

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский горный университет**

**Кафедра геоэкологии**

# **ЭКОЛОГИЯ**

*Методические указания к самостоятельной работе  
для студентов бакалавриата направления 21.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2019**

УДК 504.61 (073)

**ЭКОЛОГИЯ:** Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Т.А. Лытаева, Т.А. Петрова*. СПб, 2019. 37 с.

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Экология» направлены на формирование у студентов навыков применения знаний, полученных на лекциях, а также самостоятельного решения практических задач на производстве. Представлен комплекс практических работ по расчетам техногенной нагрузки на компоненты окружающей среды.

Предназначены для студентов направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» по профилю «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки».

Научный редактор проф. *М.А. Пашкевич*

Рецензент *А.В. Туртанов* (АО «Апатит»)

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью дисциплины «Экология» является изучение студентами свойств экосистем и лимитирующих факторов, а также приобретение теоретических знаний и практических навыков по охране окружающей среды и рациональному природопользованию.

Методические указания предназначены для самостоятельной подготовки к практическим занятиям.

Целью практических работ является приобретение навыков по прогнозированию и оценке возможных негативных последствий производственных объектов на здоровье человека и компоненты окружающей среды.

Задания и исходные данные к практическим работам представлены в Приложениях 1-6.

Результат выполнения каждой практической работы оформляется в виде отчета, который подлежит защите руководителю практических занятий в индивидуальном порядке.

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Рассеивание загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе определяется типом источника, параметрами поступления газовой смеси (ГВС) в атмосферный воздух, метеорологическими параметрами окружающей среды, географическими параметрами места расположения источника выбросов ЗВ, свойствами ГВС и ЗВ.

Источник загрязнения атмосферного воздуха – источник, из которого ЗВ поступают в атмосферный воздух. Выделяют следующие источники загрязнения атмосферного воздуха:

- организованные (ГВС в атмосферный воздух поступает в виде направленного потока через специальное газоотводное устройство);

- неорганизованные (ГВС в атмосферный воздух поступает в виде ненаправленных потоков в результате нарушения герметичности зданий, сооружений, установок, а также отсутствия вентиляционных систем).

В зависимости от изменения координат во времени:

- стационарные (без изменения координат);
- передвижные (с изменением координат во времени).

В зависимости от геометрических параметров:

- точечные;
- линейные;
- площадные.

В зависимости от высоты установленного отверстия, через которое ГВС, содержащая загрязняющие вещества, поступает в атмосферный воздух:

- наземные (до 2 м включительно);
- низкие (от 2 до 10 м включительно);
- средние (от 10 до 50 м включительно);
- высокие (более 50 м).

В зависимости от времени поступления ГВС в атмосферный воздух: постоянно действующие; периодического действия.

## 1.1 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ ЧЕРЕЗ НЕПЛОТНОСТИ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГАЗОПРОВОДА

В результате разгерметизации или аварийной ситуации трубопровода газовая смесь поступает в атмосферный воздух, тем самым загрязняя его.

1. Концентрация насыщенных паров каждого компонента газовой смеси,  $\text{мг/м}^3$ , определяется по следующей формуле:

$$C_i = \frac{16 \cdot P_i \cdot M_i \cdot 1000}{T \cdot 133,3}, \quad (1)$$

где  $P_i$  – парциальное давление компонента газовой смеси, Па;

$M_i$  – молярная масса компонента, г/моль;

$T$  – температура газовой смеси в трубопроводе, К;

$133,322 \text{ Па} = 1 \text{ мм рт. ст.}$

Согласно закону Рауля, парциальное давление компонента, входящего в состав газовой смеси, Па, определяется по формуле:

$$P_i = N_i \cdot P_{\text{абс}}. \quad (2)$$

Состав газовой смеси в трубопроводе задается в массовых, объемных или мольных долях. Мольная доля компонента, определяется по формуле:

$$N_i = \frac{a_i / M_i}{\sum (a_i / M_i)}, \quad (3)$$

где  $a_i$  – массовая доля компонента, д.е.;

Абсолютное давление газовой смеси в трубопроводе, Па:

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{OC}} + P_{\text{изб}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{OC}}$  – давление наружной среды, Па;

$P_{\text{изб}}$  – избыточное давление в трубопроводе, Па.

2. Определение количества газовой смеси, поступающей через неплотности фланцевых соединений трубопровода при избыточных давлениях более  $2 \cdot 10^5$  Па, г/ч, производится по следующей формуле:

$$G_{\text{см}} = 3,57 \cdot 10^{-5} \cdot \eta \cdot P_{\text{ИЗБ}} \cdot m \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M_{\text{см}}}{T}}, \quad (5)$$

где 3,57 – коэффициент, °C<sup>1/2</sup> · см<sup>2</sup>/(м<sup>3</sup>·ч);

$\eta$  – коэффициент запаса, принимаемый равным 2;

$m$  – коэффициент негерметичности, характеризующий падение давления в аппарате, ч<sup>-1</sup>. Допустимые значения коэффициентов негерметичности приведены в таблице 1.

$V$  – объем газовой смеси в трубопроводе, м<sup>3</sup>:

$$V = 0,785 \cdot d^2 \cdot l, \quad (6)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м;

$l$  – длина участка трубопровода, м

$M$  – молярная масса газовой смеси, г/моль:

$$M_{см} = \sum (N_i \cdot M_i). \quad (7)$$

В случае если избыточное давление находится в диапазоне:  $2 \cdot 10^5 > P_{изб} \geq 0,02 \cdot 10^5$  Па, количество газовой смеси, поступающей через неплотности фланцевых соединений трубопровода, г/ч, определяется по формуле (коэффициент запаса принимается равным 1,5):

$$G_{см} = 3,57 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5 \cdot P_{изб} \cdot m \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M_{см}}{T}}. \quad (8)$$

Таблица 1

Допустимые значения коэффициентов негерметичности

Емкость	Среда	Коэффициент негерметичности, ч <sup>-1</sup>
Газовые компрессоры, технологическое оборудование с трубопроводами и другое оборудование, работающее под давлением: – вновь установленные	Токсичная	0,001
	Пожаро- и взрывоопасная	0,002
	То же	0,005
повторное испытание Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов и паров: – цеховые	Токсичная	0,0005
	горючая	0,001
	Горючая	0,001
– межцеховые	Токсичная	0,001

Емкость	Среда	Коэффициент негерметичности, ч <sup>-1</sup>
	горючая Горючая	

3. Объем газовой смеси, выделяющейся через неплотности фланцевых соединений трубопроводов в единицу времени, м<sup>3</sup>/ч, определяется по формуле:

$$V_{см} = \frac{G_{см}}{\rho_{см}} . \quad (9)$$

Плотность газовой смеси в трубопроводе, кг/м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$\rho_{см} = \sum (N_i \cdot \rho_i) , \quad (10)$$

где  $\rho_i$  – плотность компонента.

Плотность газа или пара, кг/м<sup>3</sup>, при температуре  $t \neq 0^\circ\text{C}$  и давлении  $P \neq 100$  кПа определяется по уравнению Клапейрона:

$$\rho_i = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot P_{абс}}{P_0 \cdot T} , \quad (11)$$

где  $M$  – молярная масса вещества, кг/кмоль;

273 – температура в градусах К, соответствующая температуре  $0^\circ\text{C}$ ;

22,4 – объем 1 кмоль газа или пара при нормальных условиях, м<sup>3</sup>;

$P_0$  – давление, равное 100 кПа.

4. Количество компонента газовой смеси, выделяющееся через неплотности фланцевых соединений трубопровода, г/ч:

$$G_i = V_{cm} \cdot C_i \cdot \quad (12)$$

## 1.2 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НЕФТЕБАЗ, ТЭЦ, КОТЕЛЬНЫХ, СКЛАДОВ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В результате хранения нефтепродуктов в резервуарах различных типов на нефте- и газоперерабатывающих предприятий, предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебазы, склады горюче-смазочных материалов, магистральные нефтепродуктопроводы, автозаправочные станции), тепловых электростанций (ТЭЦ), котельных происходит поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Расчет выбросов ЗВ из резервуаров хранения нефтепродуктов в атмосферный воздух производится в соответствии с методикой «Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров». По данной методике выполняются расчеты выбросов ЗВ:

- для нефти и низкокипящих нефтепродуктов (бензин или бензиновые фракции) - суммы предельных и непредельных углеводородов, а также ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы);

- для высококипящих нефтепродуктов (керосин, дизельное топливо, масла, присадки и т.п.).

1. Максимальный выброс ЗВ, г/с, определяется по формуле:

$$M = \frac{C_{ин} \cdot K_p^{max} \cdot V_q^{max}}{3600}, \quad (13)$$

где  $C_{ин}$  – концентрация паров нефтепродукта в резервуаре, г/м<sup>3</sup>;

$K_p^{max}$  – опытный коэффициент, характеризующий эксплуатационные особенности резервуара (табл. 2);

$V_q^{max}$  – объем ГВС, вытесняемой из резервуара во время его закачки, равный производительности насоса, м<sup>3</sup>/ч;

1/3600 – переводной коэффициент для пересчета из часов в секунды.

Таблица 2



**Значения опытных коэффициентов, характеризующих эксплуатационные особенности резервуара**

Категория	Конструкция резервуаров	$K_p^{max}$ , или $K_p^{cp}$	Объем резервуара, $V_p$ , м <sup>3</sup>			
			100 и менее	200-400	700-1000	2000 и более
А	Наземный вертикальный	$K_p^{max}$	0.90	0.87	0.83	0.80
		$K_p^{cp}$	0.63	0.61	0.58	0.56
	Заглубленный	$K_p^{max}$	0.80	0.77	0.73	0.70
		$K_p^{cp}$	0.56	0.54	0.51	0.50
	Наземный горизонтальный	$K_p^{max}$	1.00	0.97	0.93	0.90
		$K_p^{cp}$	0.70	0.68	0.65	0.63
Б	Наземный вертикальный	$K_p^{max}$	0.95	0.92	0.88	0.85
		$K_p^{cp}$	0.67	0.64	0.61	0.59
	Заглубленный	$K_p^{max}$	0.85	0.82	0.78	0.75
		$K_p^{cp}$	0.60	0.57	0.55	0.53
	Наземный горизонтальный	$K_p^{max}$	1.00	0.91	0.96	0.95
		$K_p^{cp}$	0.70	0.69	0.67	0.67
В	Наземный вертикальный	$K_p^{max}$	1.00	0.97	0.93	0.90
		$K_p^{cp}$	0.70	0.68	0.650	0.63
	Заглубленный	$K_p^{max}$	0.90	0.87	0.83	0.80
		$K_p^{cp}$	0.63	0.61	0.58	0.56
	Наземный горизонтальный	$K_p^{max}$	1.00	1.00	1.00	1.00
		$K_p^{cp}$	0.70	0.70	0.70	0.70

Примечание:  $K_p$  подразделяется, в зависимости от разности температур закачиваемой жидкости и температуры атмосферного воздуха в наиболее холодный период года, на три категории:

А - нефть из магистрального трубопровода и другие нефтепродукты при температуре закачиваемой жидкости, близкой к температуре воздуха;

Б - нефть после электрообессоливающей установки (ЭЛОУ), бензины товарные, бензины широкой фракции (прямогонные, катализаты, рафинаты, крекинг-бензины и т.д.) и другие продукты при температуре закачиваемой жидкости, не превышающей 30 °С по сравнению с температурой воздуха;

В - узкие бензиновые фракции, ароматические углеводороды, керосин, топлива, масла и другие жидкости при температуре, превышающей 30 °С по сравнению с температурой воздуха.

2. Валовый (годовой) выброс ЗВ, т/год, определяется по формуле:

$$G = (q_2 \cdot B_{O_3} + q_3 \cdot B_{ВЛ}) \cdot K_p^{max} \cdot 10^{-6} + G_{xp} \cdot K_{ин} \cdot N_p, \quad (14)$$

где  $q_2, q_3$  – средние удельные выбросы ЗВ из резервуара в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, соответственно, г/т;  
 $V_{O3}, V_{ВЛ}$  – количество закачиваемой в резервуар жидкости в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, соответственно, т;  
 $G_{xp}$  – выбросы паров нефтепродуктов при хранении бензина в одном резервуаре, т/год (табл. 3);  
 $N_p$  – количество резервуаров, шт;  
 $K_{ин}$  – опытный коэффициент:

$$K_{ин} = \frac{C_{20 \text{ ин}}}{C_{20 \text{ бенз}}}, \quad (15)$$

где  $C_{20 \text{ ин}}$  – концентрация насыщенных паров нефтепродуктов при 20°C, г/м<sup>3</sup>;

$C_{20 \text{ бенз}}$  – концентрация насыщенных паров автомобильного бензина при 20 °С, г/м<sup>3</sup>.

Таблица 3

Количество выделяющихся паров автомобильных бензинов при хранении в одном резервуаре, т/год

№ п/п	Объем резервуара, м <sup>3</sup>	Вид резервуара		
		Наземный вертикальный	Загубленный	Наземный горизонтальный
Первая климатическая зона				
1	100 и менее	0.18	0.053	0.18
2	200	0.31	0.092	0.31
3	300	0.45	0.134	0.15
4	400	0.56	0.170	0.56
5	700	0.89	0.270	-
6	1000	1.31	0.360	-
7	2000	2.16	0.650	-
8	3000	3.03	0.910	-
9	5000	4.70	1.410	-
10	10000	8.180	2.450	-
11	15000 и более	11.99	3.600	-
Вторая климатическая зона				
12	100 и менее	0.22	0.066	0.22
13	200	0.38	0.114	0.38
14	300	0.55	0.165	0.45
15	400	0.69	0.210	0.69
16	700	1.10	0.330	-
17	1000	1.49	0.450	-

Окончание таблицы 3

№ п/п	Объем резервуара, м <sup>3</sup>	Вид резервуара		
		Наземный вертикальный	Заглубленный	Наземный горизонтальный
18	2000	2.67	0.800	-
19	3000	3.74	1.120	-
20	5000	5.80	1.740	-
21	10000	10.10	3.030	-
22	15000 и более	14.80	4.440	-
Третья климатическая зона				
23	100 и менее	0.27	0.081	0.27
24	200	0.47	0.142	0.47
25	300	0.68	0.203	0.68
26	400	0.85	0.260	0.85
27	700	1.35	0.410	-
28	1000	1.83	0.550	-
29	2000	3.28	0.980	-
30	3000	4.60	1.380	-
31	5000	7.13	2.140	-
32	10000	12.42	3.730	-
33	15000 и более	18.20	5.460	-

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОСФЕРУ

Сточные воды – воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Сброс сточных вод возможен в водотоки, водоемы, прибрежные зоны морей, в подземные водные горизонты, на грунт, в городскую канализацию.

Виды выпусков сточных вод:

- береговой;
- русловый (выпуск в фарватер);
- сосредоточенный;
- рассеивающий;
- заглубленный.

В соответствии с п. 7.4 СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» при сбросе сточных вод в черте населенных мест контрольный створ должен располагаться непосредственно у места сброса сточных вод, вне черты населенных мест – на расстоянии 500 м от места выпуска сточных вод.

Контрольным (расчетным) створом называется поперечное сечение водного потока, в котором не должно наблюдаться превышение концентрации ЗВ относительно предельно-допустимых концентраций (ПДК).

Нулевым створом называется поперечное сечение водного потока, где производится выпуск сточных вод в водный объект.

В соответствии с методикой «Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (с изменениями на 15 ноября 2016 года)» для рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расстояние между нулевым и контрольным створом должно быть 500 м.

На разбавление концентрации ЗВ, поступающих совместно со сточными водами в водный объект, будут влиять следующие факторы: место расположения выпуска сточных вод, наличие оголовков в выпуске, гидрологические параметры объекта, а также физико-химические характеристики сбрасываемых ЗВ.

Зная нормативные показатели водного объекта, кратность разбавления сточных и концентрацию ЗВ в сточных водах, можно рассчитать необходимую степень очистки сточных вод.

## **2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

1. Для количественной оценки степени разбавления сточных вод в водотоке определяется кратность (степень) разбавления сточных вод на заданном расстоянии от места сброса. Для расчета кратности разбавления сточных вод в средних и больших реках наибольшее распространение получил метод Фролова – Родзиллера:

$$n = \frac{\gamma Q + q}{q}, \quad (16)$$

где  $Q$  – минимальный расход воды в контрольном створе реки (при 95 % обеспеченности), м<sup>3</sup>/с;

$q$  – максимальный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с;

$\gamma$  – коэффициент смешения вод.

Коэффициент смешения вод определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}, \quad (17)$$

где  $L$  – расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа, м;

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от гидравлических условий водотока, который определяется по формуле:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{D/q}, \quad (18)$$

где  $\xi$  – коэффициент, учитывающий место расположения выпуска (для берегового выпуска  $\xi = 1$ , для руслового –  $\xi = 1,5$ );

$\varphi$  – коэффициент извилистости русла, равный отношению расстояния по фарватеру реки от места выпуска вод до расчетного створа к расстоянию по прямой;

$D$  – коэффициент турбулентной диффузии, который находится по формуле:

$$D = \frac{v_{cp} \cdot H_{cp}}{200}, \quad (19)$$

где  $v_{cp}$  – средняя скорость течения реки на участке смешения, м/с;

$H_{cp}$  – средняя глубина реки на участке смешения, м.

2. Зная кратность разбавления сточных вод в водотоке, предельно-допустимую концентрацию ЗВ в контрольном створе, можно рассчитать допустимую концентрацию ЗВ в отводимых сточных водах, мг/дм<sup>3</sup>, по следующей формуле:

$$C_{сбр} = n \cdot ПДК. \quad (20)$$

Для взвешенных веществ допустимая концентрация в сточных водах, мг/дм<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$C_{сбр} = C_D \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_\varphi, \quad (21)$$

где  $C_D$  – допустимое по нормативам увеличение содержания взвешенных веществ в воде водоема после спуска сточных вод в зависимости от категории водоема (для рыбохозяйственного водопользования высшей и первой категории, а также для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

$C_{д}=0,25$  мг/дм<sup>3</sup>, для рыбохозяйственного водопользования второй категории  $C_{д}=0,75$  мг/дм<sup>3</sup>);  $C_{ф}$  – фоновая концентрация взвешенных веществ, мг/дм<sup>3</sup>.

3. Необходимая степень очистки сточных вод от ЗВ, %, определяется по формуле:

$$\Theta = \frac{C_{см} - C_{сбп}}{C_{см}} \cdot 100\% . \quad (22)$$

## 2.2 РАСЧЕТ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПРОМПЛОЩАДКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

На очистные сооружения должен отводиться поверхностный сток с городских территорий (от промышленных зон, районов многоэтажной жилой застройки с интенсивным движением автотранспорта и пешеходов, крупных транспортных магистралей, торговых центров, а также сельских населенных пунктов). При этом, отведение поверхностного стока с промышленных площадок и жилых зон через дождевую канализацию должно исключать поступление в нее хозяйственно-бытовых сточных вод и промышленных отходов.

1. Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на селитебных территориях и площадках предприятий в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, отводимый в водный объект м<sup>3</sup>, определяют по формуле:

$$W_{Г} = W_{Д} + W_{Т} + W_{ПМ} , \quad (23)$$

где  $W_{Д}$ ,  $W_{Т}$  и  $W_{ПМ}$  - среднегодовой объем дождевых, талых и поливочных вод соответственно, м<sup>3</sup>.

Среднегодовой объем дождевых  $W_{Д}$  и талых  $W_{Т}$  вод, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, определяется по формулам:

$$W_{Д} = 10 \cdot h_{Д} \cdot \psi_{Д} \cdot F , \quad (24)$$

$$W_{Т} = 10 \cdot h_{Т} \cdot \psi_{Т} \cdot K_{y} \cdot F , \quad (25)$$

где  $F$  - площадь стока, га;

$h_{Д}$  - слой осадков за теплый период года (апрель – октябрь), мм;

$h_T$  - слой осадков, мм, за холодный период года (ноябрь – март), мм;  
 $\Psi_D$  и  $\Psi_T$  - общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно;

$$\Psi_D = \frac{\sum F_i \cdot \Psi_{Di}}{F}, \quad (26)$$

$$\Psi_T = \frac{\sum F_i \cdot \Psi_{Ti}}{F}, \quad (27)$$

где  $\Psi_{Di}$  - коэффициент стока дождевых вод для различных видов поверхности (табл. 4);

$\Psi_{Ti}$  - коэффициент стока дождевых и талых вод (с селитебных территорий и площадок предприятий с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей  $\Psi_T = 0,5 - 0,7$ );

$K_y$  - коэффициент, учитывающий уборку снега, определяется по формуле:

$$K_y = 1 - \frac{F_y}{F}, \quad (28)$$

где  $F_y$  - площадь, очищаемая от снега, га.

Таблица 4

Значения коэффициента стока  $\Psi_D$  для разного вида поверхностей

№ п/п	Вид поверхности	Коэффициент стока
1	Кровли и асфальтобетонные покрытия	0,6 - 0,7
2	Бульжные или щебеночные мостовые	0,4 - 0,5
3	Кварталы города без дорожных покрытий, небольшие скверы, бульвары	0,2 - 0,3
4	Газоны	0,1
5	Кварталы с современной застройкой	0,4 - 0,5
6	Средние города	0,4 - 0,5
7	Небольшие города и поселки	0,3 - 0,4

Общий годовой объем поливомоечных вод  $W_{ПМ}$ , стекающих с площади стока, м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$W_{ПМ} = 10 \cdot m \cdot k \cdot \psi_{ПМ} \cdot F_{ПМ}, \quad (29)$$

где  $m$  - удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (принимается 0,5 на ручную мойку и 1,2 - 1,5 л/м<sup>2</sup> - на одну механизированную);

$k$  - среднее количество моек в году (для средней полосы России составляет 100 - 150);

$\Psi_{ПМ}$  - коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается равным 0,5);

$F_{ПМ}$  - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га.

2. Фактический сброс ( $\Phi C$ ) ЗВ, т/год, определяется по формуле:

$$\Phi C = C_{ЗВ} \cdot W_{Г} \cdot 10^{-6}, \quad (30)$$

где  $C_{ЗВ}$  – концентрация ЗВ в поверхностном стоке, мг/дм<sup>3</sup>.

3. Допустимая к отведению в водный объект (реку) концентрация ЗВ, мг/дм<sup>3</sup>, рассчитывается по формулам раздела 2.1.

4. Нормативно-допустимый сброс (НДС) ЗВ, т/год, определяется по формуле:

$$НДС = C_{нр.доп} \cdot W_{Г} \cdot 10^{-6}. \quad (31)$$

Если  $\Phi C \leq НДС$ , то поверхностный сток может быть отведен в водный объект без очистки. В этом случае применяются обычные схемы водоотвода в соответствии с действующими нормами водоотведения на проектирование и типовыми решениями.

Если  $\Phi C \geq НДС$ , то сброс поверхностных сточных вод без очистки не допустим. В этом случае применяются схемы поверхностного водоотвода, обеспечивающие сбор вод поверхностного стока и направляющие их на очистные сооружения, обеспечивающие на выходе концентрацию ЗВ, не превышающую предельно допустимую концентрацию к сбросу.

### **2.3 ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОДТЯГИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД К ВОДОСБОРНЫМ СООРУЖЕНИЯМ**

Прогнозные оценки возможности подтягивания загрязненных подземных вод к местам водозабора выполняются по отношению к подземным водам, загрязненным растворенными углеводородами. При этом рассматриваются либо одна водозаборная скважина, либо группа скважин, расположенных близко друг к другу и работающих с постоянной производительностью.



По результатам расчетов оценивается возможность подтягивания к водозабору загрязненных вод от области нефтепродуктового загрязнения (НПЗ) при разных размещениях скважин относительно НПЗ и направлениях потока подземных вод. Типовые схемы размещения водозаборных скважин и области НПЗ с учетом направления потока подземных вод приведены на рис. 1.

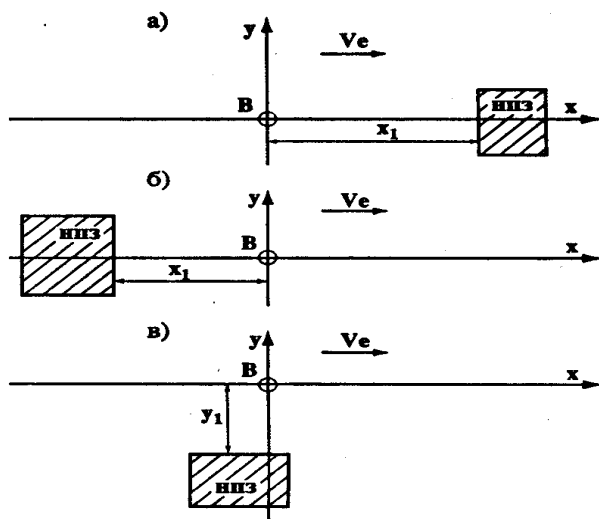


Рис. 1 Схемы размещения водозаборных скважин (В) относительно области НПЗ и с учетом направления потока подземных вод  $V_e$ : а – НПЗ ниже водозабора; б – НПЗ выше водозабора; в – НПЗ сбоку от водозабора

При работе водозаборной скважины или их группы в потоке подземных вод подтягивание к ней загрязненных вод возможно только в том случае, если область питания скважины захватывает область загрязненных вод.

Область питания водозаборной скважины В (рис. 2) ограничена вниз по потоку подземных вод и с боковых сторон водораздельной линией MAN, но не ограничена вверх по потоку подземных вод.

Граница MAN отделяет область питания водозаборной скважины В от остальной части водоносного горизонта. Внутри данной области питания все движение подземных вод направлено к скважине В.

За пределами области питания скважины движение подземных вод минует данную скважину. Здесь движение подземных вод направлено к области разгрузки (река, водоем, берег моря).

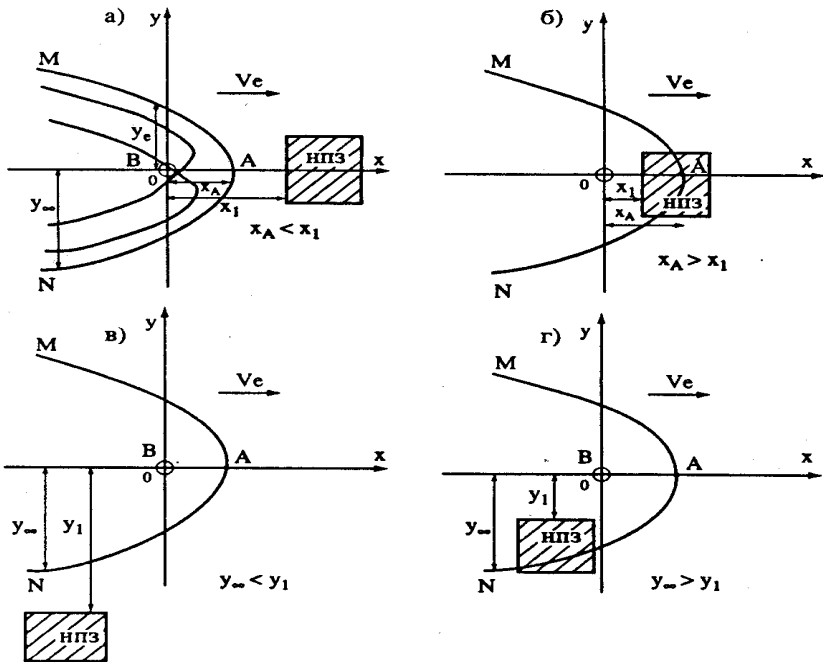


Рис. 2 Область питания водозаборной скважины и условия захвата области загрязнения: а – область питания водозабора и ее размеры, область НПЗ не захватывается областью питания; б – область НПЗ, расположенная ниже водозабора, захватывается областью питания; в – область НПЗ, расположенная сбоку от водозабора, не захватывается областью питания; г – область НПЗ, расположенная сбоку, захватывается водозабором

Область питания скважины имеет размеры: длину, расстояние  $x_A$  от скважины до водораздельной точки А, расположенной вниз по потоку от скважины; ширину (боковые размеры, которые

характеризуются величинами  $y_o$  (ширина по линии скважины) и  $y_\infty$  (ширина вверх по потоку от скважины), причем  $y_\infty > y_o$ .

1. Размеры скважины определяются по следующим формулам:

$$x_A = \frac{Q}{2\pi \cdot V_e \cdot h} , \quad (32)$$

$$y_o = \frac{Q}{4h \cdot V_e} , \quad (33)$$

$$y_\infty = \frac{Q}{2h \cdot V_e} , \quad (34)$$

где  $V_e$  - скорость фильтрации, м/сут;

$h$  - мощность водоносного горизонта, м;

$Q$  - производительность водозаборной скважины, м<sup>3</sup>/сут.

Скорость фильтрации определяется по формуле:

$$V_e = k \cdot I , \quad (35)$$

где  $k$  - коэффициент фильтрации водоносных пород, м/сут;

$I$  - градиент потока.

Если область загрязнения подземных вод расположена вниз по потоку подземных вод от водозаборной скважины (рис. (а,б)), то подтягивание загрязненных вод от области НПЗ к скважине возможно только в том случае, если область питания скважины захватит область загрязнения, то есть при  $x_a > x_l$ ; при  $x_a < x_l$ , загрязненные воды никогда не подтянутся к водозаборной скважине.

Такие же условия имеют место при подтягивании загрязненных вод от области НПЗ, расположенной сбоку от водозаборной скважины (рис. 2 (в,г)). при  $y_\infty > y_1$ , область питания водозабора захватывает область загрязненных подземных вод НПЗ и произойдет подтягивание последних к водозабору; при  $y_\infty < y_1$ , область питания водозабора не захватывает области загрязненных вод НПЗ и не произойдет их подтягивания к водозабору.

2. В случае если область загрязнения располагается в области питания водозабора и граница загрязненных вод находится ниже по потоку подземных вод на расстоянии  $x_l$  от скважины, то время подтягивания загрязненных вод к водозабору определяется по следующим формулам:

$$V_{qi} = \frac{Q}{2\pi h n x_{li}} - \frac{V_e}{n}, \quad (36)$$

где  $x_{li}$  – длина половины рассматриваемого отрезка, М (расстояние  $x_l$  необходимо разделить на несколько одинаковых по длине отрезков.);

$n$  - пористость водоносных пород.

В зависимости от скорости движения подземных вод и длине отрезка время прохождения вод каждого отрезка, год, определяется по формуле:

$$t_i = \frac{\Delta x_l}{V_{q1}}. \quad (37)$$

Общее время прохождения первыми порциями загрязненных вод всего пути  $x_l$  от границы области загрязнения до скважины, сут, определяется по следующей формуле:

$$t = \sum t_i. \quad (38)$$

3. В случае если область загрязнения располагается в области питания водозабора, граница загрязненных вод находится сбоку от скважины на расстоянии  $y_l$ , то время подтягивания загрязненных вод к водозабору, сут, определяется по формуле:

$$t = \frac{\pi n h y_l^2}{Q}. \quad (39)$$

Если время подтягивания загрязненных вод, к водозабору на расстояниях  $x_l$  и  $y_l$  достаточно большое (свыше 20 - 30 лет), нет непосредственной угрозы для водозабора. Если время подтягивания загрязненных вод окажется более коротким (10 - 15 лет и менее), то следует предусмотреть меры по локализации области загрязнения НПЗ или оборудовать новый хозяйственно-питьевой водозабор в другом более безопасном месте, а старый водозабор оставить для технического использования.

### **3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ**

В результате производственной деятельности промышленных объектов происходит нарушение и загрязнение почвенно-растительного слоя, вследствие чего наблюдаются изменение химического состава, ухудшение качества почвы, потеря ее способности к биопродуктивности и самоочищению.

Оценка уровня загрязнения почв производится по двум показателям: коэффициенту контрастности ЗВ и суммарному показателю загрязнения.

Коэффициент контрастности ЗВ определяется по формуле:

$$K_{Ci} = \frac{C_i}{C_{\phi i}}, \quad (40)$$

где  $C_i$  – концентрация ЗВ в почве, мг/кг;

$C_{\phi i}$  – фоновая концентрация ЗВ в почве, мг/кг.

Суммарный показатель загрязнения почвы находится по формуле:

$$Z_C = \sum_i^n K_{Ci} - (n-1), \quad (41)$$

где  $n$  – число ЗВ.

В зависимости от суммарного показателя загрязнения выделяют несколько уровней загрязнения почвы:

- допустимый ( $Z_C < 16$ );
- умеренно опасный ( $Z_C = 16 - 32$ );
- опасная ( $Z_C = 32 - 128$ );
- чрезвычайно опасный ( $Z_C > 128$ ).

### **3.1. СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ОЧИСТКИ ГРУНТОВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Для регенерации грунтов и предохранения или очистки грунтовых вод применяется способ промывки. В пределах контура загрязненного нефтью участка закладывается одна или несколько скважин-колодцев (водосборные скважины), которые соединяются системой трубопроводов с коллектором, подключенным к какой-либо емкости (например, земляному амбару) за пределами участка загрязнения (рис. 3 (а)). Еще одна или несколько скважин-колодцев

(питающие скважины) закладываются за контуром загрязнения и присоединяются к распределителю системой трубопроводов. Питающие скважины подают незагрязненную воду через распределитель на поверхность загрязненного участка. Вода, инфильтруясь, насыщает грунт и вымывает из него нефтепродукты.

При откачке воды из водосборных скважин (рис. 3 (б)) нефтепродукты в пределах зоны влияния каждой скважины совместно с водой будут перемещаться по направлению к скважине и далее через коллектор перекачиваться в емкость. Таким образом, происходит промывка грунта и очищение грунтовых вод.

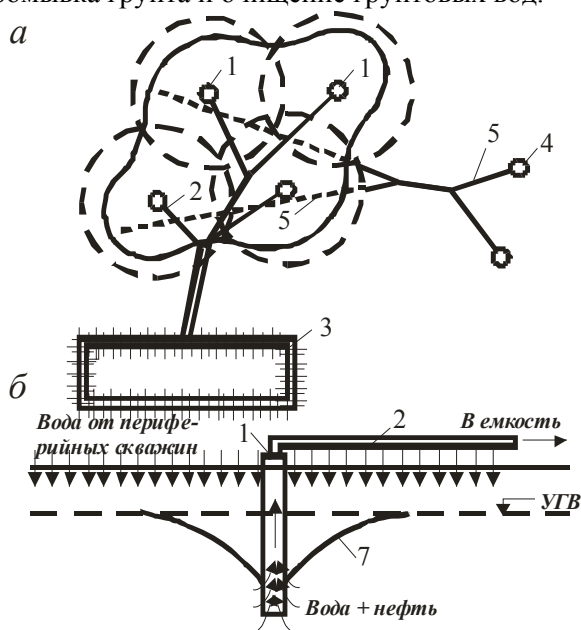


Рис. 3 Схемы расположения колодцев (а) и откачки воды из них (б) при регенерации грунтов и грунтовых вод: 1 – водосборные колодцы; 2, 5 – трубопроводы; 3 – амбар; 4 – питающие колодцы; 6 – перфорированные трубы; 7 – кривая депрессии; УГВ – уровень грунтовых вод

Колодец, опирающийся на водонепроницаемый слой грунта, называется совершенным, а заканчивающийся выше - несовершенным. При равенстве отбираемого объема воды и объема, выделяемого водоносным пластом, движение грунтовых вод называют установившимся.

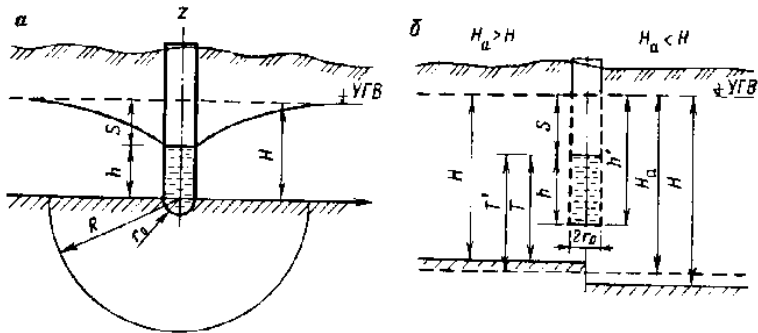


Рис.4 Схема к расчету колодца при очистке грунтов и грунтовых вод: а – совершенный колодец; б – несовершенный колодец

Основными параметрами водосборных скважин-колодцев для установившегося движения грунтовых вод являются радиус влияния загрязнения и дебит скважины-колодца

Радиусом влияния называют радиус цилиндрического сечения, на границе которого не наблюдается понижения естественного уровня грунтовых вод.

Дебит совершенного колодца, м<sup>3</sup>/сут, рассчитывается по формуле:

$$Q = 1,365 \cdot \frac{k \cdot (H^2 - h^2)}{\lg\left(\frac{R}{r_0}\right)}. \quad (42)$$

Дебит несовершенного колодца, м<sup>3</sup>/сут, рассчитывается по формуле:

$$Q = 1,365 \cdot \frac{k(H^2 - T^2)}{\lg\frac{R}{r_0}} \cdot \sqrt{\frac{h + 0,5r_0}{T}} \cdot \sqrt{\frac{2T - h}{T}}, \quad (43)$$

где  $H$  - уровень грунтовых вод, м;

$h$  - высота уровня воды в колодце, м;

$R$  - радиус влияния колодца, м;

$r_0$  - радиус поперечного сечения колодца, м.

$T$  - расстояние от водоупора до уровня воды в колодце, м;

$k$  - коэффициент фильтрации.

Коэффициент фильтрации, м/с, определяется по формуле:

$$k = k_{np} \cdot \frac{\rho \cdot g}{\mu}, \quad (44)$$

где  $k_{np}$  - проницаемость, м<sup>2</sup>;  
 $\rho$  - плотность флюида, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\mu$  - вязкость флюида, Па·с.

В отличие от совершенных колодцев питание несовершенных происходит не только через боковые стенки, но и через дно.



## РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### а) основная литература

1. *Кирсанов Ю.Г.* Оценка воздействия выбросов вредных веществ на атмосферный воздух: Учебное пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2018, 110 с.

2. *Маркин В.Н.* Комплексное использование водных ресурсов и охрана водных объектов. Часть 1: Учебное пособие / В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович, С.А. Соколова. М: МГУП, 2015, 312 с.

3. *Баранов Н.Н.* Основы экологии: Практикум / Н.Н. Баранов, Р.И. Ленкевич, Ю.А. Ерохина. Минск : БНТУ, 2016, 50 с.

### б) дополнительная литература

4. *Дрововозова Т.И.* Практикум по экологическому нормированию и оценке воздействия на окружающую среду / Т.И. Дрововозова, С.А. Манжина и другие. Новочеркасск: ФГБОУ ВПО НГМА(НИМИ), 2011, 100 с.

5. *Яковлев А.С.* Управление качеством городских почв (Методическое пособие) / А.С. Яковлев, Т.В. Решетина, А.П. Сизов и другие. М.: МАКС Пресс, 2010, 96 с.

## Приложение 1

Задание 1. Определить количество вредных веществ, выделяющихся через неплотности фланцевых соединений вновь смонтированного газового трубопровода.

№ п/п	Состав смеси		$t_{\text{смеси}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$P_{\text{изб.}}, \text{ Па}$	$P_{\text{ос.}}, \text{ Па}$	Параметры трубопровода	
	Компонент смеси	содержание, д.е.				диаметр внутренний, мм	длина, м
1	Метан	0,4	50	201 000	101325	119	800
	Этан	0,3					
	Пропан	0,3					
2	Этан	0,5	60	100 000	101400	90	500
	Пропан	0,4					
	Бутан	0,1					
3	Метан	0,6	45	150 000	101485	80	1000
	Этан	0,1					
	Азот	0,3					
4	Метан	0,6	30	240 000	101396	75	300
	Этан	0,3					
	Оксид азота	0,1					
5	Метан	0,4	55	80 000	101500	257	900
	Этан	0,2					
	Пропан	0,4					
6	Этан	0,3	46	120 000	101505	150	750
	Пропан	0,2					
	Азот	0,5					

## Окончание приложения 1

№	Состав смеси	$t_{\text{смеси}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$P_{\text{изб.}}, \text{ Па}$	Параметры трубопровода
---	--------------	--	-------------------------------	------------------------

п/п	Компонент смеси	содержание, д.е.	°С		$P_{ос}$ , Па	диаметр внутренний, мм	длина, м
7	Этан	0,5	24	160 000	101490	120	1200
	Пропан	0,3					
	Гелий	0,2					
8	Этан	0,6	15	210 000	101385	70	540
	Пропан	0,3					
	Водород	0,1					
9	Метан	0,7	20	150 000	101475	100	300
	Этан	0,2					
	Пропан	0,1					
10	Метан	0,6	42	200 000	101365	87	150
	Этан	0,2					
	Водород	0,2					

## Приложение 2

Задание 2. Рассчитать максимальный и валовый выбросы ЗВ при хранении нефтепродуктов в резервуаре промплощадки нефтеперерабатывающего предприятия.

№ п/п	Климатическая зона расположения предприятия	Нефтепродукт (н/п)	Количество закачиваемого н/п в резервуар в осенне-зимний период года, т	Количество закачиваемого н/п в резервуар в весенне-летний период года, т	Объем ГВС, вытесняемый из резервуара во время его заполнения, м <sup>3</sup> /ч	Концентрация паров н/п в резервуаре, г/м <sup>3</sup>	Средний суточный выброс из резервуара в осенне-зимний период года, т/т	Средний суточный выброс из резервуара в весенне-летний период года, т/т	K <sub>н</sub> при 20 °С	Категория	Конструкция резервуара	Количество резервуаров, шт	Объем резервуара, м <sup>3</sup>
1	1	Бензин автомоб.	3500	3500	300	777,6	639,60	880,0	1,1	А	Наземный вертикал.	4	700
		Бензин авиац.	9000	9000	320	576,0	393,60	656,0	0,67			6	2000
		Керосин техн.	4800	5000	280	9,79	4,84	8,8	0,001			4	1000
2	1	Нефрас	1000	1000	250	576,0	377,20	824,0	0,66	А	Заглубл.	5	200
		Уайт спирт	500	500	190	28,8	18,04	29,6	0,033			5	100
		Изооктан	250	250	95	221,76	98,4	232,0	0,35			7	50

**Продолжение приложения 2**

№ п/п	Климатическая зона расположения предприятия	Нефтепродукт (н/п)	Количество закачиваемого н/п в резервуар в осенне-зимний период года, т	Количество закачиваемого н/п в резервуар в весенне-летний период года, т	Объем ГВС, вытесняемый из резервуара во время его заполнения, м <sup>3</sup> /ч	Концентрация паров н/п в резервуаре, г/м <sup>3</sup>	Средний суточный выброс из резервуара в осенне-зимний период года, г/т	Средний суточный выброс из резервуара в весенне-летний период года, г/т	K <sub>н</sub> при 20 °С	Категория	Конструкция резервуара	Количество резервуаров, шт	Объем резервуара, м <sup>3</sup>
3	1	Бензол	530	530	70	293,76	114,8	248,0	0,45	А	Наземный горизонт.	3	100
		Толуол	1000	1000	80	100,8	34,44	80,0	0,17			3	200
		Ксилол	1600	1600	80	31,68	9,02	24,0	0,059			3	300
4	1	Дизельное топл.	3600	3600	310	2,59	1,56	2,08	0,0029	Б	Наземный вертикал.	10	700
		Печное топл.	3500	3500	220	4,90	2,13	3,84	0,005			8	700
		Моторное топл.	2200	2200	150	1,15	0,82	0,82	0,0011			9	400
5	1	Сольвент нефт.	1600	1600	93	8,06	3,94	6,96	0,0082	Б	Заглубл.	5	300
		Мазут	600	600	85	4,32	3,28	3,28	0,0043			8	100
		Масла	1000	1000	90	0,26	0,16	0,16	0,00027			5	200

Окончание приложения 2

№ п/п	Климатическая зона расположения предприятия	Нефтепродукт (н/п)	Количество закупаемого н/п в резервар в осенне-зимний период года, т	Количество закупаемого н/п в резервар в весенне-летний период года, т	Объем ГВС, вытесняемый из резервара во время его заполнения, м <sup>3</sup> /ч	Концентрация паров н/п в резерваре, г/м <sup>3</sup>	Средний удельный вынос из резервара в осенне-зимний период года, г/т	Средний удельный вынос из резервара в весенне-летний период года, г/т	K <sub>нп</sub> при 20 °С	Категория	Конструкция резервара	Количество резерваров, шт	Объем резервара, м <sup>3</sup>
6	1	Гептан Этилбензол Изопропилбензол	800 1500 1500	800 1500 1500	220 210 190	178,56 37,44 21,31	78,72 10,66 9,84	184,0 28,0 16,0	0,028 0,067 0,040	Б	Наземный горизонт.	6 5 4	200 300 300
7	2	Бензин автомоб. Бензин авиац. Керосин техн.	3600 9500 5000	4000 9000 4500	300 320 280	972,0 720,0 12,24	780,0 480,0 5,9	1100,0 820,0 11,0	1,1 0,67 0,001	В	Наземный вертикал.	10 10 11	800 2000 1000
8	2	Нефрас Уайт спирит Изооктан	1900 3200 1600	1900 3200 1600	250 190 95	720,0 36,0 277,20	460,0 22,0 120,0	780,0 37,0 290,0	0,66 0,033 0,35	В	Заглубл.	5 6 1	400 700 400
9	2	Бензол Толуол Ксилол	1550 2000 2200	1550 2000 2200	70 80 80	367,20 126,0 39,6	140,0 42,0 11,0	310,0 100,0 30,0	0,45 0,17 0,059	В	Наземный горизонт.	5 5 5	300 400 400
10	2	Дизельное топл. Печное топл. Моторное топл.	5100 4500 4300	5100 4500 4300	310 220 150	3,14 6,12 1,44	1,9 2,6 1,0	2,6 4,8 1,0	0,0029 0,005 0,0011	А	Наземный вертикал.	12 10 9	1000 900 800

### Приложение 3

#### Задание 3.

1) Рассчитать допустимую к отведению в водный объект концентрацию ЗВ в сточных водах. Значения ПДК принять в соответствии с приказом Минсельхоза России № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбо-хозяйственного значения» или ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями на 13 июля 2017г.)».

2) Определить необходимую степень очистки сточных вод от ЗВ.

№ п/п	Тип выпуска сточных вод	Максимальный расход сточных вод, м <sup>3</sup> /с	Минимальный расход воды в водотоке, м <sup>3</sup> /с	Коэффициент извилистости водотока	Средняя скорость течения водотока, м/с	Средняя глубина водотока, м	Вид водопользования водного объекта	Загрязняющее вещество	Фоновая концентрация ЗВ, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация ЗВ в сточных водах, мг/дм <sup>3</sup>
1	Береговой	1,3	37	1	2,44	2,1	Рыб.хоз. (1 категории)	Взв. в-ва Нефтепродукты	13 0,03	65 10
2	Береговой	1,3	35	1	2,44	2,1	Рыб.хоз. (высшей категории)	Взв. в-ва Стронций	5 0,06	70 1,6





## Приложение 4

### Задание 4.

Рассчитать фактический и нормативно допустимый сброс ЗВ, сравнить их между собой. Если необходима очистка поверхностного стока, то предложить очистное оборудование.

Для расчета допустимой к отведению концентрации ЗВ использовать исходные данные из предыдущего задания (вид водопользования, тип выпуска сточных вод, минимальный расход воды в водотоке, коэффициент извилистости, средняя скорость течения и средняя глубина водотока).

Значения ПДК принять в соответствии с приказом Минсельхоза России № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбо-хозяйственного значения» или ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями на 13 июля 2017г.)».

№ п/п	Загрязняющее вещество	Концентрация ЗВ фоновая/в поверхностном стоке, мг/дм <sup>3</sup>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Нефтепродукты	0,02	0,005	0,1	0,04	0,01	0,023	0,04	0,03	0,01	0,008
		0,16	0,11	4,3	0,98	0,55	1,32	1,54	2,5	1,36	0,99
2	Взвешенные вещества	15	10	54	22	68	10	54	23	14	56
		88	76	112	65	204	110	142	84	96	231
3	Марганец	0,05	0,06	0,01	0,02	0,04	0,009	0,08	0,1	0,07	0,02
		1,6	2,5	1,0	2,7	3,4	1,9	0,8	0,95	0,78	0,68
4	Железо	0,02	0,06	0,095	0,01	0,06	0,05	0,055	0,07	0,08	0,1
		1,6	4,8	5,3	3,87	4,56	4,23	3,57	3,23	3,0	1,6

**Окончание приложения 4**

№ п/п	h <sub>г</sub> , мм	h <sub>д</sub> , мм	Покрытие		Площадь, очищаемая от снега, га	Площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га
			тип	площадь, га		
1	276	481	Асфальтобетон Газон	5 0,85	5	5
2	174	382	Квартал с современной застройкой	27,5	22,1	20,3
3	161	377	Поселок	56	24,2	22
4	73	148	Сквер Бульжная мостовая	2,3 0,78	2,38	0,78
5	205	358	Газон Кровля	1,2 0,49	0,49	0,49
6	191	362	Бульвар Квартал города без дорожного покрытия	3,7 12,4	8,95	3,7
7	194	413	Асфальтобетон Бульвар	3,1 10,2	13,1	13,1
8	151	204	Асфальтобетон Газон	5,1 1,6	5,1	5,1
9	163	397	Квартал с современной застройкой	20,6	9,8	9,8
10	140	196	Поселок	47,6	11,5	11,5

## Приложение 5

Задание 5.

Определить размеры области питания скважины и оценить возможность подтягивания загрязненных подземных вод к водозабору относительно НПЗ:

1) область загрязнения располагается в области питания водозабора, граница загрязненных вод находится ниже по потоку подземных вод на расстоянии  $X_1$  от скважины;

2) область загрязнения располагается в области питания водозабора, граница загрязненных вод находится сбоку от скважины на расстоянии  $Y_1$ .

В случае если область питания водозабора захватывает область загрязнения, рассчитать время, за которое первые порции загрязненных вод подтянутся к водозабору.

№ п/п	Коэффициент фильтрации водоносных пород, м/сут	Градиент потока	Производительность водозаборной скважины, м <sup>3</sup> /сут	Мощность водоносного горизонта, м	Расстояние $X_1$ , м	Расстояние $Y_1$ , м	Пористость водоносных пород
1	0,08	0,01	300	12	4423	6259	0,011
2	0,3	0,02	350	15	322	675	0,42
3	0,2	0,015	380	9	1106	2315	0,018
4	0,09	0,01	220	10	3640	7619	0,019
5	0,05	0,06	290	20	385	806	0,07
6	0,15	0,008	300	17	1106	2315	0,03
7	0,2	0,009	400	13	1444	3023	0,09
8	0,02	0,055	420	20	1520	3182	0,033
9	0,15	0,04	450	15	376	787	0,1
10	0,6	0,01	380	12	420	880	0,035

## Приложение 6

Задание 6. Рассчитать дебит совершенной скважины-колодца для промывки нефтезагрязненного грунта.

№ п/п	Коэффициент проницаемости, $\cdot 10^{12} \text{ м}^2$	Плотность воды, $\text{кг/м}^3$	Вязкость воды, $\text{мПа}\cdot\text{с}$	Уровень грунтовых вод, м	Уровень воды в колодце, м	Радиус влияния, м	Радиус поперечного сечения скважины, м
1	0,3	1020	1,35	30	24	500	0,25
2	1,5	1100	1,39	20	15	600	0,24
3	3,9	1017	1,37	40	33	700	0,2
4	0,4	1035	1,40	50	42	550	0,26
5	2,8	1007	1,30	100	95	650	0,30
6	1,3	1120	1,45	67	60	750	0,28
7	0,7	1040	1,42	120	110	520	0,25
8	4,4	1020	1,41	150	139	630	0,24
9	1,6	1068	1,40	72	68	740	0,25
10	0,6	1044	1,35	48	42	500	0,26

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Определение антропогенного воздействия на атмосферный воздух.....	4
1.1 Расчет выбросов загрязняющих веществ, поступающих через неплотности фланцевых соединений газопровода.....	5
1.2 Расчет выбросов загрязняющих веществ из резервуаров хранения нефтепродуктов нефтебаз, ТЭЦ, котельных, складов горюче-смазочных материалов.....	7
2 Определение антропогенного воздействия на гидросферу.....	11
2.1 Определение необходимой степени очистки производственных сточных вод.....	12
2.2 Расчет поверхностного стока с территории промплощадки предприятия.....	13
2.3 Оценка возможности подтягивания загрязненных нефтепродуктами подземных вод к водосборным сооружениям.....	16
3 Определение антропогенного воздействия на литосферу.....	20
3.1. Способы уменьшения загрязнения и очистки грунтов от нефтепродуктов.....	21
Рекомендуемый библиографический список.....	25
Приложение 1. Задание 1.....	26
Приложение 2. Задание 2.....	28
Приложение 3. Задание 3.....	31
Приложение 4. Задание 4.....	33
Приложение 5. Задание 5.....	35
Приложение 6. Задание 6.....	36

## **ЭКОЛОГИЯ**

***Методические указания к самостоятельной работе  
для студентов бакалавриата направления 21.03.01***

Сост.: *Т.А. Лытаева, Т.А. Петрова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
геоэкологии

Ответственный за выпуск *Т.А. Петрова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 20.02.2019. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 2,2. Усл.кр.-отт. 2,2. Уч.-изд.л. 1,8. Тираж 100 экз. Заказ 109. С 45.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2