МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РУБЦОВСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
(филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет
имени И.И. Ползунова»

Технический факультет
Кафедра «Наземные транспортные системы»

Н.А. Чернецкая

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания
к выполнению контрольных работ и СРС по дисциплине
«Инженерная экология»
для студентов всех форм обучения

Рубцовск 2021

УДК 574 (075.8)

Чернецкая Н.А. **Инженерная экология.** Методические указания к выполнению контрольных работ и СРС по дисциплине «Инженерная экология» для студентов всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: ИТО, 2021. - 17 с.

Предназначены в качестве руководства при выполнении студентами контрольных работ и самостоятельной работы по дисциплине «Инженерная экология». Содержат теоретические сведения и методику расчета, варианты индивидуальных расчетных заданий, список рекомендуемых источников.

Рассмотрены и одобрены
на заседании НМС
Рубцовского индустриального института.
Протокол № ___ от __.__.2021 г.

Рецензент: к.т.н., доцент Э.С. Маршалов

© Рубцовский индустриальный институт, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..... 4

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ …….. 5

1.1 Расчет концентраций загрязняющих веществ в воздухе, обусловленных автомобильным транспортом……. 5
1.2 Расчет уровней шума от автомобильной магистрали…….. 6
1.3 Расчет разбавления и самоочищения сточных вод в реке…..……. 9
2 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ……. 12
2.1 Задание к расчету концентраций загрязняющих веществ в воздухе, обусловленных автомобильным транспортом…… 12
2.2 Задание к расчету уровней шума от автомобильной магистрали…….. 13
2.3 Задание к расчету разбавления и самоочищения сточных вод в реке……. 14
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ….…… 15
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ……... 15

ВВЕДЕНИЕ

Расчетные оценки изменения характеристик состояния окружающей среды представляют собой основную содержательную часть работы по проведению оценки воздействия транспорта на окружающую среду и требуют привлечения самых широких естественнонаучных знаний. Существующие методы расчетов столь многообразны и сложны, поэтому в предлагаемых контрольных заданиях рассматриваются лишь сравнительно простые задачи, методы решения которых и соответствующие формулы кратко изложены в пункте 1. Контрольные задания указаны в пункте 2.

Для более глубокого изучения дисциплины «Инженерная экология» предлагается список рекомендуемых источников.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1 Расчет концентраций загрязняющих веществ в воздухе, обусловленных автомобильным транспортом

При расчете рассеяния выбросов от автомобилей для определения концентрации токсичных веществ на различном удалении от дороги используется модель гауссового распределения примесей в атмосфере на небольших высотах. Концентрация загрязняющего вещества вдоль автомобильной дороги определяется по формуле:

$$C_i = \frac{2q_i}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin \varphi} + F, \qquad (1)$$

где: C_i - концентрация i-го загрязняющего вещества в воздухе, $г/м^3$,

q_i – мощность эмиссии i-го загрязнителя, выбрасываемого транспортным потоком, $г/м \cdot с$;

σ - стандартное отклонение Гауссового рассеивания в вертикальном направлении, м; определяется по таблице 1;

V - скорость ветра, преобладающего в расчетный месяц летнего периода, $м/с$,

φ - угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги (при угле от 90 до 30 градусов скорость ветра следует умножать на синус угла, при угле менее 30 градусов – оэффициент 0,5). Понятно, что наиболее неблагоприятная ситуация возникает при $\varphi = 30^\circ$.

F – фоновая концентрация загрязнения воздуха, $г/м^3$.

Таблица 1

Значения стандартного гауссового распределения σ при удалении от кромки проезжей части

Приходящая солнечная радиация	**удаление от кромки проезжей части, метры**									
	10	20	40	60	80	100	150	200	250	300
сильная	2	4	6	8	10	13	19	24	30	36
слабая	1	2	4	6	8	10	14	18	22	26

Мощность эмиссии загрязняющего вещества q_i $(г/м \cdot с)$, обусловленная транспортным потоком, определяется исходя из формулы:

$$q_i = 2{,}7 \cdot 10^{-7} \sum_{n=1}^{k} m_{in} \cdot N_n, \qquad (2)$$

где m_{in} – эмиссия i-го загрязняющего вещества одним автомобилем n-ой группы $(г/км)$;

N_n – интенсивность движения n-ой группы автомобилей $(авт/ч)$;

k – число групп автомобилей ($k=1$ – легковые, $k=2$ – грузовые карбюраторные, $k=3$ – грузовые дизельные и т.д.);

$2{,}7\cdot10^{-7}$ – коэффициент пересчета одних единиц измерения в другие.

1.2 Расчет уровней шума от автомобильной магистрали

Расчетная величина эквивалентного уровня шума транспортного потока определяется формулой:

$$L_p = L_{mnp} + \Delta L_{тяж} + \Delta L_{диз} + \Delta L_{ск} + \Delta L_{ук} + \Delta L_{пок} + \Delta L_x K_n + \Delta L^* \qquad (3)$$

где L_p – эквивалентный уровень звука в расчетной точке;

L_{mnp} - расчетный эквивалентный уровень звука транспортного потока на расстоянии 7,5 метра от оси ближайшей полосы движения, вычисленный без учета поправок на условия дорожного движения и состав транспортного потока;

$\Delta L_{тяж}$ – поправка, учитывающая долю грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями в транспортном потоке;

$\Delta L_{диз}$ - поправка, учитывающая долю грузовых автомобилей с дизельными двигателями в транспортном потоке;

$\Delta L_{ск}$ - поправка на изменение средней скорости движения по сравнению с расчетной;

$\Delta L_{ук}$ – поправка на продольный уклон;

$\Delta L_{пок}$ – поправка на шероховатость дорожного покрытия;

ΔL_x - поправка на снижение эквивалентного уровня звука за счет удаления расчетной точки;

K_n - коэффициент, учитывающий тип поверхности между дорогой и точкой замера;

ΔL^* - снижение уровня шума за счет молекулярного поглощения энергии звука воздухом.

Значение расчетного эквивалентного уровня звука транспортного потока, интенсивностью N, на расстоянии 7,5 метра от оси ближайшей полосы движения - L_{mnp} определяется по формуле (4):

$$L_{mnp} = 50 + 8{,}8\lg N \qquad (4)$$

Поправка, учитывающая изменение числа грузовых автомобилей с карбюраторным типом двигателя в транспортном потоке $\Delta L_{тяж}$ определяется из таблицы 2.

Таблица 2

Число грузовых автомобилей и автобусов в потоке, %	**<5**	**5 - 20**	**20 - 35**	**35 - 50**	**50 - 60**	**65 - 85**	**85 - 100**
Поправка $\Delta L_{тяж}$, дБА	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

Поправка, учитывающая изменение числа грузовых автомобилей с дизельным двигателем в транспортном потоке $\Delta L_{диз}$ определяется из таблицы 3.

Таблица 3

Число дизельных грузовых автомобилей в потоке, %	**<5**	**5-10**	**10-20**	**20-35**
Поправка $\Delta L_{диз}$, дБА	0	+1	+2	+3

Таблица 4

Поправка на скорости движения $\Delta L_{ск}$

Скорость потока, км/час	30	40	50	60	70	80
Поправка $\Delta L_{ск}$, дБА	-1,5	0	1,5	3,0	4,5	6,0

Таблица 5

Поправка на вид покрытия $\Delta L_{пок}$

Вид покрытия	**$\Delta L_{пок}$, дБА**
Литой и песчаный асфальтобетон	0
Мелкозернистый асфальтобетон	-1,5
Черный щебень	+1,0
Цементобетон	+2,0
Мостовая	+6,0

Таблица 6

Поправка на продольный уклон $\Delta L_{ук}$

Величина продольного уклона проезжей части, 0/00	$\Delta L_{ук}$
До 20	0
40	+1
60	+2
80	+3

Таблица 7

Значение коэффициента K_n

Тип поверхности между дорогой и точкой замера	K_n
Вспаханная	1,0
Асфальтобетон, цементобетон, лед	0,9
Зеленый газон	1,1
Рыхлый снег	1,25

Снижение уровня шума за счет молекулярного поглощения ΔL^* в зависимости от расстояния определяется формулой:

$$\Delta L^* = 5{,}2 \cdot \frac{r}{1000} \qquad (5)$$

где r – расстояние от расчетной точки до оси ближайшей полосы движения, м.

Таблица 8

Поправка ΔL_x на снижение эквивалентного уровня звука за счет удаления расчетной точки

Расстояние до оси ближайшей полосы движения, м	**ΔL_x, дБА, для дороги**				
	Двух-полосной	**Четырехполосной**		**Шестиполосной**	
		Раздели тельная полоса шириной 5 м	**Разделительная полоса шириной 12 м**	**Раздели тельная полоса шириной 5 м**	**Разделительная полоса шириной 12 м**
25	4,7	3,6	3,4	3,2	3,0
50	7,5	6,1	5,7	5,5	5,2
75	9,2	7,7	7,2	7,0	6,7
100	10,4	8,8	8,3	8,1	7,7
150	12,2	10,5	10,0	9,7	9,3
200	13,4	11,7	11,1	10,9	10,5
300	15,2	13,4	12,8	12,6	12,1
400	16,4	14,6	14,0	13,8	13,3
500	17,4	15,5	15,0	14,7	14,3
600	18,2	16,3	15,7	15,5	15,0
700	18,8	17,0	16,4	16,2	15,7
800	19,4	17,6	17,0	16,7	16,3
900	19,9	18,1	17,5	17,3	16,8
1000	20,4	18,5	18,0	17,7	17,2
1250	21,4	19,5	18,9	18,7	18,2
1500	22,2	20,3	19,7	19,5	19,0
1750	22,8	21,0	20,4	20,1	19,6
2000	23,4	21,5	20,9	20,7	20,2

1.3 Расчет разбавления и самоочищения сточных вод в реке

Рассмотрим следующую ситуацию: в реку сбрасывается сточная вода, в которой присутствует загрязняющее вещество (ЗВ) с концентрацией $C_{ЗВ}$. Источник загрязнения рассматривается как точечный. Будем полагать, что это же загрязняющее вещество присутствует в реке изначально и его концентрация в створе выше места поступления сточных вод равна $C_{Ф}$.

$C_{Ф}$ - фоновая концентрация загрязняющего вещества, определяемая как средняя величина концентраций, измеряемая при неблагоприятных или некоторых заданных гидрологических условиях.

Створ реки ниже точки сброса, где в результате перемешивания концентрация загрязняющего вещества практически сравнивается с фоновой, отличаясь от нее не более, чем на 5-10%, называется створом полного перемешивания. Понятно, что расположение этого створа зависит от расхода воды в реке и ряда других причин.

Введем обозначения:

L – расстояние вниз по реке от места выпуска сточных вод;

C_L – средняя концентрация загрязняющего вещества на расстоянии L.

Для того, чтобы определить во сколько раз уменьшилось превышение концентрации сточных вод в створе L над фоновой по сравнению с местом сброса, вводится отношение:

$$n_x = \frac{C_{ВЗ} - C_0}{C_x - C_o} \qquad (6)$$

которое называют кратностью разбавления.

Концентрация загрязняющего вещества в воде может изменяться не только за счет разбавления, но и в результате процессов самоочищения. Удаление загрязняющих веществ может происходить по разным причинам. Это могут быть сорбция на взвешенных частицах и осаждение на дно, либо разложение в результате жизнедеятельности водной микрофлоры, окислительные и восстановительные химические процессы. Если вещество не участвует в таких превращениях, его называют консервативным, подчеркивая тем самым неизменность концентраций во времени. Для неконсервативных веществ вводится понятие коэффициента скорости самоочищения K (часто его называют коэффициентом неконсервативности). Как показывают многочисленные исследования, скорость убывания концентрации загрязняющих веществ со временем пропорциональна самой концентрации:

$$\frac{dC_L}{dt} = -KC_L, \qquad (7)$$

где t – время.

Интегрируя это простейшее уравнение, легко найти:

$$C_x = C_o \cdot e^{-Kt}, \qquad (8)$$

где C_o – концентрация загрязняющего вещества в начальном створе реки;

C_L – концентрация загрязняющего вещества на расстоянии L от начального створа;

t – время добегания воды от створа *0* до створа L (обычно измеряется в сутках; очевидно, что $t = L/v_{ср}$, где $v_{ср}$ – средняя скорость течения реки на рассматриваемом участке).

Для створа, расположенного по реке ниже точки выпуска сточных вод, справедливо уравнение баланса веществ:

для консервативного вещества

$$Q_Ф C_Ф + Q_{ЗВ} C_{ЗВ} = (Q_Ф + Q_{ЗВ}) C_L \qquad (9)$$

для неконсервативного вещества

$$Q_Ф C_Ф e^{-Kt} + Q_{ЗВ} C_{ЗВ} e^{-Kt} = (Q_Ф + Q_{ЗВ}) C_L \qquad (10)$$

Уравнения (9), (10) имеют смысл для створа, расположенного ниже створа полного перемешивания. В левой части уравнений

$Q_Ф$ - расход воды в фоновом створе ($м^3/с$);

$Q_{ЗВ}$ – расход воды в трубе, сбрасывающей сточные воды ($м^3/с$).

Очевидно, что $Q_Ф \cdot C_Ф$ – масса загрязняющего вещества, проходящая через сечение реки за единицу времени в фоновом створе; $Q_{ЗВ} \cdot C_Ф$ - масса загрязняющего вещества, попадающая за единицу времени в реку со сточными водами. Понятно, что в створе L мы должны иметь сумму этих масс.

Из (9) и (10) можно найти соответственно искомые концентрации на расстоянии L от точки сброса:

для консервативного вещества

$$C_L = \frac{Q_ф C_ф + Q_{ВЗ} C_{ВЗ}}{Q_ф + Q_{ВЗ}} \qquad (11)$$

для неконсервативного вещества

$$C_L = \frac{Q_ф C_ф + Q_{ВЗ} C_{ВЗ}}{Q_ф + Q_{ВЗ}} e^{-Kt} \qquad (12)$$

Формулы (11), (12) также имеют смысл лишь для участков ниже створа перемешивания.

Наибольший интерес для оценки загрязнения представляет участок реки между выпуском сточных вод и створом полного перемешивания. Для того, чтобы определить концентрацию загрязняющего вещества в максимально загрязненной струе на этом участке, советский гидролог И.Д. Родзиллер предложил следующую формулу, справедливую для консервативного вещества:

$$C_L^{\max} = \frac{\gamma Q_ф C_ф + Q_{ВЗ} C_{ВЗ}}{\gamma Q_ф + Q_{ВЗ}} \qquad (13)$$

Как видим, формула (13) очень похожа на (11), но в отличие от последней здесь введен коэффициент γ, который показывает, какая часть расхода воды в

реке участвует в разбавлении сточных вод (γ называют коэффициентом смешения).

$$\gamma = \frac{1-\beta}{1+\frac{Q_ф}{Q_{ВЗ}}\beta} \tag{14}$$

где $\beta = e^{-\alpha\sqrt[3]{L}}$ (15)

α - множитель, учитывающий гидравлические условия смешения, который определяется по формуле:

$$\alpha = \xi\varphi_З\sqrt{\frac{D}{Q_{ВЗ}}}, \tag{16}$$

ξ - коэффициент, зависящий от местоположения выпуска ($\xi = 1$при выпуске у берега; $\xi = 1{,}5$ при выпуске на фарватере);

φ - коэффициент извилистости русла (определяется как отношение расстояния от места выпуска сточных вод до расчетного створа по фарватеру к расстоянию между этими пунктами по прямой);

D – коэффициент турбулентной диффузии ($м^2/с$)

$$D = \begin{cases} \dfrac{gh_{ср}v_{ср}}{\tilde{C}\left(0{,}7\tilde{C}+6\right)} & 10 \le \tilde{C} \le 60 \\ \dfrac{gh_{ср}v_{ср}}{48\tilde{C}} & \tilde{C} > 60 \end{cases} \tag{17}$$

Здесь $g = 9{,}81 м/с^2$ – ускорение силы тяжести;

$\tilde{C}$ - коэффициент Шези ($м^{1/2}/с$), определяющий гидравлическое сопротивление русла.

Коэффициент Шези определяется по формуле Шези:

$$\tilde{C} = \frac{v_{ср}}{\sqrt{h_{ср}I}} \tag{18}$$

где $v_{ср}$ – средняя скорость течения ($м/с$);

I – уклон водной поверхности на рассматриваемом участке (отношение перепада высот в метрах на 1000 метров длины);

$h_{ср}$ – средняя глубина реки (м).

Метод Родзиллера применим при $0{,}0025 < Q_{ВЗ}/Q_Ф < 1{,}0$.

В том случае, если рассматривается неконсервативное вещество, то по аналогии с формулами (12), (13) можно записать:

$$C_L^{\max} = \frac{\gamma Q_ф C_ф + Q_{ВЗ}C_{ВЗ}}{\gamma Q_ф + Q_{ВЗ}} e^{-Kt}. \tag{19}$$

Полученные формулы дают возможность определить концентрацию в максимально загрязненной струе на расстоянии L от точки сброса. Если на

рассматриваемом участке находится пункт водопользования, например водозабор или пляж, то в створе этого пункта необходимо выполнение условия

$$C_L^{\max} \le ПДК$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация.

Подставляя в (13) вместо $C_L^{\max}$ величину ПДК и решая уравнения относительно $C_{ЗВ}$, можно определить, какова допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах. Это позволяет подобрать необходимые способы очистки сточных вод, обеспечивающие допустимую концентрацию в сбросе $C_{ВЗ}^{доп}$:

$$C_{ВЗ}^{доп} = ПДК + \left(ПДК - C_ф\right)\gamma \frac{Q_ф}{Q_{ВЗ}} \qquad (20)$$

2 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

2.1 Задание к расчету концентраций загрязняющих веществ в воздухе, обусловленных автомобильным транспортом

Определите эмиссию диоксида азота, обусловленную движением автомобилей по автотранспортной магистрали. Параметры транспортного потока, необходимые для расчета, указаны в таблице 9, расчетные формулы даны в пункте 1.

Постройте график уменьшения концентраций диоксида азота с подветренной стороны по мере удаления от автомобильной магистрали. Скорость ветра указана в таблице. Угол между вектором скорости ветра и направлением дороги во всех вариантах принять равным 30°. Определите, на каком расстоянии от кромки дороги достигается максимальная разовая $ПДК_{мр}$ по NO_2. Для диоксида азота $ПДК_{мр} = 0{,}085\,мг/м^3$.

Эмиссия NO_2 для одного автомобиля (масса загрязняющего вещества, выбрасываемая на единице пути) в расчетах считается независящей от скорости в широком диапазоне скоростей и принимается:

1,7 $г/км$ – для одного легкового автомобиля;

5,2 $г/км$ – для одного грузового карбюраторного автомобиля;

7,8 $г/км$ – для одного дизельного грузового автомобиля.

При расчетах рассмотреть случай слабой приходящей солнечной радиации. Фоновую концентрацию принять равной нулю.

Таблица 9

Вариант	**Интенсивность,** *авт/ч*	**Скорость ветра,** *м/с*	**Доля грузовых карбюраторных, %**	**Доля грузовых дизельных, %**
1	1000	1	50	10
2	1000	1,5	40	20
3	2000	2	60	5
4	2000	1	60	0
5	3000	2	20	30
6	3000	3	40	10
7	4000	1	10	40
8	4000	2	50	0
9	5000	2,5	10	30
0	5000	3	20	30

2.2 Задание к расчету уровней шума от автомобильной магистрали

Построить график, демонстрирующий уменьшение уровней эквивалентного шума автомобильного транспортного потока по мере удаления от дороги. Интенсивность, скорость и состав транспортного потока, по вариантам, указаны в таблице 10.

При расчетах принять:

- покрытие – мелкозернистый асфальтобетон;
- местность с плоским рельефом;
- поверхность между дорогой и точкой замера – зеленый газон;
- дорога четырехполосная с разделительной полосой 5 м;
- дорога идет без уклонов.

Определить расстояние, на котором достигается допустимый для жилой застройки в дневное время эквивалентный уровень шума $L_{экв} = 55$ дБА.

Таблица 10

Вариант	**Интенсивность,** *авт/ч*	**Скорость,** *км/ч*	**Доля грузовых карбюраторных, %**	**Доля грузовых дизельных, %**
1	1000	40	50	10
2	1000	80	40	20
3	2000	60	60	5
4	2000	80	60	0
5	3000	60	20	30
6	3000	70	40	10
7	4000	50	10	40
8	4000	80	50	0

Вариант	Интенсивность, *авт/ч*	Скорость, *км/ч*	Доля грузовых карбюраторных, %	Доля грузовых дизельных, %
9	5000	60	10	30
0	5000	80	20	30

2.3 Задание к расчёту разбавления и самоочищения сточных вод в реке

С территории завода сбрасываются сточные воды, содержащие нефтепродукты в концентрации, величина которой задана в таблице 11.

Фоновая концентрация нефтепродуктов $C_Ф$ в речной воде выше створа сброса составляет $0{,}02\ мг/л$. Предельно допустимая концентрация нефти в воде для рыбохозяйственного водотока, каким является река, составляет $0{,}05\ мг/л$.

Определить концентрацию нефтепродуктов на расстоянии $125\ м$ от места сброса, считая, что

- вещество на таком коротком промежутке консервативно,
- коэффициент извилистости реки равен 1,
- уклон реки – 0,001,
- выпуск сточных вод осуществляется у берега.

Другие величины, необходимые для расчета, следует взять из таблицы 11 в соответствии с номером варианта.

Расчетные формулы для решения поставленной задачи приведены в пункте 1.3.

В таблице 11 приняты следующие обозначения задаваемых величин:

$C_{ЗВ}$ – концентрация загрязняющего вещества (в рассматриваемом случае нефтепродуктов) в сточных водах;

$Q_Ф$ – расход речной воды в фоновом створе;

$Q_{ЗВ}$ – расход воды в трубе, сбрасывающей сточные воды;

$v_{ср}$ – средняя скорость воды в реке;

$h_{ср}$ - средняя глубина реки в районе сброса.

Определите кратность превышения ПДК в створе, отстоящем на расстоянии $125\ м$ от выпуска. Определите кратность разбавления в этом створе.

Определите допустимую концентрацию нефтепродуктов в сточных водах, обеспечивающую достижение ПДК в створе на расстоянии $125\ м$.

Таблица 11

Вариант	$C_{ЗВ}, мг/л$	$Q_Ф, м^3/с$	$Q_{ЗВ}, м^3/с$	$v_{ср}, м/с$	$h_{ср}, м$
1	25	250	0,8	1	2
2	10	200	2	1	2,5
3	15	500	4	1	5
4	20	1000	5	1,5	6

Вариант	$C_{ЗВ}, мг/л$	$Q_{Ф}, м^3/с$	$Q_{ЗВ}, м^3/с$	$v_{ср}, м/с$	$h_{ср}, м$
5	40	800	4	1,2	4
6	30	600	3	1,5	3
7	50	800	4	2	4
8	20	400	2	1	2
9	30	500	1,5	1,3	2,5
10	40	600	2	1,6	2,8

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Работа оформляется на листах формата А4 как текстовый документ в соответствии с **ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.**

2. Шрифт Times New Roman, размер 14, интервал 1,5.

3. Параметры страницы. Поля: верхнее - 2 см, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см.

Структура контрольной работы:
титульный лист (приложение А);
содержание;
задание 1;
задание 2;
задание 3;
список использованных источников.

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении рекомендованной специальной литературы, в рамках дисциплины.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Братчикова, И. Г. Физико-химические основы инженерной экологии : учебное пособие / И. Г. Братчикова. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2011. — 124 с. — ISBN 978-5-209-03579-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/11405.html (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Быков, А. П. Инженерная экология. Часть 1 : учебное пособие / А. П. Быков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 208 с. — ISBN 978-5-7782-1634-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44925.html (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Быков, А. П. Инженерная экология. Часть 2. Основы экологии производства : учебное пособие / А. П. Быков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 156 c. — ISBN 978-5-7782-1772-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44926.html (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Быков, А. П. Инженерная экология. Часть 3. Основы экологии производства : учебное пособие / А. П. Быков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 335 c. — ISBN 978-5-7782-2360-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44927.html (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Быков, А. П. Инженерная экология. Часть 4. Основы экологии производства : учебное пособие / А. П. Быков. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 104 c. — ISBN 978-5-7782-2476-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44928.html (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Вронский В.А. Прикладная экология: учебное пособие. Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 1996. – 512 с.

7. Лобанова З.М. Экология и защита биосферы: Учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 228 с.

8. Новиков, В. К. Экология и инженерная защита окружающей среды : курс лекций / В. К. Новиков. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2020. — 234 c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/97330.html (дата обращения: 22.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Общественное экологическое движение России: Справ. изд. / Под ред. А.К. Смирнова. – М: Экология, 1995. – 254 с.

Приложение А

Титульный лист контрольной работы

РУБЦОВСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет
имени И.И. Ползунова»

Технический факультет
Кафедра «Наземные транспортные системы»

Работа защищена с оценкой_____
_____
(подпись преподавателя) *(инициалы, фамилия)*
«____»_____ 20__ г.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Инженерная экология»

Работу выполнил
студент группы_____
подпись *и.о. фамилия*

Работу принял
к.т.н., доцент_____Н.А. Чернецкая_
подпись *и.о. фамилия*
дата

Рубцовск 20___

Чернецкая Наталья Анатольевна

Инженерная экология.

Методические указания к выполнению контрольных работ и СРС по дисциплине «Инженерная экология» для студентов всех форм обучения

Редактор
Ответственный за выпуск

Подписано к печати . Формат
Усл. печ. л. . Тираж экз. Заказ . Рег. № .

Отпечатано в РИО Рубцовского индустриального института.
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6