Municipal budgetary educational institution  
"Gymnasium "Planet of Childhood", Rubtsovsk*

**Abstract.** In the article the author examines the features of a modern foreign language lesson in the context of the implementation of the Federal State Educational Standard, reveals the types of a lesson and its structure, reviews the basic requirements for a foreign language lesson.

**Keywords:** Federal State Educational Standard, a foreign language lesson, activity approach, student-centered approach, FL teaching.

В сентябре 2021 года введены новые образовательные стандарты третьего поколения, главным отличием которых является конкретный перечень требований к планируемым результатам освоения обучающимися программного материала - личностным, метапредметным и предметным. В предыдущей редакции ФГОС концентрировались лишь на общих правилах формирования определённых компетенций у учащихся, учебные заведения могли использовать различные образовательные программы, в которых результаты обучения не были детализированы. ФГОС 2021 года определяют чёткие требования к предметным результатам по всем дисциплинам, также они предполагают некоторые изменения и в программах основного общего образования по иностранному языку.

Изучение иностранного языка в школе формирует у учащихся основы коммуникативной культуры, осознание ими роли языка как инструмента межличностного и межкультурного взаимодействия, способствует их общему речевому развитию, воспитанию гражданской идентичности, расширению кругозора, воспитанию чувств и эмоций.

Основным требованием к уровню владения иностранным языком является не только умение общаться на иностранном языке, но и способность решать с его помощью различные профессиональные и бытовые задачи. По словам Л.В. Павловой, система иноязычного образования активно внедряет компетентностный подход, главной целью которого является преодоление разрыва между декларируемыми результатами обучения и реальными умениями и способностями, которые учащиеся приобретают на выходе из учебного заведения [3, с.307].

Как пишет Н.К. Джумакаева, новые стандарты предъявляют новые требования к планируемым результатам освоения обучающимися образовательной программы - личностным, метапредметным и предметным. На первый план выходят именно личностные результаты, которые подразумевают способность учащихся к саморазвитию, мотивацию к целенаправленной познавательной деятельности, способность к самоопределению в многокультурном и многонациональном обществе. Этому нужно уделить особое внимание именно на уроке иностранного языка, где ученик погружается в иноязычную культуру, и у него возникает риск потерять собственную культурную идентичность [2, с.824].

Современный урок в контексте реализации ФГОС представляет собой активную форму работы, цели и задачи которой определяют сами субъекты образовательного процесса - учащиеся. Учителю отводится организующая и фасилитирующая роль партнера, равноправного участника образовательного процесса по иностранному языку [4].

Необходимо отметить, что особенностью обучения иностранному языку является формирование коммуникативной компетенции, что может быть эффективным только в условиях личностно-ориентированного и деятельностного подходов.

По мнению А.А.Резниченко, деятельностный подход обучает детей общению при выполнении различных видов речевой деятельности – аудирования, чтения текстов, составления письменных и устных высказываний, где эти виды учебной деятельности рассматриваются не как самоцель, а как способ решения учащимися конкретных личностно важных задач [5, с.46-48].

Личностно-ориентированный подход учитывает индивидуальные особенности учащихся. Ученик при таком подходе рассматривается как личность, имеющая свои психологические особенности, черты характера, склонности и интересы, и поэтому для него характерен свой собственный способ осуществления деятельности по овладению иностранным языком.

Рассмотрим различные типы уроков, соответствующие современным требованиям.

М.С.Рець рассматривает четыре типа уроков: урок открытия новых знаний, общеметодологической направленности, рефлексии, развивающего контроля. Однако, по мнению автора, наибольшей эффективностью обладают нетрадиционные уроки, на которых можно создавать проблемные ситуации, повышающие и поддерживающие мотивацию детей к учению, а также развивающие у них навыки работы в команде. Примером такого нетрадиционного урока может служить урок-игра, урок-концерт, урок-дискуссия, урок-викторина, урок-квест и др. [6, с.48].

В последнее время большую популярность приобретают, так называемые, нестандартные уроки иностранного языка. Они включают в себя необычные подходы в преподавании учебного предмета, в результате чего возрастает мотивация учащихся к активной коммуникативной деятельности. Такие уроки содержат в себе большой комплекс методов и форм, таких как, поисковая деятельность, проблемное обучение, внутрипредметные и междпредметные связи. Среди них можно выделить такие уроки, как урок-игра, урок-соревнование, деловая игра, интернет-урок, урок-спектакль, урок-интервью, урок-эссе, видео-урок и др.

Говоря о структуре урока иностранного языка, некоторые авторы включают в нее следующие этапы:

1. *Организационный момент* (приветствие; диалог с дежурным; определение темы и задач урока).
2. *Фонетическая зарядка* (тренировка произношения учащихся).
3. *Речевая зарядка* (погружение в языковую среду).

4. *Основная часть урока* (проверка домашнего задания; объяснение нового материала; контроль и практика общения).

5. *Заключение* (подведение итогов урока; самооценка учащихся; выставление отметок; запись домашнего задания) [1].

К современному уроку иностранного языка предъявляется ряд следующих требований:

- кабинет иностранного языка должен быть хорошо оборудован;
- урок должен быть хорошо организован; в центре внимания урока всегда находится ученик; на уроке используется минимум репродукции, максимум творчества и сотворчества;

- учащиеся сами делают выводы в течение урока;
- учитель определяет содержание урока в соответствии с требованиями учебной программы и целями урока, умело сочетает разнообразные формы работы на уроке, активизирует самостоятельность и познавательную активность учащихся на уроке, организует проблемно-поисковые ситуации, учитывает уровень и возможности учащихся, осуществляет планирование обратной связи [6].

К основным особенностям современного урока иностранного языка ученые относят следующие:

1. *Практическая направленность урока* – формирование у детей умений и навыков использования английского языка как средство коммуникации.

2. *Атмосфера общения* - создание благоприятной атмосферы на уроке, продуктивная речевая коммуникация, учитель и ученик – речевые партнеры.

3. *Единство целей* – решение целого комплекса целей одновременно – отработка различных аспектов языка (лексика, грамматика, фонетика), развитие умений в разных видах речевой деятельности (аудирование, говорение, чтение, письменная речь).

4. *Адекватность в выборе упражнений* – подбор учителем упражнений для развития определенного вида речевой деятельности на данном уроке.

5. *Последовательность упражнений* – когда каждое предыдущее упражнение подготавливает детей к выполнению последующего.

6. *Комплексность урока* - взаимосвязь и взаимообусловленность всех видов речевой деятельности.

7. *Иноязычная речь как цель и средство обучения на уроке* - речь учителя на обучаемом языке занимает около 10% времени урока.

8. *Логика урока иностранного языка* – соотнесение всех этапов урока с основной целью; соразмерность всех этапов и подчиненность их главной цели во время выполнения; последовательность в овладении материалом и, наконец, связность урока [6].

Особого внимания заслуживают интегрированные уроки, способствующие развитию у детей межпредметных умений, что является неотъемлемой частью требований ФГОС. На уроке иностранного языка данная идея реализуется посредством объединения знаний из разных дисциплин, например, английского

языка и литературы, английского языка и географии, английского языка и истории [6, с.48].

Для реализации требований ФГОС нового поколения на уроке английского языка в 6 классе мы выбрали авторскую программу М.В. Вербицкой в соответствии с Примерной рабочей программой основного общего образования по иностранному языку для 5-9 классов (2021 г.), которые учитывают и объединяют в своем содержании и структуре положительный опыт российских методистов опыт и новейшие достижения в области филологии, педагогики, психологии и методики преподавания иностранного языка, в том числе современные подходы, выработанные в ходе модернизации процесса образования:

- личностно-ориентированный подход как дидактическую основу обучения;
- коммуникативно-когнитивный подход как психолингвистическую основу обучения иностранным языкам;
- компетентностный подход как способ достижения нового качества образования.

Языковой материал в выбранном нами УМК отличается разнообразием жанров, аутентичностью текстов и аудиоматериалов. Особое внимание уделяется работе над произношением учащихся, а также реализации межпредметных связей при обучении английскому языку. УМК способствует увеличению активного словарного запаса учащихся на уровне современных норм английского языка. Тематическое единство уроков дает возможность развивать произвольное внимание и учебную мотивацию учащихся.

На уроке английского языка мы используем методы обучения (способы, приемы, формы обучения), которые помогают учителю:

- создавать на уроке доброжелательную атмосферу, в которой ученик чувствует себя комфортно и свободно, развивать у него коммуникативные навыки и желание практически пользоваться иностранным языком;
- вовлекать в учебный процесс эмоции, чувства и ощущения ученика, учитывать его реальные потребности, стимулировать его речевые, когнитивные, творческие способности;
- ставить ученика главным действующим лицом в учебном процессе, активно взаимодействующим с другими участниками этого процесса;
- создавать ситуации, в которых учитель не является центральной фигурой; учащийся должен осознавать, что изучение иностранного языка в большей степени связано с его личностью и интересами;
- научить учащегося работать с языком самостоятельно на уровне его физических, интеллектуальных и эмоциональных возможностей и, следовательно, обеспечивать дифференциацию и индивидуализацию учебного процесса;
- использовать различные формы работы в классе: индивидуальную, групповую, коллективную, в полной мере стимулирующие активность обучаемых, их самостоятельность, творчество.

Постоянное отслеживание результатов каждого ученика делает процесс обучения английскому языку более эффективным, так как обеспечивает своевременную коррекцию и отбор содержания, приемов, методов обучения.

На уроке мы используем методы сравнения анализа деятельности учащихся, диагностируем развитие умений и навыков за определенный период. К этому можно отнести:

1. творческие работы учащихся (проекты);
2. срезы знаний (тесты, контрольные);
3. олимпиады и конкурсы.

Таким образом, при планировании и проведении урока английского языка реализация требований ФГОС дает учителю простор для новых педагогических идей и творческого поиска. Урок английского языка должен отличаться личностно-ориентированным подходом, а также применением разнообразных методов и форм организации учебной деятельности учащихся, которые соответствуют цели развития их личности.

#### Список литературы

1. Гальскова Н.Д., Бартош Д.К. Технология целеполагания урока иностранного языка / Иностранные языки в школе. 2014. № 11 . С. 20-27.
2. Джумакаева, Н.К. Новые образовательные стандарты. Формирование и развитие универсальных учебных действий в современной школе // Н.К. Джумакаева / Молодой ученый. 2014. № 3 (62). С. 823-826.
3. Павлова Л.В. Методологические основы организации иноязычного образования в условиях его модернизации /Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 76-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск. 2018. С.307-308.
4. Павлова Л.В., Вторушина Ю.Л. Урок английского языка в школе. Электронное издание / Магнитогорск, 2019.
5. Резниченко А.А. Трудности реализации новых педагогических технологий в школе при внедрении ФГОС / Молодой ученый. 2017. №3. С. 45-49.
6. Рець М.С. Современный урок иностранного языка в условиях реализации ФГОС / Молодой ученый. 2016. №17.1. С. 46-50.

**УДК 372.853**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WEB-ДИЗАЙНА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ»**

С.И. Бактиева

*ФГБОУ ВО "Мордовский государственный педагогический университет  
имени М.Е. Евсевьева"*

**Аннотация.** В статье рассмотрена важность web-дизайна в учебном процессе на примере сайта «Механические колебания и волны». Проанализированы современные средства, помогающие создавать и редактировать различную графическую информацию.

**Ключевые слова:** web-дизайн, графическая информация, сайт, физика, анимация, механические колебания.

## USE OF WEB-DESIGN WHEN STUDYING THE TOPIC "MECHANICAL VIBRATIONS AND WAVES"

S.I. Baktieva

*Federal state budget educational institution of higher education*

*"Mordovsky state pedagogical institute named after M. E. Evseviev "*

**Abstract.** The article discusses the importance of web design in the educational process on the example of the site "Mechanical vibrations and waves". Analyzed modern tools to help create and edit various graphic information.

**Keywords:** web-design, graphic information, website, physics, animation, mechanical vibrations

Со словом «дизайн» каждый из нас знаком, но что представляет из себя «WEB- дизайн»? Как он поможет усвоить одну из сложных тем в курсе физики?

Web-дизайн –это одна из разновидностей графического дизайна, используемая для визуального преобразования какой-либо информации на сайтах. Примеры web-дизайна: оформление шапки сайта, красочный фон, добавление анимации.

И взрослый, и ребенок, когда посещает различные сайты, обращает внимание наразличного рода визуальную информацию. Грамотно подобранная графика помогает лучше воспринимать временами скучный текст. Так почему бы не использовать такой прием, как «Web-дизайн» при изучении учебного материала. Кстати, давно уже доказано, что визуальная информация запоминается и воспроизводится быстрее текстовой – «эффект превосходства образа».



Рис. 1 – Результаты мониторинга ЮНЕСКО

Физика, биология, география – предметы, которые без визуального представления процессов существовать не сможет. Как вообразить беспорядочное движение молекул или движение Земли вокруг солнца? Сложно представить, если ты не разглядывал картинки в книжках или не смотрел

фильмы. В учебниках физики достаточно много изображений различных физических процессов и явлений, но анимация сложит все части воедино.

Анимация – создание иллюзии движения различных объектов. Многие физические явления человеческий глаз воспринять просто не может. Например, магнитное поле или движение электронов в проводнике. Тогда на помощь приходят современные средства визуализации информации:

- Плакаты
- Мультимедийный проектор
- Демонстрационные модели
- Экран компьютера и т.д.

С их помощью можно показать ученикам то, что в реальной жизни увидеть невозможно.

Где учителю будет удобно размещать или создавать самому, нужную для проведения урока графическую информацию?

- Текстовый документ
- Презентация
- Специальные сайты (LearningApps, Weebly, Canva) и т.д.

В современном мире существует большой выбор различных бесплатных сервисов, помогающих учителю спроектировать свой личный сайт. Размещать только нужную и важную для урока текстовую и графическую информацию. Рассмотрим несколько из них:

#### 1. Weebly

Без знания программирования на этом сервисе можно создать страничку своего сайта. Здесь есть различные шаблоны и темы на выбор. Создавать и редактировать страничку можно путем перетаскивания элементов. Также есть возможность создания совместного проекта с учениками.

#### 2. Canva

Функции такие же что и в предыдущем примере. Есть возможность создавать презентации в виде слайд-шоу.

#### 3. Xmind

Если учителю нужна помощь в создании интеллект-карт и диаграмм, то этот сервис отлично подойдет.

#### 4. LearningApps

Данный сервис – это своего рода конструктор для создания интерактивных учебных модулей по разным предметным дисциплинам для применения на уроках и во внеклассной работе. Онлайн-сервис позволяет создавать собственные упражнения, задания, приложения, сохранять их в различных форматах.

Если есть небольшие знания в области программирования, то с помощью языка HTML можно создавать полноценные сайты. Данный способ удобен, если учитель хочет объединить и разнообразить большое количество информации.

HTML (HypertextMarkupLanguage) - это код, который используется для

структурирования и отображения веб-страницы и её контента.

Итак, тему «Механические колебания и волны» можно представить с помощью вот такого сайта:

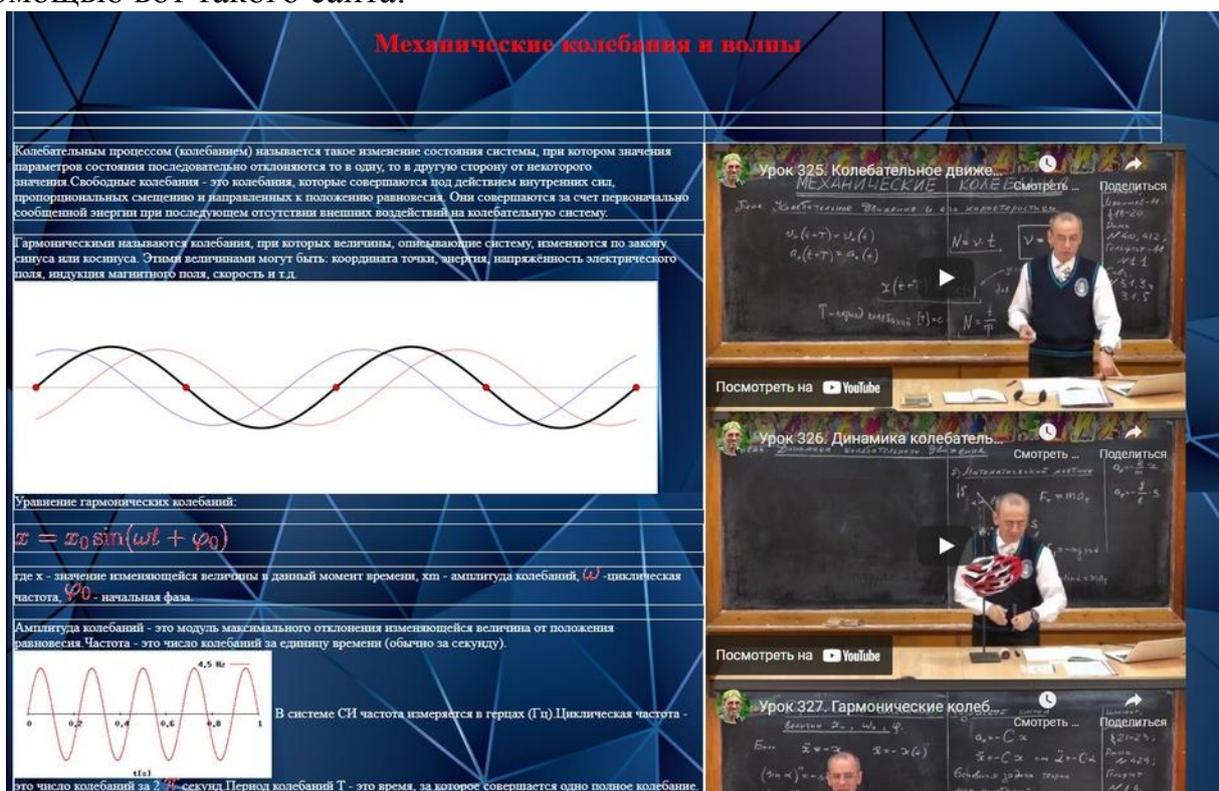


Рис. 2 – Первая часть сайта

Данный сайт был создан мной, и написан на языке HTML. Здесь с помощью анимации, показано, как выглядят гармонические колебания. Также, хорошо проиллюстрировано отличие понятий «амплитуда», «период» и «частота».

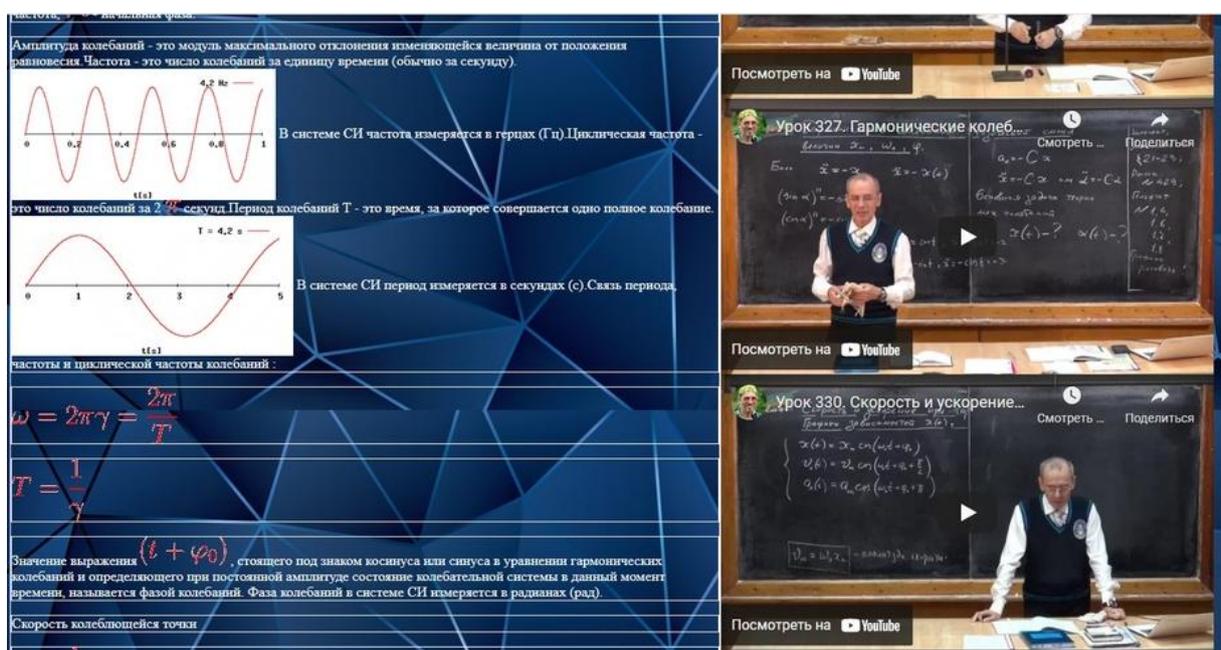


Рис. 3 – Вторая часть сайта

Дополнить графическую информацию можно видеороликами, формулами, графиками и т.д.

Такой сайт отлично раскрывает большую и сложную тему. Тем более, в современном мире, когда ученики уже редко обращаются в библиотеки, ссылка на сайт учителя будет востребована как никогда.

В заключении хочется отметить то, что на данный момент очень много различных средств, помогающих сделать уроки интересными и запоминающимися. С помощью специальных сайтов или программирования, можно создавать презентации, макеты, интерактивные плакаты, сайты и множество чего еще.

#### Список литературы

1. Апатова Н.В. Информационные технологии в школьном образовании / Н.В. Апатова - М.: Издательский центр «Академия», 2006. 125 с
2. Бухаркина М.Ю. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учебное пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / М.Ю. Бухаркина, Е.С. Полат, М.В. Моисеева, А.Е. Петров; под ред. Е.С. Полат. - М.: Издательский центр «Академия», 2002. 542 с.
3. Вотролл Э. Изучаем веб-дизайн / Э. Вотролл, Дж. Сьярто. М.: Эксмо, 2010. 496 с.
4. Дакетт Д. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Д. Дакетт. М.: Эксмо, 2015. 480 с.
5. Макнейл П. Веб-дизайн. Книга идей веб-разработчика / П. Макнейл. СПб.: Питер, 2017. 480 с
6. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. / Е.И. Машбиц. М.: Издательский центр «Академия», 2002.158с.
7. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб.пособие / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров. М.: Просвещение, 2005.380с
8. Рабинович М.И. Введение в теорию колебаний и волн / М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков. М.: [не указано], 2001. 546с.
9. Риверс Максимализм. Графический дизайн эпохи упадка и пресыщенности / Риверс, Шарлотта. М.: АСТ, 2015. 160 с.
10. Сырых Ю.А. Современный веб-дизайн. Рисуем сайт, который продает / Ю.А. Сырых. М.: Вильямс, 2008. 304 с

УДК 372.8

## ОБУЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ НА ПРИМЕРЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

А.А. Дюдяева

*ФГБОУ ВО "Мордовский государственный педагогический университет  
имени М.Е. Евсевьева"*

**Аннотация.** В статье рассмотрено компьютерное моделирование, как средство изучения физических явлений. Также, продемонстрировано движение поршня в среде программирования PascalABC.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, программирование, физические явления, PascalABC, информатика.

## COMPUTER MODELING TRAINING IN THE SCHOOL COURSE OF COMPUTER SCIENCE ON THE EXAMPLE OF PHYSICAL PHENOMENA

A.A. Dyudyaeva

*Federal state budget educational institution of higher education  
"Mordovsky state pedagogical institute named after M. E. Evseviev "*

**Abstract.** The article considers computer modeling as a means of studying physical phenomena. Also, the movement of the piston in the PascalABC programming environment is demonstrated.

**Keywords:** computer modeling, programming, physical phenomena, Pascal ABC, computer science.

В данной статье я бы хотела затронуть такую тему как компьютерное моделирование и области, в которых оно применяется. Но в особенности мне хотелось бы раскрыть данную тему в области физики на примере физических явлений, так как эта тема мне близка, ведь я являюсь студенткой физико-математического факультета, профиля «Физика».

Начнём с понятия компьютерная модель. По определению, компьютерная модель, это некий образ объекта или системы объектов, отображающий нужный в данной ситуации какой-то определенный признак реального объекта. Компьютерная модель отличается от формальной тем, что она описана с помощью языка программирования.

Теперь имея представление, что такое компьютерная модель, можем перейти к понятию компьютерное моделирование. Что же это такое и каковы его главные задачи?

Компьютерное моделирование – это такое же моделирование, но с использованием компьютерных технологий.

В настоящее время компьютерное моделирование используется практически во всех сферах науки. Данный процесс, помогает людям изучать, описывать, измерять различные явления и объекты окружающей действительности. Как проводить эксперименты, которые из-за различных причин просто невозможно воспроизвести на Земле? Только благодаря существованию компьютерного моделирования, мы можем больше узнать

о таких сложных науках как квантовая и ядерная физика, инженерия, медицина и т.д. Компьютерное моделирование становится новым методом, в результате которого мы получаем количественные и качественные данные.

Итак, главной задачей компьютерного моделирования является представление компьютерной модели и получение по ней каких-либо результатов.

Остановимся подробнее на физических экспериментах. Чтобы в обычных условиях провести какой-нибудь опыт, нужно:

- большое количество приборов и установок.
- время.
- подготовленное место.

И прочее.

Очень часто эксперименты приводят не к тому результату, которое ожидалось увидеть. А сколько раз опыты приводили к различным трагедиям.

Во избежание таких издержек в физике начались применяться компьютерное моделирование и онлайн-лаборатории. На этих платформах можно более наглядно отобразить демонстрационные эксперименты, физические явления и процессы. И это будет намного дешевле, чем провести некоторые эксперименты в живую, ведь комплект оборудования для каждого раздела физики оценивается в сотни тысяч.

Рассмотрим несколько таких онлайн лабораторий:

1. Первая онлайн-лаборатория находится по адресу: [mediadidaktika.ru](http://mediadidaktika.ru). Огромное количество ярких, понятных, наглядных экспериментов по всем разделам физики.

2. Еще один, похожий на предыдущий, сайт для проведения экспериментов онлайн. Находится он по адресу: [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net). Данной лабораторией можно пользоваться бесплатно.

Конечно, виртуальный эксперимент не сможет заменить живой. Но, плюсов в компьютерном моделировании достаточно много. Можно останавливать опыт, повторять его столько раз, сколько захочется. Можно быстро проводить расчеты, с достаточно маленькой погрешностью.

Использование компьютерного моделирования целесообразно в случаях, когда:

- для расчета измеряемой величины используются однотипные и громоздкие формулы;
- решаются сложные уравнения;
- необходимо строить графики, диаграммы;
- затраты огромного количества ресурсов (денег, людей и т.д.)

Компьютерное моделирование экспериментов в физике дает большие возможности, позволяя получить более полную информацию об изучаемых явлениях.

Использование компьютерного моделирования также упрощает работу учителя физики в школах. Иногда, бывает такое, что в школе нет нужных инструментов для демонстрации опыта. Тогда, такие сайты с онлайн-лабораториями очень нужны.

При моделировании физических процессов с помощью программирования обычно применяются традиционные языки программирования Pascal, C++, Delphi, Basic, а предварительная обработка графики может осуществляться с помощью пакетов 3D Studio MAX, Photoshop, CorelDraw.

Для себя я выбрала язык программирования PascalABC. В этой программе удобно продемонстрировать многие физические явления и процессы, а также провести количественные расчёты.

В своей программе я продемонстрировала бросок камня под определённым углом к горизонту, в некоторой системе координат.

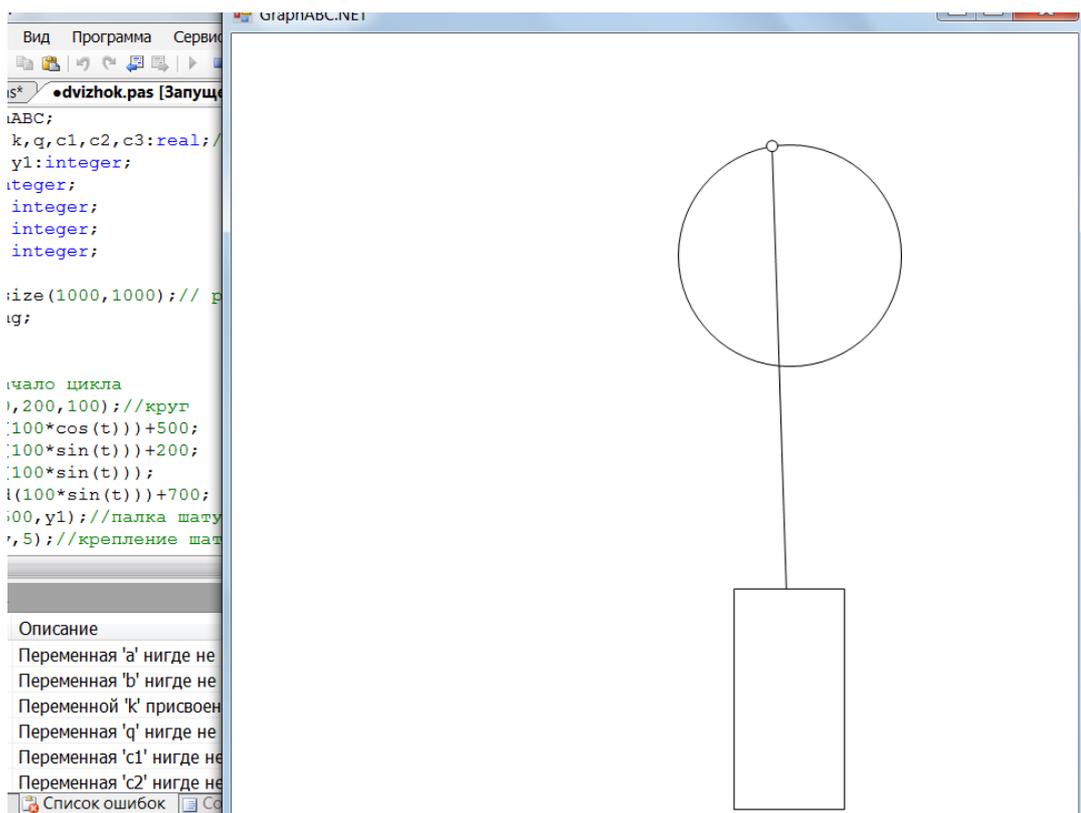


Рис. 1 – Изображение движения поршня

При изменении некоторых переменных, можно проследить, как будет меняться движение всех частей поршня в двигателе машины. В данной программе, можно задать любые, интересующие нас данные.

Например, переменная  $t$  отвечает за время. Программа будет изменять время с интервалом  $0,1$ . Движение палки с креплением описывает окружность, поэтому у них меняются все координаты. Изменение координат - это функция, зависящая от времени. Движение самого поршня будет задаваться формулой, где меняется только координата  $y$ . Это связано с тем, что он движется только вертикально.

Данная программа также содержит в себе цикл. Без этого описать изменение каких-то тел практически невозможно.

Программный код:

```
usesGraphABC;
```

```

var a,b,t,k,q,c1,c2,c3:real;//объявление переменных
x,y,z,y1:integer;
c,d:integer;
  a1,b1:integer;
  a2,b2:integer;
  a3,b3:integer;
begin
setwindowsize(1000,1000);// размерокна
lockdrawing;
t:=0;
k:=0;
repeat//началоцикла
circle(500,200,100);//круг
x:=(round(100*cos(t))+500;
y:=(round(100*sin(t))+200;
z:=(round(100*sin(t)));
y1:=(round(100*sin(t))+700;
line(x,y,500,y1);//палкашатуна
circle(x,y,5);//креплениешатуна
rectangle (450,600+z,550,800+z);//прямоугольник
sleep(20);
t:=t-0.1;//быстрота(+,если в обратную)
redraw;
Clearwindow;
until 1>2
end.

```

Как можно применить данный пример в обучении? Когда дети проходят программирование, можно показать им, как с помощью программы Pascal. ABC реализовать движение различных тел. Также, по этой теме можно давать ученикам задания на дом или проекты. Например, с помощью похожей программы можно попытаться самим изобразить падение тела с какой-нибудь высоты.

В заключении хотелось бы отметить, что в настоящее время есть множество различных программ и онлайн-лабораторий, которые помогают облегчить учёбу в школе и сделать ее даже немного интереснее. Мы имеем большие возможности для реализации своего потенциала, не только в школе, но и дома, ведь все программы и онлайн-лаборатории находятся в свободном доступе для всех и легки в понимании.

#### Список литературы

1. Боев В.Д. Сыпченко Р.П., Компьютерное моделирование. ИНТУИТ.РУ, 2010. 349 с.

2. Булавин Л.А. Выгорницкий Н.В., Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. 352 с.
3. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. Часть первая. М.: Мир, 2003. 400 с.
4. Десненко С.И., Десненко М.А. Моделирование в физике: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Чита: Изд-во ЗабГПУ, 2003. Ч I. 53 с.
5. Кузнецова Ю.В. Спецкурс «Компьютерное моделирование в физике» / Ю.В. Кузнецова // Физика в шк. 2008. №6. 41 с.
6. Лычкина Н.Н. Современные тенденции в имитационном моделировании. - Вестник университета, серия Информационные системы управления №2. М., ГУУ., 2000. 136 с
7. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование. АСТ-Пресс, 2004. 211 с.
8. Толстик А. М. Роль компьютерного эксперимента в физическом образовании. Физическое образование в вузах, т.8, №2, 2002, С. 94-102

**УДК 37**

## **ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ВУЗЕ**

Ю.В. Казанцева

Рубцовский индустриальный институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова», г. Рубцовск

**Аннотация.** Данная статья раскрывает сущность понятия проектной и исследовательской деятельности учащихся на уровне среднего общего образования. Также в статье рассмотрены такие понятия как проект, проектная деятельность, типы проектов для учащихся средней общеобразовательной школы. Личностные и метапредметные результаты рассматриваются как дальнейшая база для формирования универсальных компетенций в вузе.

**Ключевые слова:** проект, проектная деятельность, личностные результаты, метапредметные результаты.

## **STUDENTS' PROJECT ACTIVITY AS A BASIS FOR FORMING UNIVERSAL COMPETENCIES AT THE UNIVERSITY**

Yu.V. Kazantseva

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University,  
Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The article examines the essence of the project activities at secondary school. Such concepts as project, project activity, types of projects are revealed. Personal and metasubject results are considered as a further basis for the formation of universal competencies at the university.

**Keywords:** project, project activities, personal results, metasubject results

На современном этапе развития системы образования в соответствии с требованием государственного образовательного стандарта среднего общего образования проектная деятельность учащихся приобретает особое значение. Она способствует формированию и развитию личностных качеств обучающихся, предполагает становление и развитие личности обучающегося, соответствующей требуемой модели выпускника: конкурентноспособной личности, ориентирующейся в меняющемся образовательном пространстве, личности, владеющей основами научного мировоззрения, способной к творческой и инновационной деятельности, готовой к сотрудничеству, способной работать в команде.

Учебный проект является одним из средств достижения результатов внедрения ФГОС на уровне среднего общего образования. Разработка индивидуального проекта способствует достижению личностных и метапредметных результатов обучения. Проектная деятельность направлена на повышение компетентности в определенной предметной области или в смежных предметных областях, развитие способностей целеполагания, проектирования, способности анализировать свою деятельность и деятельность других, способности создания конечного продукта, имеющего личностную значимость или значимость для других.

Учебный проект рассматривается как организованная особым образом дидактическая база, которая позволяет обучить целенаправленной деятельности по нахождению способа решения проблемы путем решения задач, вытекающих из этой проблемы при рассмотрении ее в определенной ситуации [2].

Метод учебных проектов представляет собой специально организованную систему дидактических приемов, которая мотивирует учащихся на самостоятельный поиск, совместные или индивидуальные действия по применению учебно-познавательных приемов по нахождению способа решения заданной проблемы [1].

По мнению Яковлевой Н.Ф., проект – это определенный вид деятельности, который представлен в виде ряда мероприятий, имеющих следующие характеристики:

- разработка и решение лично или социально значимой проблемы;
- достижение определенной, заранее предвосхищаемой цели;
- постановка задач, соответствующих поставленной цели;
- наличие или поиск обеспечения определенными ресурсами, необходимыми для реализации проекта;
- разработка критериев мониторинга для достоверной оценки промежуточных результатов проектной деятельности;
- учет и избегание возможных рисков [4].

Разработка и реализация учебного проекта, таким образом, представляет собой ряд взаимосвязанных этапов:

- вычленение из проблемного поля проблемы, которая может носить характер личной или социальной значимости;

- представление идеи (гипотезы) проекта в виде схемы, чертежа, модели для более наглядного видения;
- разработка плана реализации проекта с поэтапным мониторингом промежуточных результатов и сопоставление их с предполагаемыми данными;
- выбор способов деятельности: индивидуальных или групповых на различных этапах реализации;
- выбор наиболее оптимального способа презентации конечного результата деятельности для более наглядного представления;
- выбор наиболее оптимального способа представления процесса проектирования для учета наиболее сильных и западающих моментов;
- анализ хода деятельности и сравнение конечного результата с первоначальной моделью (гипотезой);
- предположение о дальнейших возможностях разработки выделенной из проблемного поля проблемы.

При разработке проекта учитель должен организовать деятельность учащихся таким образом, чтобы учитывать различное сочетание видов учебной деятельности, необходимых для достижения оптимального результата (поисковой, познавательной, практико-ориентированной, эвристической и т.д.), которая должна вести к формированию метапредметных и личностных результатов, к развитию способностей и навыков практической деятельности. Необходимо учитывать способности, задатки и таланты учащихся, интересы и пристрастия к определенному виду деятельности, и подбирать виды проектов таким образом, чтобы они способствовали их развитию. Со стороны учителя это требует определенных навыков, педагогической наблюдательности.

Проекты также должны способствовать углублению и развитию предметных результатов. По содержанию проект может быть монопредметным (в рамках одного учебного предмета) или метапредметным (в рамках двух и более учебных предметов).

В зависимости от доминирующего в проекте вида деятельности выделяют следующие типы проектов:

- Практико-ориентированный, социальный: основной целью проекта является решение практико-ориентированных или общественно-социальных задач, продуктом деятельности может являться создание готового изделия, макета, атласа, буклета, мультимедийного продукта, участие в социальной программе, мероприятии или акции и т.д.

- Информационный, информационно-аналитический: цель проекта - сбор и анализ информации, анализ информационных источников, продуктом проекта является представление определенной информации, необходимой для дальнейшего исследования (например, реферат, таблица, диаграмма и т.д.)

- Исследовательский: целью проекта является доказательство или опровержение какой-либо гипотезы, продукт проекта – реферат, исследовательская работа, публикация научной статьи.

- Творческий: целью проекта является реализация творческих способностей учащихся, проект направлен на самовыражение, продуктом

является концерт, проведение творческого мероприятия в рамках класса, школы и т.д.

- Ролево-игровой: целью проекта является применение определенных ролей в конкретных ситуациях, это могут быть литературные герои, реальные или придуманные роли, действующие в различных учебных ситуациях, продукт проекта – ролевое представление, организация праздника и т.д.

В реальности проектная деятельность зачастую имеет смешанный характер. Например, творческий проект с социальной направленностью, практико-ориентированный исследовательский проект, практико-ориентированный творческий проект и т.д.

В соответствии с типом проекта реализация проектной деятельности предполагает наличие нескольких этапов:

- проблематизация, т.е. выделение и формулирование определенной проблемы, которая может носить предметный или надпредметный характер; выделение подпроблем и постановка задач, вытекающих из представленной проблематики;

- планирование деятельности (выделение этапов деятельности с промежуточным фиксированием достигнутых результатов для решения проблемы);

- поэтапная организация деятельности в соответствии с планированием;

- корректировка собственной деятельности на любом этапе;

- поиск определенной информации (выделение нужных знаний из информационного поля, привлечение соответствующих проблеме источников информации);

- развитие навыков исследовательской деятельности (выдвижение гипотез, анализ информации, обобщение, синтез);

- выбор материалов и технологий изготовления конечного продукта деятельности, отвечающих цели и проблеме проекта;

- презентация собственной деятельности и представление конечного продукта деятельности;

- самоанализ деятельности, результативности решения проблемы (анализ «сильных» и «слабых» сторон в процессе работы над проблемой);

В ходе проектной деятельности предполагается достижение следующих личностных и метапредметных результатов:

- Формирование ключевых компетенций, предусмотренных ФГОС;

- Воспитание таких личностных качеств как самостоятельность, ответственность, инициативность;

- Повышение учебной мотивации и эффективности учебной деятельности;

- Формирование умений ставить цели, выбирать средства в соответствии с представленной задачей, принимать взвешенные решения

- Развитие способности к поиску нестандартных решений и действию в нестандартных ситуациях;

- Формирование и развитие навыков публичного представления своей

деятельности и конечного продукта, накопление опыта публичных выступлений;

- Формирование позитивного отношения к собственной и групповой деятельности

Проектная деятельность учащихся является именно той базой, на основе которой формируются универсальные компетенции в высших учебных заведениях.

Реализация основной образовательной программы высшего образования предполагает, в первую очередь, формирование ряда универсальных компетенций.

Под универсальными (общими) компетенциями понимается способность человека устанавливать связи между знанием и реальной ситуацией, осуществлять принятие верного образовательного направления и вырабатывать алгоритм действий по его реализации в условиях неопределенности, являющиеся основанием для других, более конкретных и предметно-ориентированных составляющих [3].

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования можно выделить ряд универсальных компетенций, таких как:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

- Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

- Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;

- Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Именно проектная деятельность вырабатывает первичные навыки и является базой для формирования вышеперечисленных компетенций.

Учитывая вышесказанное, в результате проектной деятельности должно происходить не только достижение личностных и метапредметных результатов, но и формирование личности учащегося, соответствующей требуемой модели выпускника, то есть личности, способной планировать собственное интеллектуальное развитие, развитие предметных компетенций в выбранной сфере деятельности, умеющей самостоятельно планировать собственную деятельность, владеющую основами творческой и исследовательской деятельности, умеющей сотрудничать в коллективе, способной анализировать собственную деятельность и строить дальнейшие перспективы. Именно эти качества способствуют дальнейшей успешной учебе в вузе, а в дальнейшем стать успешными и активными членами общества.

## Список литературы

1. Воюшина М.П. Формирование культурного поля школьника в урочной и неурочной образовательной деятельности // *Метаметодика как перспективное направление развития предметных методик обучения*. Выпуск 7. СПб.: Северная звезда, 2010. С. 24.
2. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. 3-е изд., испр. и доп. М.: АРКТИ, 2005. 112 с.
3. Пузанков Д. В. Проблемы оценивания результатов обучения при компетентностном задании требований к выпускнику вуза // *Материалы XI Симпозиума «Квалиметрия в образовании: методология, методика, практика»*. М., 2006. С. 25-28.
4. Яковлева Н.Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении [Электронный ресурс]: учеб.пособие. 2-е изд., стер. М.: ФЛИНТА, 2014. 144с.

УДК 378

### **ФОРМИРОВАНИЕ ГОТОВНОСТИ СУБЪЕКТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ К ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗАНЯТИЯХ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКОМ**

А.Н. Корниенко

*Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ*

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема формирования готовности субъектов образовательного процесса высшей школы к реализации проектного метода (проектной технологии) обучения в процессе изучения иностранного языка. Базируясь на анализе теоретической литературы и изучении опыта по проблеме применения метода проектов в высшей школе, автор выделяет основные показатели готовности студентов к проектной деятельности и предлагает способы формирования этой готовности. Автор также выделяет несколько категорий проблем, с которыми может столкнуться преподаватель в процессе внедрения метода проектов в образовательный процесс, и намечает пути решения этих проблем.

**Ключевые слова:** метод проектов, проектная работа, проектная деятельность, готовность, иностранный язык, высшая школа, решение проблем.

### **DEVELOPING READINESS OF HIGHER SCHOOL EDUCATION SUBJECTS FOR PROJECT-BASED LEARNING ACTIVITIES IN FOREIGN LANGUAGE CLASSES**

A.N.Kornienko

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical  
University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The paper discusses the problem of developing students and teachers' readiness for project-based learning in foreign language classes. Basing on the theoretical analysis as well as the experience of project-based teaching at higher schools, the author specifies the main indicators of students' readiness for project-based learning activities and suggests the ways to develop this readiness. The author also identifies several categories of problems that a teacher may face while applying a project-based teaching approach and outlines the ways of solving these problems.

**Keywords:** project-based teaching, project work, project-based learning activities, readiness, foreign language, higher school, problem solving.

Современные педагоги и исследователи активно пытаются применять метод проектов (проектную технологию) в процессе подготовки будущих профессионалов, находя различные способы внедрения этого метода в образовательный процесс высшей школы. Основы применения метода проектов в процессе изучения иностранного языка были разработаны в трудах И. А. Зимней, И. А. Колесниковой, Н. Ф. Коряковцевой, Е. С. Полат, Т. Е. Сахаровой и др. [1; 2; 3; 4]. Проблемам, связанным с эффективным использованием метода проектов в рамках изучения иностранного языка в вузе посвящены работы Л. Е. Алексеевой, Л. В. Голиковой, Г. А. Забелиной, А. Г. Ковалевой, А. Н. Корниенко, Л. В. Скоповой и др. [5; 6; 7; 8; 9; 10; 11].

Изучение теоретических основ метода проектов и опыта его применения в условиях высшей школы позволило нам установить, что концептуальной основой рассматриваемого метода является положение о направленности учебно-познавательной деятельности студентов на результат, который получается в процессе реализации самостоятельно спланированной ими деятельности, направленной на разрешение проблемы, имеющей теоретическую или практическую значимость для них.

Анализируя проблему реализации метода проектов в вузе, мы также отметили, что ученые рекомендуют соблюдать ряд условий с тем, чтобы работа над проектом была эффективной. Среди таких условий, по нашему мнению, особое значение имеет формирование готовности субъектов образовательного процесса к проектной деятельности,

В психологическом словаре готовность к какому-либо действию рассматривается как форма установки, характеризующаяся нацеленностью на выполнение данного действия. Эта установка опирается на личностный смысл выполняемого действия и подкрепляется определенной суммой знаний, умений и навыков, а также решимостью противодействовать трудностям и препятствиям, возникающим во время выполнения этого действия [12]. В данной статье мы опираемся именно на такое толкование термина.

Исходя из этого определения, в качестве основных показателей готовности студентов к реализации проектной деятельности мы выделяем наличие положительной мотивации как к самой деятельности по решению задачи учебного проекта, так и к изучению иностранного языка. Средства создания и поддержания такой мотивации включают: разнообразие и новизну, преодолимую трудность изучаемого материала, опору на имеющиеся знания, эмоциональную окраску учебного материала, а также возможность проявить в учении инициативность и самостоятельность. Большое внимание, по нашему мнению, нужно уделить разъяснению значения иностранного языка для будущей трудовой деятельности студентов, находить способы практического использования языка в процессе обучения: осуществлять поиск значимой в профессиональном плане информации на иностранном языке, участвовать в

международных форумах (возможно, в дистанционном формате), изучать возможности продолжения обучения (нахождения работы) за границей и т.п.

Следует также обратить внимание студентов на роль проектной культуры в профессиональной карьере современного специалиста. Осознание того, что овладение навыками проектирования предполагает выполнение ряда действий, направленных на развитие способностей, необходимых для будущей профессиональной деятельности, содействует, по нашим наблюдениям, созданию положительной мотивации к реализации учебных проектов.

Созданию положительной мотивации как фактору формирования готовности студентов к проектной деятельности способствует, на наш взгляд, включение в программу обучения проектов разной степени сложности с тем, чтобы слабая языковая подготовка не становилась препятствием для участия в проекте. Наш многолетний опыт применения метода проектов в процессе изучения иностранного языка в вузе свидетельствует о том, что оптимальная в лингвистическом плане сложность проектного задания и знание алгоритма его реализации позволяют обучающемуся успешно выполнить задачу, испытывая удовлетворение от процесса познания, что становится стимулом для его дальнейшего развития. Адекватное распределение ролей между участниками работы в зависимости от степени их владения иностранным языком также позволяют решить проблему, связанную с разноуровневой языковой подготовкой студентов, которая является нередким явлением в неязыковом вузе.

Готовность студента к выполнению учебного проекта также предполагает, по нашему мнению, знание основ проектной деятельности, что обеспечивается проведением специального пропедевтического курса, который состоит в кратком, систематическом изложении этих основ.

Очевидно, что деятельность, связанная с реализацией учебного проекта – это трудоемкий, непростой процесс, который требует от студентов различных умений, связанных с постановкой задач, планированием, поиском, обработкой и презентацией информации. Следовательно, для формирования готовности студентов к проектной деятельности необходимо использовать методы и приемы обучения, направленные на развитие указанных умений, включать в учебный процесс задания, связанные с их применением.

К приемам и методам, обеспечивающим развитие навыков и умений, необходимых для эффективной работы над учебным проектом, мы относим: проблемный метод; метод сотрудничества; языковые и ролевые игры; дискуссии; «мозговой штурм»; ситуационный анализ; метод интеллектуальных карт; анкетирование и др.

Примерами заданий, связанных с применением вышеуказанных умений и навыков, могут являться:

- проблемные задания, направленные на нахождение способа решения какой-либо проблемы, связанной с содержанием текста или обусловленной речевым действием (для развития умений ставить (определять) задачу и находить пути ее разрешения);

- задания, предполагающие работу в малых группах (для развития навыков коллективной работы);
- задания на применение метода «мозговой штурм» (для развития умения находить коллективное решение в сжатые сроки);
- задания, связанные с поиском необходимой (недостающей) информации, сопоставлением фактов, событий (для развития поисковых умений);
- анализ достоинств и недостатков чужих идей, подходов, ситуаций (для развития умения анализировать информацию);
- задания на развитие умений представлять информацию наглядным способом (в виде таблиц, графиков, диаграмм);
- мини-проекты, занимающие по длительности часть занятия (для ознакомления со структурой и логикой проектной деятельности) и т. д.

Для эффективного функционирования метода проектов в условиях изучения иностранного языка в высшей школе требуется не только готовность студента, но и готовность преподавателя. Обработка результатов анкетирования, направленного на выявление отношения преподавателей к проблеме использования метода проектов, которое проводилось нами на первом этапе настоящего исследования, выявила следующие категории проблем:

– концептуальные трудности (проблемы, связанные с недостатком знаний в конкретной профессиональной области (информатика, энергетика, экономика, менеджмент и др.), необходимых для отбора актуальных и значимых в профессиональном плане тем проектов и разрешением теоретических и практических проблем, возникающих в процессе реализации проектной деятельности);

– методические трудности (проблемы, возникающие при составлении программы или курса обучения, базирующегося на применении метода проектов, недостаток (отсутствие) необходимых учебно-методических материалов);

– организационные трудности (проблемы, связанные с внедрением учебных проектов в процесс обучения);

– языковедческие трудности (незнание специфической лексики).

Концептуальные трудности частично решаются посредством взаимодействия преподавателя (преподавателей) иностранного языка с преподавателями профилирующих кафедр. Сюда относятся:

– совместные заседания кафедр для рассмотрения и утверждения тематики проектов профессиональной направленности;

– реализация междисциплинарных проектов;

– консультирование у преподавателей профильных дисциплин.

Ряд организационных задач, связанных с внедрением метода проектов в учебный процесс, решается преподавателем, курирующим реализуемый проект: распределение учебного материала на занятии с учетом выполняемого проекта, организация консультаций и т.п. Для решения других проблем приходится прибегать к помощи администрации вуза (например, может потребоваться

внесение временного изменения в расписание в связи с выполнением какого-либо специфического этапа работы над проектом или могут понадобиться какие-либо дополнительные ресурсы).

Разрешение методических и языковедческих трудностей мы связываем с совершенствованием и самосовершенствованием иноязычной профессиональной компетентности преподавателя иностранного языка в рамках прохождения им курсов по повышению квалификации и переподготовке, а также в процессе самообразования.

Решение вышеуказанных проблем, по нашему мнению, обуславливает готовность преподавателя иностранного языка к применению проектной технологии на занятиях. В свою очередь, готовность преподавателя к использованию проектной технологии вкупе с наличием у студентов положительной мотивации по отношению к проектной деятельности на иностранном языке, а также овладением ими основ проектной деятельности обеспечивает готовность субъектов образовательного процесса высшей школы к проектной деятельности на занятиях иностранным языком.

#### Список литературы

1. Зимняя И.А. Проектная методика обучения иностранному языку / И.А. Зимняя, Т.Е. Сахарова // Иностр. языки в школе. 1991. № 4. С. 9-15.
2. Колесникова И.А. педагогическое проектирование / И.А. Колесникова, М.П. Горчакова-Сибирская [под ред. И. А. Колесниковой]. М. : Издательский центр «Академия». 2005. 288 с.
3. Коряковцева Н.Ф. теория обучения иностранным языкам: продуктивные образовательные технологии: учеб.пособ. для студ. лингв. фак. высш. учеб. заведений / Н.Ф. Коряковцева. М. : Издательский центр «Академия». 2010. 192 с.
4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : Учеб.пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Е.С. Полат [и др.] ; под ред. Е. С. Полат. М. : Издательский центр «Академия». 2002. 272 с.
5. Алексеева Л.Е. Методика обучения профессионально ориентированному иностранному языку. Курс лекций: Методическое пособие / Л.Е. Алексеева. СПб. : Филологический факультет СПбГУ. 2007. 136 с.
6. Голикова Л.В. Формирование профессиональной иноязычной коммуникативной компетентности студентов неязыкового вуза на основе проектной технологии обучения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Л. В. Голикова. СПб., 2005. 246 с.
7. Забелина Г.А. Метод проектов в системе высшего профессионального образования: дис....канд. пед. наук: 13.00.01 / Г. А. Забелина. Москва, 2009. 168 с.
8. Ковалева А.Г. Система междисциплинарных проектов в обучении иностранному языку студентов неязыковых направлений подготовки / А.Г.

Ковалева и др. // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. 2019. № 2 (37). С. 15-20.

9. Корниенко А.Н. Применение интеллект-карт в проектной деятельности студентов при изучении иностранного языка / А.Н. Корниенко // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. 2016. № 3 (26). С. 37-41.

10. Корниенко А.Н. Подготовка будущего экономиста к профессиональной деятельности средствами иноязычных профессионально ориентированных проектов / А.Н. Корниенко // Проблемы и перспективы развития экономики и менеджмента в России и за рубежом: Материалы Двенадцатой международной научно-практической конференции 19-20 ноября 2020 г. / Рубцовский индустриальный институт. Рубцовск, 2020. С. 214-219.

11. Скопова Л.В. Проект как творческий метод обучения иностранному языку студентов экономических специальностей / Л.В. Скопова, О.Л. Соколова // Сопоставительная лингвистика. 2015. Выпуск 4. С. 80-83.

12. Психология: Иллюстрированный словарь / И.М. Кондаков. 2-е изд., доп. и перераб. СПб :Прайм-ЕВРОЗНАК. 2007. 783 с.

## УДК 009

### ГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ, СТРАТЕГИИ, ВОЗМОЖНОСТИ

М.Б.Красильникова

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова*

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности и перспективы развития гуманитарного знания в информационном обществе. Показана специфика гуманитарных наук и особенности реализации гуманитарного знания в цифровой среде, в контексте междисциплинарности, обеспеченной современными информационными технологиями.

**Ключевые слова:** гуманитарное знание, информационное общество, междисциплинарность, гуманитарное образование.

### HUMANITARIAN KNOWLEDGE IN INFORMATION SOCIETY: CHALLENGES, STRATEGY, POSSIBILITIES

M.B. Krasilnikova

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University,  
Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The article deals with the possibilities and prospects concerning the development of humanitarian knowledge in information society. The author has made an attempt to show the features of the humanities and as well as the peculiarities undertaken for implementation of humanitarian knowledge in the digital environment, in the context of interdisciplinarity based on modern information technologies.

**Keywords:** humanitarian knowledge, information society, interdisciplinarity, humanitarian education.

Для современности характерно осознание фундаментальной роли информации для всех сфер общества, ее осмысление в широком социокультурном контексте. В качестве показателей развития современного общества сегодня уже привычно рассматривается количество и качество

накопленной информации, свобода и доступность ее получения. Современные информационно-коммуникационные технологии формируют как новые методы работы с информацией, так и новые принципы коммуникации. С одной стороны, сами эти изменения становятся предметом научной рефлексии, с другой – меняется инструментарий современного познания, познавательные стратегии. Новые возможности открываются как для естественнонаучного, так и для гуманитарного знания.

Следует отметить, что сам феномен гуманитарного знания, (и, соответственно, базирующегося на нем гуманитарного образования) получает порой неоднозначную оценку в качестве научной рефлексии. Ряд исследователей отмечают право гуманитаристики занимать центральное место в мире наук, так как именно в этом поле «скрещиваются» потоки информации, идущие от всех других отраслей знания, поскольку исходной точкой его является человек [1, с.13]. Другие отмечают «неясность и зыбкость» предметного поля гуманитаристики, «смещение тактик» исследования, обвиняя в ненаучности: «Если приглядеться к его оснастке, именно «с научно-позитивной точки зрения», так и вовсе конфуз: полная неразбериха по всем позициям» [2, с.142]. Гуманитарные науки обвиняют в том, что они не всегда конкретны и доказательны, не всегда могут претендовать на достоверность и точность. Думается, что речь должна идти о специфике гуманитарного познания, имеющей собственные стандарты объективности, достоверности. Гуманитарная рефлексия являет собой не столько знание и познание, сколько смыслопорождение, смыслополагание, осмысление и понимание. По сути своей это культура критического мышления. Гуманитарный комплекс с его задачей «понимания» имеет важнейшее значение в образовательном процессе, так как он призван решать мировоззренческие задачи, задачи самоопределения и взаимодействия в современной социокультурной среде, задачи сохранения идентичности культуры и ценностно-нормативных ориентиров социума. П.Гуревич назвал гуманитаристику всеобъемлющим, «сквозным» явлением, присутствующим во всех сферах общественной жизни, подчеркнув, что гуманитарное знание имеет дело с человеком, его ценностями и смыслами [3, с. 73-91]. Гуманитаристика реализует свою сущность, свой потенциал не в практичности и полезности, а в производстве и реализации «способов» мысли, в постановке новых вопросов и анализе проблем, актуальных для современности.

Меняются ли задачи и методы гуманитарного знания в контексте формирования информационного общества? Что привносят информационные технологии в гуманитарное образование? Думается, что в ответах на эти вопросы по-прежнему сохраняется поле для дискуссий.

Безусловно, основные тенденции развития гуманитарного познания отражают особенности информационного общества. Наиболее очевидным приобретением современного гуманитарного знания являются те возможности, которые дает использование информационных технологий. Для современности характерен рост прикладных исследований в области социогуманитарного

знания. Активно заявило о себе и устойчиво заняло свою нишу в гуманитарных междисциплинарных компьютеризированных исследованиях новое направление – цифровая гуманитаристика (Digital humanities). Исследователи полагают, что «цифровой переход» в гуманитарных науках можно считать состоявшимся, так как большое количество гуманитарных исследований сегодня опирается на частичную, систематическую, выборочную оцифровку документов и объектов историко-культурного наследия. В исследовательской литературе цифровую гуманитаристику рассматривают как проектный подход к решению научных проблем, предполагающий в качестве итога исследовательского труда конкретный информационный цифровой продукт, например, электронный онлайн-ресурс. Классические формы научного творчества, такие как статьи, монографии, дополняются в этом случае электронными ресурсами, содержащими цифровые приложения и имеющими зачастую самостоятельное научное значение [4, с.5].

Споры об исследовательских принципах и методах цифровых гуманитарных наук не утихают. Можно обозначить ключевые линии дискуссий:

- возможности использования междисциплинарного потенциала гуманитарных наук в современном информационном обществе;
- особенности реализации гуманитарного знания в цифровой и сетевой среде.

Применение информационных технологий в гуманитарных исследованиях связывают прежде всего с методом междисциплинарного анализа. В свою очередь, становление смежных областей исследования есть вектор развития гуманитарного знания. Но следует отметить, что междисциплинарность всегда была свойственна гуманитаристике как таковой. Именно в этом находили ее «слабое место». С позиции «строгой научности» подвергались критике отсутствие определенных, строго очерченных сфер влияния ряда гуманитарных наук, неустойчивость их границ: Этот синкретизм, когда «философы исследуют искусство, искусствоведы философствуют, социология вторгаются в исторические пласты, лингвисты оккупируют социологические пространства, а историки пытаются разрешить проблемы социально-прагматического плана» [3, с.144], и выводил гуманитарное знание за рамки знания строго научного. Подобное «взаимопроникновение» действительно свойственно современному гуманитарному знанию. Но сегодня речь нужно вести о разных парадигмах, принципах научной рефлексии и о разных формах междисциплинарного взаимодействия, соответствующих этим парадигмам.

В модернистской парадигме междисциплинарность понимается как взаимодействие между дисциплинами, имеющими свой предмет, метод, научный инструментарий. Становление информационного общества и постмодернистской парадигмы изменило само представление о междисциплинарности. В постмодернистской парадигме разделение мира на «подведомственные» разным академическим дисциплинам сферы рассматривается как культурная практика, а не как отражение естественного

порядка вещей. Проблематика отдельных академических дисциплины осознается в ней как исторически сложившийся комплекс интеллектуальных задач, порожденных разными сложными социокультурными контекстами, интеллектуальными и языковыми традициями, условиями профессиональной деятельности и так далее [5]. Вместе с тем нельзя не упомянуть о том, что теория постмодернизма выработана в целом новую модель видения реальности и новый принцип мышления. Постмодернизм заявляет о переходе к нелинейному способу видения мира, о пересмотре классической европейской логоцентрической традиции, о пересмотре стратегий познания. Претендуя на роль некой новой объяснительной теории, адекватной современности, постмодернизм отказывается от привычной системы гуманитарных ценностей, нивелируя идеи ценностной вертикали: в мире отсутствуют какие-либо системность, иерархия, смысловые и ценностные критерии. Однако поскольку утрачиваются смыслы, утрачивается и гуманитарная задача смыслополагания. Но в то же время постмодернистская парадигма схватывает основную особенность современной глобальной реальности, предстающей как множественность и вариативность. В фокусе постмодернистской рефлексии высвечиваются и возможности, и проблемы междисциплинарности.

Междисциплинарность понимается сегодня как взаимодействие дисциплин при осмыслении комплексных проблем, которые принципиально не решаемы в дисциплинарных границах. Этот принцип является основой для расширения границ интерпретации и смыслополагания, для расширения культурных контекстов. Междисциплинарный синтез как принцип организации познания в целом и гуманитарного знания в частности позволяет находить точки соприкосновения, устанавливать многочисленные связи и отношения между частями. Его основой является диалогичность. Гуманитарные науки принципиально диалогичны, понимание и интерпретация являются основными задачами гуманитаристики, а в усложняющемся мире эти задачи также усложняются. Междисциплинарность, базирующаяся на информационных технологиях, открывает широкие возможности для систематизации знаний, для исследования проблемных полей в пространственно-временном измерении. Гуманитарное познание имеет дело со смыслами и значениями, представленными различными историческими периодами, культурами. Посредством интерпретации на их основе конструируются новые смыслы.

Очевидно, что использование современных информационных технологий в области гуманитарного знания открывает целый комплекс возможностей. В первую очередь – это сохранение, каталогизация и систематизация знаний, возможность информационного доступа к артефактам культурного наследия и т.д. Гуманитарии получили доступный и удобный инструмент для хранения и поиска информации, возможности обработки большого массива информации средствами информационных технологий. Тенденции развития информационного общества таковы, что все богатство культурного наследия неизбежно предстанет «оцифрованным». Оцифровка как повседневная исследовательская практика стала одним из важнейших инструментов

гуманитария. Она расширяет исследовательские горизонт в техническом плане, позволяет решать вопросы количества и скорости обработки материала, вопросы доступности информации, позволяет дать представление о многофакторности и сложности социокультурных феноменов. Но это техническая, «инструментальная» помощь гуманитарной практике. Вопрос о том, как она открывает горизонты познания и понимания, представляющий собой собственно гуманитарную проблематику, остается открытым.

Реализовывать гуманитарную парадигму и выстраивать образовательную гуманитарную деятельность сегодня необходимо в новых условиях, и это пока открытое поле для осмысления. Современное информационное пространство не только открывает возможности, но и таит в себе определенные опасности. В результате развития информационно-медийной среды научное знание, в том числе и гуманитарное, получает серьезную конкуренцию в виде знания обыденного, которое с легкостью вытесняет «ученого соперника» в область маргинальности, имитируя научность и получая популярность в результате установки на обыденное сознание. Это еще один вызов области гуманитаристики. Требованием современности становится способность к грамотному, аналитическому восприятию информации. Этим определяется общественный запрос на социально-гуманитарное знание в современном обществе.

#### Список литературы

1. Каган, М.С. Перспективы развития гуманитарных наук в XXI веке / М.С. Каган // Серия “Symposium”, Методология гуманитарного знания в перспективе XXI века. Выпуск 12 СПб.: Санкт-Петербургское философское общество, 2001. С.9-15.

2. Соколов, Е.Г. Культурная политика / программа в области гуманитарного знания / Е.Г. Соколов. // Серия “Symposium”, Методология Гуманитарного знания в перспективе XXI века. СПб.: Санкт-Петербургское философское общество, 2001. С.139-149.

3. Гуревич П.С. Величие и бесценность гуманитарного знания / П.С. Гуревич Гуманитарное знание и вызовы времени / Отв. ред. и составитель тома С.Я. Левит. М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив; Университетская книга, 2014. 480 с. (Серия «Humanitas»).

4. Володин А.Ю. Digitalhumanities (цифровые гуманитарные науки): в поисках самоопределения. Вестник Пермского Университета, вып.3 (26), 2014. С. 5-12.

5. Воробьева О.В. О современном состоянии и перспективах развития гуманитарного знания: взгляд историка. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-sovremennom-sostoyanii-i-perspektivah-razvitiya-gumanitarnogo-znaniya-vzglyad-istorika> (дата обращения 11.10.2021).

## ЖЕСТЫ СУДЕЙ В ВОЛЕЙБОЛЕ

В.О.Ксендзов, В.П.Соснин

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Рубцовск*

**Аннотация.** В статье приводятся жесты судей в волейболе, с иллюстрациями, пояснениями и комментариями. Рекомендуется тренерам-преподавателям по волейболу и учителям физической культуры.

**Ключевые слова:** правила волейбола, жесты судей в волейболе

## THE HAND SIGNALS OF REFEREES IN VOLLEYBALL

V.O.Ksendzov, V.P.Sosnin

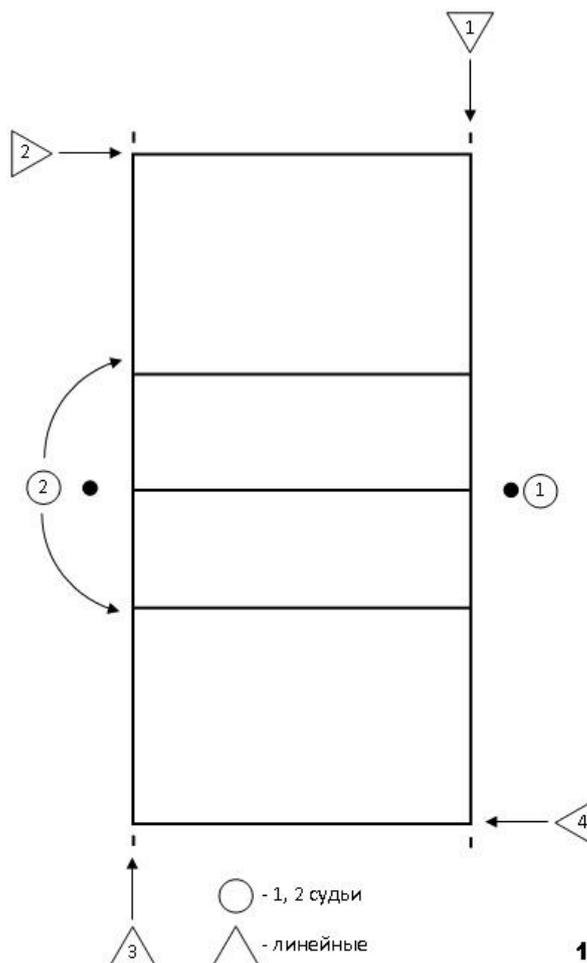
*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The article presents the hand signals of referees in volleyball, with illustrations, explanations and comments. Recommended for volleyball coaches and physical education teachers.

**Key words:** volleyball rules, hand signals of referees in volleyball.

Очень часто бывает так, что люди, занимаясь много лет волейболом (а то и всю жизнь!), правила игры знают недостаточно хорошо. То же самое можно сказать и про жесты судей в волейболе.

Конечно, основные жесты знакомы всем (подающая сторона, аут, конец партии или матча и др.). Но вот похвастаться знанием всех 30-ти жестов (а их именно столько), поверьте, может далеко не каждый.



Я надеюсь, что после прочтения этой статьи, где показаны все 30 жестов, с картинками, пояснениями и комментариями, у Вас не останется больше вопросов и «белых пятен» по этой теме.

Судейская бригада, обслуживающая любой официальный волейбольный матч, состоит из следующих лиц:

- 1-ый судья,
- 2-ой судья,
- секретарь (иногда и помощник секретаря),
- четыре (иногда два) линейных.

Только 1-ый судья, 2-ой судья и линейные (их расположение показано на рисунке 1) могут использовать в работе официальные жесты и сигналы.

1-ый судья стоит на судейской вышке, расположенной у одного из концов сетки.

2-ой судья располагается за пределами игровой площадки, стоя, около стойки, на противоположной стороне от 1-го судьи, лицом в его сторону.

Линейные стоят в свободной зоне в 1-3 м от каждого угла площадки, на воображаемом продолжении линии, которую они контролируют. Если используются только два линейных (на рисунке не показаны), то они стоят в углах площадки, ближайших к правой руке каждого судьи, по диагонали, в 1-2 м от углов площадки. Каждый из них контролирует две линии – боковую и лицевую – на своей стороне.

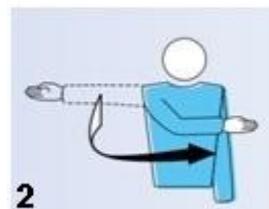
Приведенные в статье жесты судей волейбола содержат название жеста, информацию о том, какие судьи жест выполняют, его описание и иллюстрацию.

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ ЖЕСТЫ СУДЬИ В ВОЛЕЙБОЛЕ

1. РАЗРЕШЕНИЕ ПОДАВАТЬ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 2)

*Движением руки указать направление подачи*

1-ый судья разрешает подачу (дает свисток) после проверки того, что обе команды готовы играть, и подающий владеет мячом.



2. ПОДАЮЩАЯ КОМАНДА (жест выполняет 1-ый и 2-ой судья, рис. 3)

*Вытянуть руку в сторону команды, которая должна подавать*

Если ошибка зафиксирована свистком 1го судьи, он/она должен показать в следующем порядке:

- а) команду, которая будет подавать;
- б) характер ошибки;
- с) игрока(ов), совершившего ошибку (при необходимости).

Если ошибка зафиксирована свистком 2-го судьи, он/она должен показать:



- а) характер ошибки;
- б) игрока(ов), совершившего ошибку (при необходимости);
- с) команду, которая будет подавать, вслед за жестом 1-го судьи.

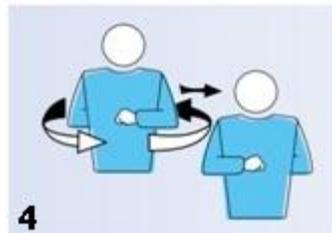
3. СМЕНА ПЛОЩАДОК (жест выполняет 1-ый судья, рис. 4)

*Поднять предплечья спереди и сзади и повернуть их вокруг корпуса*

После каждой партии команды меняются площадками, за исключением решающей партии.

В решающей партии, как только лидирующая команда набирает 8 очков, команды без задержки меняются площадками и позиции игроков остаются теми же.

Если смена не была сделана по достижении лидирующей командой 8 очков, она должна быть произведена сразу, как только выявлена эта погрешность. Счет, достигнутый к моменту, когда такая смена производится, остается тем же.

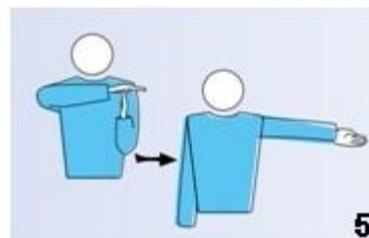


4. ТАЙМ-АУТ (жест выполняет 2-ой судья, в случае необходимости – 1-ый судья, рис. 5)

*Расположить ладонь одной руки над пальцами другой, удерживаемой вертикально (в форме T), и затем указать запрашивающую команду*

Запросы тайм-аута должны осуществляться показом соответствующего жеста, когда мяч находится вне игры и до свистка на подачу. Все запрашиваемые тайм-ауты длятся 30 секунд.

На ФИВБ, Мировых и Официальных Соревнованиях обязательным является использование зуммера и затем жеста для запроса тайм-аута.



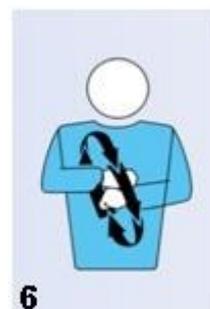
5. ЗАМЕНА (жест выполняют 1-ый и 2-ой судьи, в случае необходимости, рис. 6)

*Круговое движение предплечьями вокруг друг друга*

Замена является действием, которым игрок, иной чем Либеро или замещенный им/ею игрок, после записи секретарем, входит в игру, чтобы занять позицию другого игрока, который должен покинуть площадку в этот момент.

Когда замена является вынужденной вследствие травмы игрока, находящегося в игре, она может сопровождаться показом соответствующего жеста тренером (или игровым капитаном).

Удаленный или дисквалифицированный игрок должен быть немедленно заменен по правилам замены. Если это невозможно, команда объявляется неполной.



6.а. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗА НЕПРАВИЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 7)

*Показать желтую карточку для предупреждения*

Проступки незначительного неправильного поведения не являются предметом для санкций. Обязанностью 1-го судьи является предотвращение приближения команд к уровню нарушений, за которые налагаются санкции.

Это делается в два этапа:

Этап 1: устное предупреждение через игрового капитана;

Этап 2: предъявляется ЖЕЛТАЯ КАРТОЧКА соответствующему члену (членам) команды. Это официальное предупреждение не является само по себе санкцией, но является символом того, что член команды (и команда в целом) достиг уровня наложения санкций в матче. Оно записывается в протокол, но не имеет немедленных последствий.



6.б. ЗАМЕЧАНИЕ ЗА НЕПРАВИЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 8)

*Показать красную карточку для замечания*

Первое грубое поведение в матче любого члена команды наказывается очком и подачей соперника (предъявляется КРАСНАЯ КАРТОЧКА).



7. УДАЛЕНИЕ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 9)

*Показать обе карточки вместе для удаления*

Первое оскорбительное поведение члена команды наказывается удалением без других последствий.

Второе грубое поведение одного и того же члена команды в том же матче наказывается удалением без других последствий.

Член команды, на которого наложена санкция удаление, не должен участвовать в игре в оставшейся части партии, должен быть заменен в соответствии с правилами замены немедленно, если находится на площадке, и должен сидеть на месте для удаленных без других последствий.

Удаленный тренер теряет свое право вмешиваться в ход партии и должен сидеть на месте для удаленных.



8. ДИСКВАЛИФИКАЦИЯ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 10)

*Показать красную и желтую карточки отдельно для дисквалификации*

Второе оскорбительное поведение одного и того же члена команды в том же матче наказывается дисквалификацией без других последствий.

Третье грубое поведение одного и того же члена команды в том же матче наказывается дисквалификацией без других последствий.

Член команды, на которого наложена санкция дисквалификация, должен быть заменен в соответствии с правилами замены немедленно, если находится на



площадке, и должен покинуть Контрольную Зону Соревнования до конца матча без других последствий.

За первый случай физического нападения, или подразумеваемой или угрожающей агрессии налагается санкция дисквалификация без других последствий.

9. КОНЕЦ ПАРТИИ (ИЛИ МАТЧА) (жест выполняет 1-ый судья, в случае необходимости – 2-ой судья, рис. 11)

*Скрестить предплечья с открытыми кистями перед грудью*

Партия, (за исключением решающей 5-ой партии) выигрывается командой, которая первой набирает 25 очков с преимуществом минимум в два очка. В случае равного счета 24-24 игра продолжается до достижения преимущества в 2 очка (26-24; 27-25; и т.д.).

Победителем матча является команда, которая выигрывает три партии.

При равном счете 2-2, решающая 5-я партия играется до 15 очков и минимального преимущества в 2 очка.



10. МЯЧ НЕ ПОДБРОШЕН ИЛИ НЕ ВЫПУЩЕН ПРИ УДАРЕ НА ПОДАЧЕ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 12)

*Поднять вытянутую руку с обращенной вверх ладонью*

Удар по мячу должен быть нанесен одной кистью или любой частью руки после того, как он подброшен или выпущен с руки (рук).



11. ЗАДЕРЖКА ПРИ ПОДАЧЕ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 13)

*Поднять восемь разведенных пальцев*

Подающий должен ударить по мячу в течение 8 секунд после свистка 1-го судьи на подачу.



12. ОШИБКА ПРИ БЛОКИРОВАНИИ ИЛИ ЗАСЛОН (жест выполняют и 1-ый и 2-ой судьи, рис. 14)

*Поднять обе руки вертикально ладонями вперед*

Блокирование подачи соперника.

Либеро не может подавать, блокировать или пытаться блокировать.

Игроки подающей команды не должны индивидуальным или групповым заслоном мешать соперникам видеть подающего и траекторию полета мяча.

Игрок или группа игроков подающей команды ставят заслон, размахивая руками, прыгая или перемещаясь в боковом направлении во время выполнения подачи, или образуют группу, тем самым скрывая и подающего, и траекторию полета мяча до того, как мяч достигнет вертикальной плоскости сетки.



### 13. ПОЗИЦИОННАЯ ОШИБКА ИЛИ ОШИБКА ПРИ ПЕРЕХОДЕ (жест выполняют и 1-ый и 2-ой судьи, рис. 15)

*Совершить круговое движение указательным пальцем*

Команда совершает позиционную ошибку, если любой игрок не находится в своей правильной позиции в момент удара по мячу подающим. Когда игрок находится на площадке в результате неправомерной замены и игра возобновляется, то это считается позиционной ошибкой с последствиями неправомерной замены.

Если подающий совершает ошибку при подаче в момент удара на подаче, ошибка подающего превалирует над позиционной ошибкой.

Если подача становится ошибочной после удара на подаче, засчитывается позиционная ошибка.

Позиционная ошибка приводит к следующим последствиям: команда наказывается очком и подачей соперника; игроки занимают свои правильные позиции.



### 14. МЯЧ "В ПЛОЩАДКЕ" (жест выполняет 1-ый судья, в случае необходимости – 2-ой судья, рис. 16)

*Указать рукой и пальцами в направлении пола*

Мяч считается "в площадке", если в любой момент его контакта с полом какая-либо часть мяча касается площадки, включая ограничительные линии.



### 15. МЯЧ "ЗА" (жест выполняют и 1-ый и 2-ой судьи, рис. 17)

*Поднять вертикально предплечья с открытыми ладонями, обращенными к корпусу*

Мяч считается "за" когда:

все части мяча, который контактирует с полом, находятся полностью за ограничительными линиями;

он касается предмета за пределами площадки, потолка или не участвующего в игре человека;

он касается антенн, шнуров, стоек или сетки за боковыми лентами;

он пересекает вертикальную плоскость сетки частично или полностью за пределами площадки перехода, исключая ситуацию, когда мяч может быть возвращен из свободной зоны соперника (Правила 10.1.2);

он полностью пересекает нижнюю площадку под сеткой.



### 16. ЗАХВАТ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 18)

*Медленно поднять предплечье с обращенной вверх ладонью*

**ЗАХВАТ:** мяч схвачен и/или брошен; он не отскакивает при ударе.



17. ДВОЙНОЕ КАСАНИЕ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 19)

*Поднять два разведенных пальца*

ДВОЙНОЕ КАСАНИЕ: игрок касается мяча дважды подряд, или мяч касается различных частей его/ее тела последовательно.



18. ЧЕТЫРЕ УДАРА (жест выполняет 1-ый судья, рис. 20)

*Поднять четыре разведенных пальца*

ЧЕТЫРЕ УДАРА: команда касается мяча четыре раза до его возврата на сторону противника.



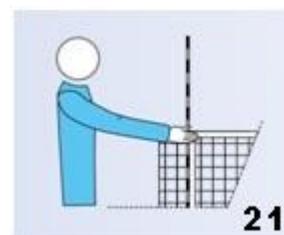
19. КАСАНИЕ СЕТКИ ИГРОКОМ ИЛИ ПОДАННЫЙ МЯЧ  
КАСАЕТСЯ СЕТКИ МЕЖДУ АНТЕННАМИ И НЕ ПЕРЕСЕКАЕТ  
ВЕРТИКАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ СЕТКИ (жест выполняют и 1-ый и 2-ой  
судьи, рис. 21)

*Указать соответствующую сторону сетки  
соответствующей рукой*

Игрок мешает игре, (среди прочего):

- касаясь сетки между антеннами или самой антенны во время его/ее игрового действия с мячом,
- используя сетку между антеннами в качестве поддержки или средства устойчивости,
- создавая несправедливое преимущество над соперником касанием сетки,
- совершая действия, которые препятствуют правомерной попытке соперника игры с мячом,
- хватаясь/держась за сетку.

Любой игрок, который находится близко к игровому мячу, и тот, кто совершает попытку игры с мячом, рассматривается как участвующий в игровом действии с мячом даже в том случае, если контакта с мячом не происходит. Однако, касание сетки за антенной не должно рассматриваться как ошибка (если сетка не используется в качестве поддержки (Правило 9.1.3)).



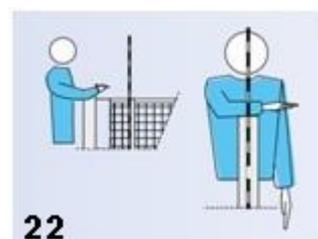
20. КАСАНИЕ ПО ДРУГУЮ СТОРОНУ СЕТКИ (жест выполняет 1-ый судья, рис. 22)

*Расположить руку над сеткой ладонью вниз*

Игрок касается мяча или соперника в пространстве соперника до или во время атакующего удара соперника.

Игрок ударяет по мячу в игровом пространстве противоположной команды.

Блокирующий касается мяча в пространстве СОПЕРНИКА до или одновременно с атакующим ударом соперника.



21. ОШИБКА ПРИ АТАКУЮЩЕМ УДАРЕ (жест выполняют и 1-ый и 2-ой судьи, рис. 23)

*Сделать движение вниз предплечьем с открытой кистью*

Игрок задней линии завершает атакующий удар из передней зоны, когда в момент удара мяч находится полностью выше верхнего края сетки.

Игрок завершает атакующий удар по поданному соперником мячу, когда мяч находится в передней зоне и полностью выше верхнего края сетки.

Либеро завершает атакующий удар, когда в момент удара мяч находится полностью выше верхнего края сетки.

Игрок завершает атакующий удар по мячу, находящемуся выше верхнего края сетки, когда передача на удар выполнена Либеро пальцами сверху в своей передней зоне.



22. ПЕРЕХОД НА ПЛОЩАДКУ СОПЕРНИКА ИЛИ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МЯЧОМ НИЖНЕЙ ПЛОЩАДИ ИЛИ ПОДАЮЩИЙ КАСАЕТСЯ ПЛОЩАДКИ (ЛИЦЕВОЙ ЛИНИИ) ИЛИ ИГРОК ЗАСТУПАЕТ ЗА ПРЕДЕЛЫ СВОЕЙ ПЛОЩАДКИ В МОМЕНТ УДАРА НА ПОДАЧЕ (жест выполняют и 1-ый и 2-ой судьи, рис. 24)

*Указать на среднюю линию или на соответствующую линию*

Мяч полностью пересекает нижнюю площадку под сеткой.

Стопа (стопы) игрока полностью переходит на площадку соперника.

В момент удара по мячу при подаче или отталкивания для подачи в прыжке подающий не должен касаться площадки (включая лицевую линию) или поверхности за пределами зоны подачи.



23. ОБОЮДНАЯ ОШИБКА ИЛИ ПЕРЕИГРОВКА (жест выполняет 1-ый судья, рис. 25)

*Поднять оба больших пальца вертикально*

Если две или более ошибки совершены соперниками одновременно, это считается ОБОЮДНОЙ ОШИБКОЙ и розыгрыш переигрывается.

Если имеет место любая внешняя помеха во время игры, игра должна быть остановлена и розыгрыш переигран.



24. КАСАНИЕ МЯЧА (жест выполняет 1-ый судья, рис. 26)

*Провести ладонью одной руки по пальцам другой, удерживаемой вертикально*



25. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗА ЗАДЕРЖКУ / ЗАМЕЧАНИЕ ЗА ЗАДЕРЖКУ (жест выполняет 1-ый судья, рис 27)

*Прикрыть запястье желтой карточкой (предупреждение) и красной карточкой (замечание)*

Любой повторный неправильный запрос той же команды в матче является задержкой.

Первая задержка в матче членом команды влечет наложение санкции “ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗА ЗАДЕРЖКУ”.

Вторая и последующие задержки любого вида любым членом одной и той же команды в том же матче являются ошибкой и влекут наложение санкции “ЗАМЕЧАНИЕ ЗА ЗАДЕРЖКУ”: очко и подача соперника.



## ЖЕСТЫ ЛИНЕЙНОГО СУДЬИ В ВОЛЕЙБОЛЕ

### 1. МЯЧ "В ПЛОЩАДКЕ" (рис. 28)

*Указать флагом вниз*

Мяч считается "в площадке", если в момент его контакта с полом какая-либо часть мяча касается площадки, включая ограничительные линии.



### 2. МЯЧ "ЗА" (рис. 29)

*Поднять флаг вертикально*

Мяч считается "за" когда все части мяча, который контактирует с полом, находятся полностью за ограничительными линиями.



### 3. КАСАНИЕ МЯЧА (рис. 30)

*Поднять флаг и коснуться его вершины ладонью свободной руки*

### 4. ОШИБКИ ПЛОЩАДИ ПЕРЕХОДА, КАСАНИЕ МЯЧОМ

ПОСТОРОННЕГО ПРЕДМЕТА, ИЛИ ЗАСТУП ЛЮБОГО ИГРОКА ПРИ ПОДАЧЕ (рис. 31)

*Махать флагом над головой и указывать на антенну или соответствующую линию*

Мяч касается предмета за пределами площадки, потолка или не участвующего в игре человека.

Мяч касается антенн, шнуров, стоек или сетки за боковыми лентами.

Мяч пересекает вертикальную плоскость сетки частично или полностью за пределами площадки перехода, исключая ситуацию, когда он может быть возвращен из свободной зоны соперника (Правила 10.1.2).

В момент удара по мячу при подаче или отталкивания для подачи в прыжке подающий не должен касаться площадки (включая лицевую линию) или поверхности за пределами зоны подачи.



### 5. НЕВОЗМОЖНОСТЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ (рис. 32)

*Поднять и скрестить оба предплечья перед грудью*



Судья должен показывать официальными жестами причину свистка (характер ошибки, зафиксированной свистком, или цель разрешенного перерыва). Линейные должны показывать официальными сигналами флагом характер зафиксированной ошибки. Все жесты судьи в волейболе должны выдерживаться некоторое время.

УДК 378.14

## **ФОРМИРОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНОЯЗЫЧНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

А.В. Орлов

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО  
«Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова»,  
г. Рубцовск, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматриваются специфические особенности формирования дистанционной иноязычной образовательной среды в техническом вузе. Применением современных IT-технологий помогает усовершенствовать учебный процесс, повышает эффективность усвоения иностранного языка и способствует формированию иноязычной компетенции студентов. Дистанционное обучение базируется на цифровых технологиях/методиках обучения иностранному языку, что позволяет выстраивать виртуальную образовательную среду в виде новых форм и приемов обучения и искать пути решения возникающих проблем.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, цифровая образовательная среда, IT-технологии обучения, пандемия коронавируса, эколого-социальный подход, общение, цифровая готовность, мультимедийные образовательные платформы.

## **FORMING A DISTANT FOREIGN LANGUAGE LEARNING ENVIRONMENT AT A TECHNICAL UNIVERSITY**

A.V. Orlov

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) Altai  
State Technical University named after I. I. Polzunov, Rubtsovsk, Russia*

**Abstract.** The article deals with the specific features of forming a distant foreign language learning environment at a technical university. Application of IT-technologies helps to upgrade learning process and improve language skills of students. Distance learning is based on innovative technologies/methods of teaching a foreign language, which makes it possible to build a virtual educational environment inclusive of new forms and methods of learning, in order to meet today's challenges. .

**Keywords:** distance learning, digital learning environment, IT-technologies, coronavirus pandemic, eco-social approach, communication, digital awareness, multimedia learning platforms.

Актуальность перехода на дистанционное обучение весной 2020г. образовательных учреждений Российской Федерации, в том числе и вузов, была обусловлена сложной санитарно-эпидемиологической обстановкой, вызванной пандемией коронавируса в стране.

Новая образовательная реальность, в которой столкнулись преподаватели и студенты в связи с переводом в режим онлайн традиционного учебного процесса, потребовала привлечения дополнительных материально-технических ресурсов, поиска нестандартных организационно-педагогических и

методических решений и буквально доучиваться на ходу, осваивая современные онлайн-технологии и работу на обучающих платформах ZOOM, MOODLE и других [1]. Все это приходилось делать в очень сжатые сроки. Особенностью проведения практических занятий по иностранному языку стало частичное отсутствие живого контакта с обучающимися, то есть приходилось заменять специфику реального общения на виртуальное. Подача учебного материала должна была осуществляться при помощи аудиовизуальных технических средств с рабочего места преподавателя к студенту. При этом студент мог находиться в любом комфортном для себя месте или в привычной для него домашней обстановке. Тем не менее коммуникативная направленность занятий по иностранному языку была направлена на удовлетворение потребности субъектов образовательного процесса в общении и взаимопонимании в письменном формате. Эколого-социальный подход, который лег в основу при переходе на удаленный режим, обеспечивает обучение студента в экологически допустимых, здоровьесберегающих условиях, приемлемых и понятных для него самого и создает условия для самореализации личности студента. Этому также способствовало применение современных IT-технологий [2]. Наши психолого-педагогические наблюдения подтверждают, что формирование позитивного настроения на учебу у студентов в условиях дистанционного обучения, стрессоустойчивости и положительных социальных установок находятся в прямой зависимости от характера педагогического взаимодействия и взаимоотношений преподавателя и студента. Потребность в общении, которая в юношеском возрасте становится ведущей социальной потребностью особенно остро ощущалась в период дистанционного обучения. Ведь как показывают исследования, для студентов важнейшей социально-формирующей средой, сферой общения и овладения компетенциями является учебная деятельность. Некоторым студентам действительно не хватало привычных форм аудиторного и внеаудиторного общения, которые опосредованно или напрямую способствуют развитию и саморазвитию личности студента, его индивидуальности.

В процессе дистанционного обучения преподавателю и студентам приходилось преодолевать некоторые барьеры виртуального общения: мотивационные, психологические, ситуационные, психологические.

Мотивационные барьеры возникают в основном в тех случаях, когда студент или недостаточно осознает мотивы иноязычного обучения, или полностью их игнорирует.

Психологические барьеры - своеобразный внутренний тормоз, не позволяющий студенту реализовать себя в диалогической или монологической речи на иностранном языке из-за боязни быть непонятым или недооцененным и получить плохую отметку.

Смысловые барьеры возникают как правило тогда, когда отсутствует понимание говорящего, когда неясен контекст высказывания и не прослеживается логика в его высказываниях.

Ситуационные барьеры возникают в результате разного понимания учебной задачи или цели и способов ее решения или достижения.

В образовательном процессе вуза дистанционная иноязычная среда обучения не возникает стихийно и не существует сама по себе как некая обособленная микросоциальная среда. Это предмет систематического, целенаправленного проектирования и построения, теоретического осмысления и педагогической организации учебного процесса и поэтому является неотъемлемым элементом социально-педагогической структуры вуза. В традиционном понимании в структуру образовательной среды входят: цель или сущность ее построения; принципы, лежащие в основе ее проектирования; функции, выполняемые средой; компонентный состав и различные критериальные показатели и итоговый результат.

В вузах Российской Федерации применялось три режима организации учебного процесса в удаленном формате:

**- асинхронный или заочный**

(студенты через личный кабинет получают задания в письменном виде и сдают изученный материал в установленное преподавателем время и сроки);

**-синхронный**

(проведение занятий с виртуальным участием одновременно преподавателя и студентов);

**- комбинированный**

(совмещение синхронного и асинхронного взаимодействия в зависимости от дидактических целей и задач).

Важным педагогическим условием проектирования и функционирования дистанционной иноязычной образовательной среды является не только профессиональная подготовка и специализация по своему предмету, но и цифровая готовность преподавателя к работе в виртуальной образовательной среде, то есть определенный набор методических компетенций для эффективной организации дистанционного обучения. Выбор того или иного онлайн-режима для работы вуза в удаленном формате определялся состоянием инфраструктуры для внедрения инновационных форм профессионального образования и наличием (достаточного/недостаточного) опыта работы со сложными мультимедийными системами обучения и цифровыми технологиями [3]. Частично эта проблема решалась обучением на межвузовских или внутри вузовских курсах повышения квалификации. Методические рекомендации можно было получить на сайтах топовых вузов страны, обмен опытом преподавателей осуществлялся в социальных сетях и специализированных сайтах.

Спроектированная с учетом вышеперечисленных требований ДИОС (дистанционная иноязычная образовательная среда) выступает средством формирования иноязычной компетенции будущего специалиста, его социальной мобильности, так как способствует формированию личности специалиста со всеми его свойствами и процессами: когнитивными, эмоциональными, волевыми, мотивационными, нравственными. Указанные

обстоятельства во многом определяют сущность и форму отношений участников образовательного процесса, которые базируются на принципах педагогического взаимодействия и сотрудничества, и оказывают огромное влияние на формирование общекультурной, профессиональной, коммуникативной и лингвистической компетентности будущего специалиста [4]. В цифровом формате дистанционной иноязычной образовательной среды эта преемственность не только не сохраняется, но и получает дальнейшее развитие. Преподаватель в режиме онлайн может работать один на один со студентом, и так через педагогическую рефлексию он лучше узнает сильные и слабые стороны студента. Источником активности в образовательной, как и в любой другой, деятельности являются потребности, в целом составляющие сложную, упорядоченную систему. В процессе изучения иностранного языка на основе соответствующих требований ФГОС дистанционная иноязычная среда обучения должна предоставлять адекватный объем знаний и компетенций, а студент усваивать все то, что отвечает его образовательным потребностям и ведущим мотивам поведения. Иноязычная образовательная деятельность, которая выступает как объект потребностей, становится лично значимой и сама образовательная среда становится лично ориентированной.

При организации ДООС в асинхронном режиме основной акцент делается на самостоятельную внеаудиторную работу студента, не связанную жестким временным регламентом учебного расписания. Учебные задания и модульные варианты готовит преподаватель [5]. Он же устанавливает сроки и даты сдачи контрольных работ. Здесь следует отметить один из существенных недостатков - отсутствие таких видов речевой деятельности, как аудирование и говорение, которые играют важную роль в формировании иноязычной компетенции необходимой для профессионального общения.

Еще одним недостатком является то, что в силу неумения правильно распоряжаться своим временем или слабой самоорганизации не все студенты сдают в назначенный срок выполненные задания. Авторство выполнения некоторых контрольных заданий тоже может вызывать сомнение.

Опыт работы в трех режимах удаленного формата продемонстрировал широкие возможности использования практик и технологий дистанционного обучения для решения не только традиционных, но и новых задач вузов страны.

#### Список литературы

1. Уроки "стресс-теста" вузы в условиях пандемии и после нее. Аналитический доклад - URL: [https://hse.ru/data/2020/07/06/1595281277/003\\_Доклад.pdf](https://hse.ru/data/2020/07/06/1595281277/003_Доклад.pdf) (дата обращения 11.10.2021)
2. Глотова А.В. Онлайн доска как средство организации групповой работы студентов на занятиях по иностранному языку в вузе в условиях электронного обучения / А.В. Глотова // Открытое образование. 2020. Т.24, №4. С.56-60

3. Жарова Е.Е. О дальнейшем внедрении мультимедийных средств обучения в образовательный процесс на кафедре иностранных языков Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина / Е.Е. Жарова // Дистанционное и виртуальное обучение. 2011. №4. С. 41-46.

4. Козина Т.А. К вопросу о трудностях обучения иностранному языку в вузе / А.Т. Козина, Г.И. Козин, В.Э. Юрченков // Бюллетень науки и практики. 2020. Т.6, №7. С. 327-330

5. Мирошниченко А.В. Использование инновационных и дистанционных технологий в учебном процессе высшей школы / А.В. Мирошниченко, И.Н. Алексеенко, Э.Н. Глагоева // Вестник Южно - Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2020. Т.13, № 4. С. 22-30

**УДК 323.28**

## **К ВОПРОСУ О СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРАХ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА МОЛОДЕЖИ**

*В.И. Попов, А.Б. Чернобай*

*Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»*

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме молодежного экстремизма в политике. Дается определение политического экстремизма. Автор анализирует историографию вопроса. Перечисляет причины и социальные факторы, влияющие на формирование экстремистских настроений в молодежной среде. В заключении приходит к выводу о том, что для искоренения проблемы молодежного экстремизма политическим элитам необходимо влиять на формирование благоприятного социально-политического климата в обществе.

**Ключевые слова:** Молодежь, политический экстремизм, социальные факторы, безработица.

## **ON THE ISSUE OF SOCIAL FACTORS OF POLITICAL EXTREMISM OF YOUNG PEOPLE**

*V.I. Popov, A.B. Chernobay*

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University,  
Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** The article is devoted to the problem of youth extremism in politics. The definition of political extremism is given. The author analyzes the historiography of the issue, lists the reasons and social factors influencing the extremist sentiments in the youth environment. The author comes to the conclusion that in order to eliminate the problem of youth extremism, political authorities need to influence the formation of a favorable socio-political climate in society.

**Keywords:** young people, political extremism, social factors, unemployment, poverty.

Последние десятилетия мировые политические процессы характеризуются серьезными социальными потрясениями, «цветными» революциями, террористическими актами, различными проявлениями насилия и экстремизма в политике. Экстремизм – это социальное явление, которое не имеет четко определенных очерченных границ. В современной научной и публицистической литературе экстремизм трактуется как приверженность

отдельных лиц, групп, организаций к крайним, радикальным взглядам, позициям и мерам в общественной жизни.

Экстремизм находит проявления в разных сферах жизни общества, в политике, в экономике, социальной, конфессиональной, экологической и других социальных сферах. Социальной базой экстремизма чаще всего являются маргинальные слои общества, участники националистических и религиозных движений, люди, оппозиционно настроенные к существующим политическим порядкам, представители интеллигенция, студенческая молодежь.

Экстремизм (от фр. *extremisme*, от лат. *extremus* - крайний) – трактуется как приверженность к крайним взглядам и, в особенности, мерам (обычно в политике). К таким действиям можно отнести провокацию беспорядков, террористические акции, политические убийства, методы партизанской войны. Наиболее радикально настроенные экстремисты часто отрицают в принципе какие-либо компромиссы, переговоры, соглашения [1].

Росту экстремизма в политической сфере жизни общества обычно способствуют: социально-экономические кризисы, резкое падение жизненного уровня основной массы населения, тоталитарный политический режим с подавлением властями оппозиции, преследованием инакомыслия.

Политический экстремизм – это разновидность политического участия, которая выражается в стремлении граждан реализовать в жизнь свои политические взгляды и цели любыми возможными и даже незаконными средствами, включая насильственные формы воздействия на государственные институты, общественных и политических деятелей и отдельных политических лидеров.

В узком смысле под политическим экстремизмом обычно понимают незаконную деятельность политических движений и партий, а также должностных лиц и рядовых граждан, направленную на насильственное изменение существующего государственного строя и на разжигание национальной и социальной розни [2].

Политический экстремизм – важная и болезненная проблема современной политической жизни. А в современных исторических условиях, в связи с появлением оружия массового уничтожения, проблема политического экстремизма и насилия приобретает особую угрозу и значимость, потому что ставит человеческое сообщество перед возможностью мировой войной. В наше время, в мировом политическом процессе обыденным явлением стали террористические акты, призывы к насильственному захвату власти, угрозы государственным и общественным деятелям, политическим лидерам и активистам, захваты заложников [3].

Проблема насилия в политике постепенно приобретает международный масштаб. В мире хорошо известны своей активной экстремистской деятельностью ультраправые политические организации такие, как "Красные бригады" (Италия), "Фракция Красной армии" - РАФ (ФРГ), "Аксондирект" (Франция), ЭТА (Испания) и другие. К крайне правым экстремистским

политическим организациям относятся "Национал-социалистический фронт действий (ФРГ), "Группа Пайпера" (Италия), "Партия новых сил" (Франция), "Международная лига победы над коммунизмом" (Япония) и др. И хотя их идеологические позиции диаметрально противоположны, формы и методы деятельности этих организаций схожи между собой в том, что решение политических проблем они видят через насилие. Во всем мире социальной базой для политических экстремистских организаций являются маргинальные социальные слои населения, безработные и молодежь.

Особую актуальность проблема экстремизма и политического насилия имеет для политической жизни России, где она часто играла решающую роль в разные исторические периоды. Широкая распространенность, угрожающие последствия его применения делают необходимым осмысление ряда проблем, относящихся к практике политического экстремизма и насилия.

В современной России, в связи со снижением уровня жизни, ростом безработицы, усилением социальной напряженности в обществе резко обострилась политическая борьба. Все чаще в процессе разрешения политических конфликтов субъекты политики стали обращаться, как к правовым законным методам, так и противоправным средствам политической борьбы. Политический экстремизм сегодня переходит в ряд явлений, представляющих реальную угрозу национальной безопасности России, ее государственности, жизненно важным интересам личности, общества и государства.

Специфика политического экстремизма среди молодежи стала в последние годы предметом исследования ученых разных направлений. Проблемы протестного поведения молодежи осмыслены и изложены в работах Бааль Н.Б., Зубок Ю. А., Карпенко О.М., Маркова, Паин Э.А., Петрова Т.А., Плетникова А.Ю., Шутилина В.А., Яшина И.В. и др. Исследователи называют целый ряд причин, вызывающих это социальное явление. Среди таких причин называют психогенные особенности формирования личности (Двойменный И.А.), деформацию жизненных ориентаций (Антонян Ю.М., Беденко Н.Н.), роль неформальных молодежных объединений и особенности проведения свободного времени в процессе десоциализации (Беличева С.А., Козлов Ю.Г., Москвина Ю.Н.), правовая неграмотность молодежи (Бытко Ю.М., Данакин Н.С.) и др.

Среди социальных факторов, влияющих на появление экстремистского поведения молодежи в сфере политики, исследователи называют следующие:

-Изменение сложившейся социальной структуры и «болезненное» формирование новой.

-Обнищание и бедность значительной части населения, безработица.

-слом социальных лифтов для значительной части молодежи, утрата жизненных ориентиров, деформация системы ценностей.

-Рост асоциальных проявлений в обществе, преступности, случаи коррупции во властных структурах.

-Низкий уровень образования, правовой и политической культуры.

-Ущемление или оскорбление национального достоинства.

-Утрата нравственных ориентиров, бездуховность значительной части общества.

-Утрата социальных связей, разрыв социокультурных межпоколенческих связей.

-Негативное влияние электронных СМИ пропагандирующих культ насилия и др.

- Неверие в возможность законными способами изменить ситуацию в стране, идеализация насильственных методов политической борьбы.

-Активизация деятельности экстремистских организаций по вербовке новых участников.

Субъекты политики разного уровня от президентов до региональных политических лидеров имеют большой опыт использования неопытной, неграмотной молодежи для достижения своих политических целей.

С некоторых пор в практику российской несистемной политической оппозиции вошло вовлечение в несанкционированные политические акции и в организацию массовых беспорядков несовершеннолетних школьников и студентов. Для нашей многонациональной и многоконфессиональной страны большую опасность политический экстремизм таит в сфере межнациональных и религиозных отношений. Наш регион Алтайский край расположен в непосредственной близости с государствами, где десятилетиями ведутся боевые действия, откуда постоянно исходит угроза влияния исламского фундаментализма и экстремизма. В Алтайском крае и в городе Рубцовске за последние десятилетия значительно усилился миграционный поток из государств Средней Азии. Алтайский край входит в число субъектов Российской Федерации со стабильно сокращающимся населением. По данным Алтайкрайстата с января по июнь 2021 года за пределы Алтайского края выехало 15 390 человек и прибыло в Алтайский край 12 132 человека [4]. Значительная часть прибывших это граждане среднеазиатских республик. В ВУЗах Алтайского края растет количество студентов из стран СНГ, работе с которыми требуется уделить особое внимание.

События в Афганистане и приход к власти талибов не прибавляет политической стабильности в регионе, но создают реальную почву для возникновения конфликтов на этноконфессиональной почве. Изменение национального состава населения Алтайского края, при определенных условиях, может создать угрозу территориальной целостности России.

Только в этом 2021году правоохранительными органами Алтайского края заведено около 20 уголовных дел по экстремизму и терроризму. В Барнауле выявлен и задержан гражданин иностранного государства, который собирался примкнуть к террористической организации и выехать из России в район боевых действий. В Барнауле он выполнял задания по сбору информации о местах скопления людей для организации терактов, делал фотографии объектов инфраструктуры с привязкой к местности. Особое беспокойство вызывает активность в социальных сетях, размещающих запрещенные законом

материалы экстремистской тематики. Только за 2019-2021 гг. данные материалы были выявлены в Социальных сетях у пользователей Алтайского края и близлежащих регионов в количестве нескольких сот. Большинство материалов имеют отличительное название (в названии материала имеются символы) из списка запрещенных экстремистских материалов, в связи с чем их трудно удалить без назначения и проведения экспертизы. А это те материалы, к которым постоянно обращается молодежная аудитория.

Вышедший за рамки государственных границ, порожденный и поддерживаемый влиятельными субъектами мировой политики, политический экстремизм содержит опасность для субъектов международных отношений, политики мирного сотрудничества государств, международной и безопасности в целом. Поэтому борьба с ними является не только государственной, но и международной проблемой.

Это, однозначно, негативное социальное явление возникло не вдруг, а имеет свои причины. Во всем многообразии причин, которые горячо обсуждаются мировой общественной мыслью, выделяются как общие, обусловленные социальными, экономическими, политическими факторами, так и особенные, специфические, которые возникают в конкретном месте в данном историческом периоде и связанные с участием определенных социальных групп или классов. Предметом нашего исследования является выявление факторов жизни общества, которые влияют на формирование экстремистских настроений в социальной группе студенческой и школьной учащейся молодежи.

В ходе исследования методом анкетирования было опрошено более трехсот человек учащихся старших классов и студентов ВУЗа первого и второго курса. В первой части исследования мы поставили целью определить отношение к политике, как к сфере человеческой деятельности студентов ВУЗа. На вопрос «Ваше отношение к политике» более половины респондентов ответили, этот вопрос их мало интересует, что позволяет сделать вывод об аполитичности значительной части студенческой молодежи.

На вопрос, из каких источников вы берете информацию о политике, большинство респондентов ответили, что получают информацию из интернета и телевидения. Источниками информации были также названы родители, преподаватели, круг общения.

Результаты анкетирования показали, что практически половина анкетированных отрицательно относятся к несанкционированным политическим акциям и не готовы в них участвовать.

Основная масса респондентов заявили, что знакомы с понятием «экстремизм» в политике. Около 1/3 опрошенных людей уверяют, что им известны экстремистские группировки. Что свидетельствует о том, что в среде учащейся и студенческой молодежи есть понимание того, что политический экстремизм является угрозой для общества. На вопрос от кого или от чего зависит решение проблем экстремизма в политике, большинство ответили, что это зависит от действий федеральных властей. Необходимо отметить, что

определенное влияние на отношение молодёжи к данной проблеме оказывает то, что Алтайский край находится на 74-ом месте по уровню жизни из 85 субъектов федерации [5]. И это обстоятельство не может не влиять на результаты опроса.

Полученные данные нашего исследования мы сравнили с результатами опроса ситуационного центра SmartExitPoll ВЦИОМ по вопросам электоральной политической активности разных возрастных групп избирателей на выборах президента 18 марта в 2018 году, где был определен средний возраст проголосовавших на выборах президента России 45-60 лет. Согласно отчету, было опрошено 102190 россиян, проголосовавших на выборах президента России. Средний возраст большинства избирателей 28,1% — 60 лет, еще 26,8% опрошенных — 45 лет. Возраст около 35 лет опрошенных примерно 21,4%, 15,6% — 25 лет, еще 8,1% — 18 лет.

Также выборы губернатора Алтайского края 9 сентября 2018 года, свидетельствовали о невысокой электоральной активности молодёжи. Статистика показала, что по Алтайскому краю из числа проголосовавших молодые люди составили 24,26%; По Барнаулу 27,24%. В г. Рубцовске же был один из низких результатов участия молодежи в голосовании — 14,76%.

Итоговые данные нашего исследования по вопросам особенностей участия молодежи в политическом процессе не противоречат результатам всероссийского опроса по данной тематике. Что подтверждает нашу гипотезу об аполитичности и низком уровне правовой и политической культуре значительной части российской молодежи. Вместе с тем эти данные могут свидетельствовать и о том, что значительная часть молодежного электората исходит из того, что их участие в выборах ничего не решает, что все заранее предопределено в высших политических инстанциях. По существу вопроса речь идет о том, что значительная часть молодежи считает, что Российская избирательная система недемократична, несовременна и несовершенна, и что легальными законными способами невозможно изменить ситуацию в стране к лучшему.

В стране многое делается для противодействия этому социальному явлению. Указом президента создан Национальный антитеррористический комитет, который координирует деятельность органов государственной власти на федеральном уровне, на уровне субъектов федерации и органов местного самоуправления. Эффективно действуют силовые структуры на всех уровнях. Особое внимание уделяется профилактике экстремизма в молодежной среде. Среди основных целей профилактической работы названы устранение, ослабление, «замораживание» факторов, порождающих это социальное явление [7].

Но основными факторами, порождающими политический экстремизм, на наш взгляд, являются снижение уровня жизни и обнищание населения, безработица, социальная несправедливость в распределении материальных и других благ, коррупция во властных структурах, низкий уровень легитимности власти на всех уровнях, трудности для молодежи по поводу самореализации в

жизни, низкий уровень образования, политической и правовой культуры и др. То есть то, из чего складывается неблагоприятный социально-политический, социально-экономический, социально-психологический климат в обществе [11]. Вышеперечисленные проблемы не решаются в одночасье, они потребуют многолетних усилий и эффективного взаимодействия органов власти и всего общества, но как показывает исторический опыт без решения вышеперечисленных проблем в обществе невозможно устранить причины, порождающие политический экстремизм.

#### Список литературы

1. Верховский А. Политический экстремизм в России / А. Верховский, А. Папп, В. Прибыловский. М.: Институт экспериментальной социологии, 2011. 358 с.
2. Ханбабаев К.М. Сущность политического экстремизма и терроризма. [Электронный ресурс]. URL: <https://bv.mos.ru/safety-and-security/antiterroristicheskaia-safety/detail/1686005.html> (дата обращения: 24.10.2021).
3. Авакьян С.А. Гражданское общество как гарантия политического диалога и противодействия экстремизму: ключевые конституционно-правовые проблемы/ С.А. Авакьян. М.: Юстицинформ, 2015. 947 с.
4. Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://akstat.gks.ru/>(дата обращения: 10.10.2021).
5. Топ рейтинги мира. [Электронный ресурс]. URL: [basetop.ru/rejting-regionov-rossii-po-urovnyu-zhizni-2019/](http://basetop.ru/rejting-regionov-rossii-po-urovnyu-zhizni-2019/) (дата обращения: 18.10.2021).
7. Бааль Н.Б. Влияние социальных факторов на развитие политического экстремизма молодежи // Психолого-педагогический журнал «Кафедра». Тверской областной институт усовершенствования учителей. Тверь. 2006. №3(7).
8. Бааль Н.Б. Методы профилактики политического экстремизма молодежи // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. №1. С. 87-91.
9. Предупреждение вовлечения молодежи в террористические и экстремистские организации: Методические рекомендации // Редактор Ганюков Д.В. Барнаул: 2018. 154с.
10. Паин Э.А. Социальная природа экстремизма и терроризма // Общественные науки и современность. 2002. № 4. С. 113-124.
11. Попов В.И. Автореферат // Взаимосвязь политической культуры и социально-политического климата в обществе. – Рубцовск: 2016. – с. 18 [Электронный ресурс]. URL: [search.rsl.ru/ru/record/01003302405](http://search.rsl.ru/ru/record/01003302405) (дата обращения: 27.10.2021).

## О ВАЖНОСТИ ВОСПИТАНИЯ В ДУХЕ ПАТРИОТИЗМА В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

М.А. Прищепа, В.И. Колесников

Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**Аннотация.** Авторы обосновывают важность и необходимость воспитания подрастающих поколений в духе патриотизма и дружбы между народами в условиях современной многонациональной России и процессов глобализации, происходящих в мире. Главным потенциалом патриотического воспитания традиционно обладает семья, но социально-экономические условия современной России выдвигают на первый план другие проблемы. Показывая генезис развития патриотизма в России, авторы делают вывод о необходимости общенациональной идеи, которая окончательно еще не сформулирована.

**Ключевые слова:** патриотическое воспитание, межнациональное общение, общенациональные ценности, воспитательный потенциал семьи, общенациональная идея.

## ABOUT THE IMPORTANCE OF UPBRINGING IN THE SPIRIT OF PATRIOTISM AND FRIENDSHIP OF PEOPLES IN MODERN RUSSIA

M.A. Prishchepa, V.I. Kolesnikov

*Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical  
University, Rubtsovsk (Russia)*

**Abstract.** Author substantiates the importance and necessity of upbringing of rising generations in the spirit of patriotism and friendship of peoples in the conditions of modern multinational Russia and globalization processes taking place in the world. Traditionally, a family has the main potential in patriotic upbringing, but economic and social situation in modern Russia foregrounds another problems. Showing genesis of patriotism in Russia author makes up a conclusion about the necessity of national idea, which has not formulated completely yet.

**Keywords:** patriotic upbringing, international intercourse, nation-wide values, family's educational potential, national idea.

Воспитание патриотизма является одним из самых актуальных вопросов воспитания подрастающих поколений, одной из важнейших составляющих формирования идеологии нового российского общества на современном этапе. Патриотизм (греч. *patris* – родина) как общественное явление формировался на протяжении сотен лет. С момента возникновения само понятие имело различное наполнение и прошло путь от любви и уважения к семье, к месту рождения и жительства, общине, соотечественникам до государственного патриотизма – любви к государству.

На сегодняшний день патриотизм вобрал в себя все эти составляющие, став сложным и многогранным понятием, но в основе патриотизма всегда лежало такое понятие, как «духовность». Духовность личности – сердечное непоколебимое чувство благожелательности к человеку, особый вид любви. Если названные чувства отсутствуют, патриотизм носит формальный характер.

Без глубоко осознанного патриотизма, без веры в то, что мы, россияне – единое историческое целое, без осознания своей идентичности невозможны

сохранение территориальной целостности России, возрождение её экономического могущества, защита в случае внешней опасности. Это основа будущего существования России [5].

Следует отметить малую разработанность проблемы семейного воспитания патриотизма и дружбы народов в современной педагогике. В своих статьях Р.В. Раджабова, О.А. Сметанина, Н.Ф. Велиханова указывают на необходимость взаимодействия семьи и образовательных учреждений в формировании патриотических чувств, гражданственности и толерантности. Отмечается важность согласованности требований педагогов и родителей, личного примера, оптимизации социальной среды, учета поликультурности и полиэтничности региона [1].

На Руси патриотизм, как общегосударственное явление, начал формироваться с XIII века. Этому в сильной степени способствовали такие значимые исторические события, как Ледовое побоище, Куликовская битва, Польская интервенция. В начале XVII века началось формирование аппарата государственных структур.

Патриотизм от понятия любви и уважения к семье, общине, племени перетекает в понятие любви к родине как государству, его защиты и сохранения предшествующих ценностей, в котором доминировала составляющая защиты от внешнего врага. В сознании русской нации это оставалось незыблемой, не обсуждаемой и истинной основой до гражданской войны, когда патриотизм стал четко делиться по классовому признаку.

В период социалистического строительства патриотизм характеризовался широко развитой и глубоко продуманной системой патриотического воспитания юношества на основе идеологических ценностей: общее – выше личного, труд во имя светлого будущего и т. д.

Над формированием патриотизма работала вся идеологическая машина государства. Эффект усиливался враждебным окружением, классовой борьбой внутри страны, искренним стремлением беднейших слоев к лучшей жизни и верой в светлое будущее. Во время Великой Отечественной войны главной составляющей патриотизма стала защита Родины и Отечества в истинном смысле этого слова, все остальное отошло на второй план.

Но даже в этот период политическое руководство страны понимало значимость истоков истинного патриотизма. После Великой Отечественной войны воодушевленный победой народ был един в восстановлении народного хозяйства, людей сплотила совместная борьба за свободу, жизнь, защиту семьи и родины.

Кризис патриотизма, как составной части мировоззрения и идеологии, наметился в 60-е годы. И главной причиной, по нашему мнению, было лишение понятия патриотизма главной основы, стержня – духовности. Несоответствие того, что декларировалось и пропагандировалось, и того, что было в душе народа, усугубляло, размывало сознание людей.

Ярким свидетельством этого явились диссидентство, эмиграция, национальный вопрос и т. д. Снижение эффективности государственной

идеологии в начале 70-х годов, постепенная девальвация духовных ценностей привели к имитации патриотизма в виде формальных ценностей и лозунгов.

Последним крупным государственным движением патриотизма было строительство БАМа. Распад СССР привел не только к краху коммунистической идеологии, он изменил содержание основополагающих принципов патриотизма[2].

Все годы перестройки представления молодежи о сути патриотизма и дружбы народов подвергались серьезным изменениям.

При изучении семейных возможностей воспитания в духе патриотизма нельзя отказываться от использования опыта советской педагогики, несмотря на ее четкую прокоммунистическую идеологическую направленность. Возможности советской семьи в интернационально-патриотическом воспитании показаны М.С. Джунусовым, П.М. Рогачевым и М.А. Свердлиным, А.И. Холмогоровым.

В качестве форм воспитания в духе дружбы народов в семье предлагались: регулярная информация о жизни многонациональной страны, рассказы о дружбе и сотрудничестве между народами Советского Союза и социалистическими республиками, о международных событиях, ознакомление с экономикой, культурой и бытом союзных и автономных республик, стран социалистического лагеря, переписка детей из разных городов и республик.

Формами патриотического воспитания в семье выступают знакомство с трудовыми биографиями родителей, дедушек и бабушек, преобразование уголков родной природы (озеленение школы, родного города и т.д.), посещение памятных мест, рассказы родителей о примерах героизма, социалистическом соревновании, его победителях и т. д. [4].

Возрождение этих форм воспитания мы наблюдаем сейчас в современном виде – множество массовых мероприятий, посвященных памятным для страны датам (например, подготовка и празднование победы в Великой Отечественной войне).

В детях нужно пробуждать интерес к истории страны и чувство гордости за национальные победы. Именно родители должны начать знакомить ребенка с историческими памятниками, совершать экскурсии в местные музеи, знакомить с семейными реликвиями и историей предков, знакомить с государственной символикой, – но для всего этого родители и сами должны жить полной жизнью гражданина своей страны. Важные события в стране (в частности, успех Олимпиады – 2020 и триумфальное выступление в ней российских спортсменов) и социологические опросы россиян свидетельствуют об укреплении духа патриотизма, и, что особенно важно, у молодых поколений россиян.

По нашему мнению, необходимо воссоздание детских воспитательных организаций, причем не местных, а единых в масштабе всей страны (по примеру пионерии и комсомола, но с современной идеологией). Задача разработки такой идеи и её воплощение крайне сложны в условиях современной России, но подобные организации значительно способствовали бы

воспитанию детей в духе патриотизма и дружбы народов, обеспечивали бы необходимую взаимосвязь воспитательных воздействий семьи и государства и сделали бы систему патриотического воспитания целостной.

Основным институтом, обеспечивающим организацию всей системы патриотического воспитания, ее функционирование и контроль ее эффективности и конечных результатов деятельности, является государство. Современное общество предъявляет высокие требования к уровню образования и воспитания личности, однако в новой парадигме школьного образования в России вопросы воспитательной работы отодвинуты на задний план. Ставка сделана на хорошо обученного, высококвалифицированного специалиста. В связи с этим огромный груз ответственности ложится на семью, так как в данных условиях семья не просто основной, но и практически единственный институт воспитания, в том числе патриотического.

Перед семьей сегодня стоит трудная задача – формировать новое мировоззрение, новые представления о человеке и его предназначении. Одной из отличительных особенностей современных семей является наличие выраженных переживаний, связанных с материальным обеспечением себя и будущего своих детей. Всецелое поглощение и стремление к ориентации на материальный достаток привело к стремительному вхождению в новые социально-экономические отношения, изменению ценностных ориентаций людей и неприемлемому прежде нежелательному социальному явлению – расслоению людей и групп по материальному достатку. При такой односторонней переориентации личности духовно-нравственные мотивы теряют всякий смысл [5].

Необходимо упомянуть проблемы, которые так же характерны для современных семей: неверное представление роли семьи, искаженное восприятие проблемы воспитания патриотизма. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы в семейной жизни в доверительной обстановке имели место беседы о любви к своей Родине вообще и малой Родине.

Дефицит жизненного опыта не позволяет молодому поколению адекватно ориентироваться в многообразии социальных отношений, не позволяет отличить подлинные ценности от мнимых. Семья является той средой, где дети находят эмоциональную и моральную поддержку, где впервые ребенок слышит порицание или похвалу и где складывается доверительное отношение к первому опыту в межнациональном общении.

Обсуждая конкретные ситуации межнационального общения своих детей, родители должны выступать в роли наставников, а не посторонних наблюдателей и исходить из своего позитивного, а не негативного опыта. От характера и направленности социальных установок будет зависеть реальное поведение молодого человека в ситуации межнациональных контактов.

Предметом патриотического воспитания выступает порождение смысла Родины в контексте освоения духовной и нравственной нормативности, воспитания социальной ответственности, формирования российской гражданской идентичности, в которых должны быть совмещены

ближнее (конкретная среда жизнедеятельности) и дальнее (интересы российского общества и государства – как пространство Родины).

В этой ситуации предмет патриотического воспитания очень сложен: в нем переплетаются рациональное и иррациональное, национальное и общекультурное, конфессиональное, этническое, прошлое, настоящее, будущее. Образ будущего может быть определен в системе координат, выбирающей цели и стратегии развития России. Именно в этой системе координат строятся национальные стратегии, определяющие политику на основе национальной идеи. Национальная идея в философии – систематизированное обобщение национального самосознания, определяющее смысл существования того или иного народа или нации.

В ответ на вопрос о национальной идее президент В. Путин как раз и привел слова А. Солженицына о «сбережении народа». Безусловно, речь здесь не только о демографической ситуации, сбережение народа – это целый комплекс мер, направленный на формирование стержня, позволяющего каждому из россиян осознать, что его личность важна для развития страны. Начинать этот комплекс мер нужно с главного, что есть у каждого человека – с семьи. Поддержка семейных ценностей, забота о материнстве и детстве – все это звучит банально, но без определяющей роли семьи невозможно говорить о развитии российского общества.

Другой приоритет тоже может показаться банальным, но именно он дает человеку возможность почувствовать себя полноценным членом здорового общества. Речь идет о предоставлении рабочих мест, отвечающих современным требованиям. Именно работа, приносящая удовлетворение, способна выступить одной из составляющих национальной идеи. Незанятое и лишенное возможности участвовать в продуктивном труде население – основа для распространения сепаратистских и ультралиберальных идей [3].

В традиционных стратегиях и моделях патриотического воспитания считается, что впитанная с детства любовь к Родине должна увеличиваться и возрастать, а процесс этот происходит следующим образом: родной дом – малая родина – страна (нация) – человечество. Патриотическое воспитание в широком понимании должно открывать для личности мир, в котором центральное место занимает приоритет собственной страны – России. Здесь важным фактором является то, что освоение современности неизбежно становится технически поверхностным, потребительским, если оно не пронизано освоением всего пласта истории и ценностно-культурных, духовных смыслов собственной страны.

Отсутствие патриотических ценностей в сознании разрушает целостность личности, снижает ее социальную направленность, профессиональную эффективность, инновационное мышление и творчество на благо Отечества.

Патриотическое воспитание – целенаправленный процесс, целью которого является нахождение смыслов служения Отечеству как в социально значимой созидательной, так и в повседневной деятельности. В процессе семейного патриотического воспитания формируются образ России, любовь к Родине,

национальное и гражданско-государственное самосознание, трудовые качества человека, нравственный образ жизни и стремление к культуре. Только в этом случае можно говорить о свободной личности, способной противостоять разрушительным идеям и негативным воздействиям.

#### Список литературы

1. Гасанова З.З. Патриотическое воспитание в семье в условиях социально-экономической трансформации (на примере республики Дагестан) / З.З. Гасанова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2007. № 40.

2. Курбатов В.А. Социальная ориентация формирования гражданско-патриотических ценностей молодежи / В.В. Курбатов // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. 2013. № 2.

3. Кусмарцев М.Б. Предмет и логика процесса патриотического воспитания в общем образовании / М.Б. Кусмарцев // Философия образования. 2012. №5.

4. Маллаев Д.М. Воспитание детей в семье в духе патриотизма и дружбы народов / Д.М. Маллаев, П.О. Омарова, З.З. Гасанова. М.: СМУР «Academa», 2008. 144 с.

5. Морозова Т. И. Проблема формирования гражданственности и патриотизма у современной молодежи / Т.И. Морозова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Философия. Социология. Право. 2010. № 14.

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ,  
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 75-летию Рубцовского индустриального института

26-27 ноября 2021 г.

Дизайн обложки Е.А. Корнеев

Режим доступа:

[https://www.rubinst.ru/sites/default/files/files/science/conference\\_materials/Технический%20сборник%202021%20\(итог\).pdf](https://www.rubinst.ru/sites/default/files/files/science/conference_materials/Технический%20сборник%202021%20(итог).pdf)