

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ»  
Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
Разработчик: профессор, д.г.н. Стурман В.И.**

**Санкт-Петербург  
2018**

Темы работ: разработка технических заданий и программ инженерно-экологических изысканий по учебным объектам. Студентам предлагается выбрать площадку для размещения производственного объекта в одном из районов Ленинградской области. Должны соблюдаться принцип экономической целесообразности, т.е. объекты должны размещаться вблизи крупных населенных пунктов, коммуникаций, источников водоснабжения, и в то же время с соблюдением экологических требований.

Объекты	Районы			
	Киришский	Кировский	Приозерский	Бокситогорский
Молокозавод				
Льнозавод				
Лесозавод				
Мусороперераб. З-д				
Автосборочный з-д				
З-д металлоизделий				
Завод ЖБИ				
З-д пластмас- совых изделий				

Объекты	Районы			
	Всеволожский	Лодейнопольский	Подпорожский	Выборгский
Молокозавод				
Льнозавод				
Лесозавод				
Мусороперераб. З-д				
Автосборочный з-д				
З-д металлоизделий				
Завод ЖБИ				
З-д пластмас- совых изделий				

Принять следующие характеристики. Площадь: автосборочный, ЖБИ по 12 га (300 x 400 м), остальные по 4 га (200 x 200 м),

Численность работающих: автосборочный, ЖБИ по 400 человек, остальные по 150 человек.

### Примерный план работы:

Введение.

1. Требования к размещению производственных объектов.
2. Техническое задание на выполнение инженерно-экологических изысканий
3. Программа инженерно-экологических изысканий

Заключение

### **Литературные источники**

Даринский А.В., А. И. Фролов А.И. География Ленинградской области. СПб.: Глагол, 2005. 128 с.

Свод правил СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СП 11-02-96. М., 2012. 117 с.

Стурман В.И. Оценка воздействия на окружающую среду. СПб.: Изд-во «Лань», 2015. 352 с.

Топографические карты 1:100000. Доступно в интернете: <http://maps.vlasenko.net/soviet-military-topographic-map/map100k.html>

Спутниковые и картографические интернет-порталы: <https://maps.yandex.ru/>, <https://www.google.ru/maps>, <http://kosmosnimki.ru/>

Атлас Ленинградской области. М.:ГУГК, 1967. 82 с. Доступно в интернете: <http://www.geoportalspbu.ru/maps.html>

Состояние окружающей среды в Ленинградской области. СПб., 2014. 340 с. (и другие издания). Доступно в интернете: [http://www.nature.lenobl.ru/Files/file/sost\\_okr\\_sredy.pdf](http://www.nature.lenobl.ru/Files/file/sost_okr_sredy.pdf)

Журнал «Инженерные изыскания». Доступен в интернете: <http://www.geomark.ru/>

Построение розы ветров для городов России // [http://stroydocs.com/info/e\\_veter](http://stroydocs.com/info/e_veter)

## Работа 2. Расчет рассеяния выбросов

# 2. РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА.

2.1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $c_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $x_m$  (м) от источника и определяется по формуле

$$c_m = \frac{AMF_{\text{max}}}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (2.1)$$

где  $A$  - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;  $M$  (г/с) - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;  $F$  - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;  $m$  и  $n$  - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;  $H$  (м) - высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается  $H = 2$  м);  $h$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (см. [раздел 4](#)), в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,  $h = 1$ ;  $DT$  (°C) - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_c$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_e$ ;  $V_1$  (м<sup>3</sup>/с) - расход газовой смеси, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} w_0, \quad (2.2)$$

где  $D$  (м) - диаметр устья источника выброса;  $w_0$  (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

### Варианты задачи 1

#### **Вариант 1.**

Источник выброса: котельная работает в г. Екатеринбург, на мазуте.

Потребление в год 20 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,5%.

Диаметр трубы 1 м

Высота трубы 10 м

Скорость выхода газов из трубы 8 м/с

Температура газов на выходе из трубы 125°

#### **Вариант 2.**

Источник выброса: котельная работает в г. Архангельск, на мазуте.

Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,8%.  
Диаметр трубы 1 м  
Высота трубы 10 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 120°

***Вариант 3.***

Источник выброса: котельная работает в г. Смоленск, на мазуте.  
Потребление в год 8 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,2%.  
Диаметр трубы 1 м  
Высота трубы 10 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 100°

***Вариант 3.***

Источник выброса: котельная работает в г. Мурманск, на мазуте.  
Потребление в год 12 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,0%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 110°

***Вариант 4.***

Источник выброса: котельная работает в г. Выборг, на мазуте.  
Потребление в год 20 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,7%.  
Диаметр трубы 1,0 м  
Высота трубы 12 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 130°

***Вариант 5.***

Источник выброса: котельная работает в г. Вологда, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,9%.  
Диаметр трубы 1,3 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 9 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 100°

***Вариант 6.***

Источник выброса: котельная работает в г. Вологда, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,9%.  
Диаметр трубы 1,1 м

Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 120°

**Вариант 7.**

Источник выброса: котельная работает в г. Саратов, на мазуте.  
Потребление в год 20 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,6%.  
Диаметр трубы 1,5 м  
Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 130°

**Вариант 8.**

Источник выброса: котельная работает в г. Воронеж, на мазуте.  
Потребление в год 16 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,7%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 120°

**Вариант 9.**

Источник выброса: котельная работает в г. Оренбург, на мазуте.  
Потребление в год 16 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,7%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 120°

**Вариант 10.**

Источник выброса: котельная работает в г. Пермь, на мазуте.  
Потребление в год 18 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,0%.  
Диаметр трубы 1,5 м  
Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 120°

**Вариант 11.**

Источник выброса: котельная работает в г. Пенза, на мазуте.  
Потребление в год 10 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,2%.  
Диаметр трубы 1,4 м

Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 125°

**Вариант 12.**

Источник выброса: котельная работает в г. Томск, на мазуте.  
Потребление в год 12 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,0%.  
Диаметр трубы 1,4 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 115°

**Вариант 13.**

Источник выброса: котельная работает в г. Тихвин, на мазуте.  
Потребление в год 8 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,5%.  
Диаметр трубы 1,0 м  
Высота трубы 10 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 110°

**Вариант 14.**

Источник выброса: котельная работает в г. Астрахань, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,8%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 105°

**Вариант 15.**

Источник выброса: котельная работает в г. Казань, на мазуте.  
Потребление в год 20 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,5%.  
Диаметр трубы 1,0 м  
Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 10 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 100°

**Вариант 16.**

Источник выброса: котельная работает в г. Ставрополь, на мазуте.  
Потребление в год 25 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,5%.  
Диаметр трубы 1,5 м

Высота трубы 25 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 115°

**Вариант 17.**

Источник выброса: котельная работает в г. Краснодар, на мазуте.  
Потребление в год 10 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,1%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 105°

**Вариант 18.**

Источник выброса: котельная работает в г. Псков, на мазуте.  
Потребление в год 8 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,4%.  
Диаметр трубы 1,1 м  
Высота трубы 10 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 110°

**Вариант 19.**

Источник выброса: котельная работает в г. Рыбинск, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,9%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 50 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 100°

**Вариант 20.**

Источник выброса: котельная работает в г. Иркутск, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,0%.  
Диаметр трубы 1,4 м  
Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 120°

**Вариант 21.**

Источник выброса: котельная работает в г. Чита, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,8%.



Диаметр трубы 1,5 м  
Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 125°

**Вариант 22.**

Источник выброса: котельная работает в г. Хабаровск, на мазуте.  
Потребление в год 20 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,8%.  
Диаметр трубы 1,5 м  
Высота трубы 30 м  
Скорость выхода газов из трубы 8 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 125°

**Вариант 23.**

Источник выброса: котельная работает в г. Челябинск, на мазуте.  
Потребление в год 15 тыс. т. Содержание серы в мазуте 0,7%.  
Диаметр трубы 1,5 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 105°

**Вариант 24.**

Источник выброса: котельная работает в г. Рязань, на мазуте.  
Потребление в год 12 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,0%.  
Диаметр трубы 1,2 м  
Высота трубы 20 м  
Скорость выхода газов из трубы 6 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 115°

**Вариант 25.**

Источник выброса: котельная работает в г. Кострома, на мазуте.  
Потребление в год 10 тыс. т. Содержание серы в мазуте 1,2%.  
Диаметр трубы 1,0 м  
Высота трубы 15 м  
Скорость выхода газов из трубы 7 м/с  
Температура газов на выходе из трубы 110°

### Работа 3

**Участок №1; Открытая стоянка,  
тип - 1 - Открытая или закрытая неотапливаемая стоянка,  
цех №1, площадка №1**

**Общее описание участка**

**Пробег автомобиля до выезда со стоянки (км)**

- от ближайшего к выезду места стоянки: 0.040
- от наиболее удаленного от выезда места стоянки: 0.060

**Пробег автомобиля от въезда на стоянку (км)**

- до ближайшего к въезду места стоянки: 0.040
- до наиболее удаленного от въезда места стоянки: 0.060

Сроки проведения работ: первый месяц - 1; последний месяц - 12

**Характеристики автомобилей/дорожной техники на участке**

Марка автомобиля	Категория	Место пр-ва	О/Г/К	Тип двиг.	Код топл.	Экоконт роль	Нейтрал изатор	Маршрут ный
Зил-130	Грузовой	СНГ	3	Карб.	5	нет	нет	-
КамАЗ	Грузовой	СНГ	4	Диз.	3	нет	нет	-
Ваз 2107	Легковой	СНГ	2	Карб.	5	нет	нет	-

Зил-130

Месяц	Количество в сутки	Количество в час
Январь	3.00	2
Февраль	3.00	2
Март	3.00	2
Апрель	3.00	2
Май	3.00	2
Июнь	3.00	2
Июль	3.00	2
Август	3.00	2
Сентябрь	3.00	2
Октябрь	3.00	2
Ноябрь	3.00	2
Декабрь	3.00	2

КамАЗ

Месяц	Количество в сутки	Количество в час
Январь	2.00	1
Февраль	2.00	1
Март	2.00	1
Апрель	2.00	1
Май	2.00	1
Июнь	2.00	1
Июль	2.00	1
Август	2.00	1
Сентябрь	2.00	1
Октябрь	2.00	1
Ноябрь	2.00	1
Декабрь	2.00	1

<i>Месяц</i>	<i>Количество в сутки</i>	<i>Количество в час</i>
Январь	1.00	1
Февраль	1.00	1
Март	1.00	1
Апрель	1.00	1
Май	1.00	1
Июнь	1.00	1
Июль	1.00	1
Август	1.00	1
Сентябрь	1.00	1
Октябрь	1.00	1
Ноябрь	1.00	1
Декабрь	1.00	1

## **СВАРКА**

### **Исходные данные.**

Технологическая операция: Газовая резка

Используемый металл: Качественная легированная сталь Толщина листов: 5 [мм.]

Удельные выделения загрязняющих веществ:

<b>Код</b>	<b>Название вещества</b>	<b>Yi [г/м]</b>
0123	Железа оксид	
0203	Хрома (VI) оксид	
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	
0337	Углерод оксид	

Время интенсивной работы (T): 677 [час] 0 [мин]

Суммарная длина реза (L): 7 [м]

Суммарная длина реза за период интенсивной работы: (L<sub>макс</sub>): 7 [м]

Поправочный коэффициент для других твердых компонентов (не металлическая пыль) (Q) 0.4

Поправочный коэффициент для металлической пыли (Q): 0.2

## **ОКРАСКА**

### **Исходные данные.**

Используемый лакокрасочный материал:

<b>Вид</b>	<b>Марка</b>	<b>Fp [%,мас]</b>
Эмаль	НЦ-11	45.000

Масса израсходованного материала M = 356 [кг].

Масса израсходованного материала за месяц наиболее интенсивной работы лакокрасочного участка Минт. = 46 [кг].

Операция производилась полностью.

Время проведения сушки за месяц интенсивной работы t1=320 [ч].

Время проведения окраски за месяц интенсивной работы t2=76 [ч].

## Работа 4

### Расчет основного разбавления по методу В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера

Метод Фролова–Родзиллера является одним из наиболее распространенных при расчете основного разбавления сточных вод в водотоках (при условии  $0,0025 \leq q_{cm}/Q \leq 0,1$ ).

Кратность основного разбавления рассчитывается по формуле

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{\bar{n}0}}{q_{\bar{n}0}}, \quad (1)$$

Коэффициент смешения находят по формуле

$$\gamma = \frac{1 - \bar{a}^{-\alpha^3 \sqrt{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha^3 \sqrt{L}}}, \quad (2)$$

где  $Q$  – среднемесячный расход воды водотока 95%-й обеспеченности, м<sup>3</sup>/с;  $q_{cm}$  – максимальный расход сточных вод, подлежащих сбросу в водоток, м<sup>3</sup>/с;  $L$  – расстояние по фарватеру водотока (фарватер – наиболее глубокая полоса данного водного пространства) от места выпуска до контрольного створа, м;  $\alpha$  – коэффициент, зависящий от гидравлических условий потока:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_{\bar{n}}}{q_{\bar{n}0}}}, \quad (3)$$

где  $\xi$  – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток:  $\xi = 1$  при выпуске у берега,  $\xi = 1,5$  при выпуске в фарватер;  $\varphi$  – коэффициент извилистости водотока, т.е. отношение расстояния между рассматриваемыми створами водотока по фарватеру к расстоянию по прямой;  $D_c$  – коэффициент турбулентной диффузии.

Для равнинных рек и упрощенных расчетов коэффициент турбулентной диффузии находят по формуле М.В. Потапова:

$$D_{\bar{n}} = \frac{v_{\bar{n}0} \cdot H_{\bar{n}0}}{200}, \quad (4)$$

где  $v_{cp}$  – средняя скорость течения водотока на интересующем нас участке между нулевым и расчетным створами, м/с;  $H_{cp}$  – средняя глубина на этом участке, м.

Коэффициент турбулентной диффузии для детальных расчетов определяется по формуле А.В. Караушева как

$$D_{\bar{n}} = \frac{g \cdot v_{\bar{n}0} \cdot H_{\bar{n}0}}{\dot{I}_{\phi} \cdot \tilde{N}_{\phi}}, \quad (5)$$

где  $H_{cp}$  – средняя глубина на рассматриваемом участке, м;  $v_{cp}$  – средняя скорость течения водотока на участке, м/с;  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $C_{ш}$  – коэффициент Шези, м<sup>1/2</sup>/с.

Величина  $M_{ш}$  определяется по формуле:

$$\dot{I}_{\phi} = \begin{cases} 0,7 \cdot \tilde{N}_{\phi} + 6 & \text{иначе } 10 \leq \tilde{N}_{\phi} \leq 60 \\ 48 & \text{иначе } \tilde{N}_{\phi} > 60 \end{cases} \quad (6)$$

Произведение  $M_{ш} \cdot C_{ш}$  имеет размерность м/с<sup>2</sup>.

Применительно к рассматриваемому методу коэффициент турбулентной диффузии рассчитывают по формуле (для летнего периода времени)

$$D_{\bar{n}} = \frac{g \cdot v_{\bar{n}0} \cdot H_{\bar{n}0}}{37 \cdot n_{ш} \cdot \tilde{N}_{\phi}^2}, \quad (7)$$

где  $n_{ш}$  – коэффициент шероховатости ложа реки, определяемый по табл. 1.

Коэффициент Шези определяется по формуле Н.Н. Павловского (при допущении равенства значений гидравлического радиуса и средней глубины ( $R = H_{cp}$ )):

$$\tilde{N}_{\phi} = \frac{R^{y_1}}{n_{\phi}}, \quad (8)$$

где  $R$  – гидравлический радиус потока, м ( $R = H_{cp}$ );  $y_{II}$  – показатель степени.

Показатель степени определяем по формуле

$$\phi_i = 2,5\sqrt{n_\phi} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_\phi} - 0,1). \quad (9)$$

Таблица 1

Коэффициенты шероховатости ложа реки

Характеристика русла	Коэффициент шероховатости $n_{ш}$
Естественные русла в весьма благоприятных условиях (чистое, прямое, не засоренное, земляное со сводным течением)	0,025
Русла постоянных водотоков равнинного типа, преимущественно больших и средних рек, в благоприятных условиях ложа и течения реки, периодические водотоки (большие и малые) при очень хорошем состоянии поверхности и формы ложа	0,03
Сравнительно чистые русла постоянных равнинных водотоков в обычных условиях, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струи или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Земляные русла периодических водотоков в относительно благоприятных условиях	0,04
Русла больших и средних рек, значительно засоренные, извилистые и частично засоренные, каменистые, с беспокойным течением. Периодические (ливневые и весенние) водотоки с крупногалечным или покрытым растительностью ложем. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые растительностью (травы, кустарники)	0,05
Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья с наличием заводей). Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала. Порожистые участки равнинных рек	0,067
Русла со слабым течением и поймы, значительно заросшие, с большими глубокими промоинами. Валунные, горного типа русла с неправильной поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)	0,08
Русла горно-водопадного типа с крупновалунным и извилистым строением ложа, перепады ярко выражены, извилистость весьма сильная. Поймы значительно заросшие, но с резко выраженным косоструйным течением, заводями и др.	0,1
Русла болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и др.). Поймы с очень большими мертвыми пространствами, с местными углублениями	0,133

В случае проведения расчетов в зимний период (период ледостава) в формулы (7–9) вместо глубины потока  $H_{cp}$  вводится значение  $0,5H_{cp}$ , а вместо коэффициента шероховатости ложа  $n_{ш}$  – его приведенное значение  $n_{шп}$ :

$$n_{шп} = n_\phi \left[ 1 + \left( \frac{n_\phi}{n_\phi} \right)^{1,5} \right]^{0,67}, \quad (10)$$

где  $n_\phi$  – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда по П.Н. Белоколю (табл. 2).

Таблица 2

Значение коэффициента шероховатости нижней поверхности льда для периода ледостава

Период ледостава, сут	Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда $n_\phi$
1–10	0,15–0,05
10–20	0,1–0,04
20–60	0,05–0,03
60–80	0,04–0,015
80–100	0,25–0,01

Приведенный коэффициент Шези вычисляется по формуле

$$\tilde{N}_{шп} = \frac{R_{шп}^{y_{шп}}}{n_{шп}}, \quad (11)$$

где  $y_{шп}$  – приведенный показатель степени.

Приведенный показатель степени

$$\acute{o}_{i\grave{o}} = 2,5\sqrt{n_{i\grave{o}}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R_{i\grave{o}}} (\sqrt{n_{i\grave{o}}} - 0,1). \quad (12)$$

### ЗАДАЧА

#### Дано:

Расчетный период – зимняя межень

Расчетный расход речных вод  $Q = 116 \text{ м}^3/\text{с}$

Средняя скорость течения  $v_{cp} = 0,15 \text{ м/с}$

Средняя глубина  $H_{cp} = 2,34 \text{ м}$

Коэффициент извилистости  $\varphi = 1,5$

Коэффициент шероховатости при открытом русле  $n_{и\grave{o}} = 0,040$

Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда  $n_{л} = 0,020$

Расчетный максимальный среднечасовой расход сточных вод  $q_{cm} = 3,44 \text{ м}^3/\text{с}$

Выпуск сточных вод – русловый  $\zeta = 1,5$

Расстояние от выпуска сточных вод до расчетного створа  $L_{\phi} = 74 \text{ м}$

#### Решение

1. Выполняем проверку применимости метода В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера (выполнение условия  $0,0025 \leq q_{cm}/Q \leq 0,1$ )

$$q_{cm}/Q =$$

2. Расчетный период – зимняя межень, в расчете используем приведенные значения глубины потока, коэффициентов шероховатости и Шези:

$$R_{np} = 0,5H_{cp} =$$

$$n_{i\grave{o}} = n_{\phi} \left[ 1 + \left( \frac{n_{\grave{e}}}{n_{\phi}} \right)^{1,5} \right]^{0,67} =$$

$$\acute{o}_{i\grave{o}} = 2,5\sqrt{n_{i\grave{o}}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R_{i\grave{o}}} (\sqrt{n_{i\grave{o}}} - 0,1) =$$

$$\tilde{N}_{\phi i\grave{o}} = \frac{R_{i\grave{o}}^{y_{i\grave{o}}}}{n_{i\grave{o}}} =$$

3. Рассчитываем коэффициент диффузии:

$$D_{\tilde{n}} = \frac{g \cdot v_{\tilde{n}\delta} \cdot R_{i\grave{o}}}{37 \cdot n_{i\grave{o}} \cdot \tilde{N}_{\phi}^2} =$$

4. Рассчитываем параметр  $\alpha$  и определяем коэффициент смешения сточных и речных вод  $\gamma$ :

$$\alpha = \xi \varphi^3 \sqrt{\frac{D_{\tilde{n}}}{q_{\tilde{n}\delta}}} =$$

$$\gamma = \frac{1 - \acute{o}^{-\alpha^3 \sqrt{L_{\phi}}}}{1 + \frac{Q}{q_{\tilde{n}\delta}} e^{-\alpha^3 \sqrt{L_{\phi}}}} =$$

5. Определяем кратность основного разбавления:

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q_{\tilde{n}\delta}}{q_{\tilde{n}\delta}} =$$

## загрязняющих веществ в водные объекты (извлечение)

Годовое количество дождевых ( $W_d$ ) и талых ( $W_t$ ) вод, стекающих с 1 га площади территории определено по формулам

$$W_d = 2,5 * H_d * K_q * K_{вн}, (M^3/га)$$

$$W_t = H_t * K_t * K_{вн}, (M^3/га),$$

где

$H_d$  – слой осадков за теплый период года, мм, принятый согласно данным по метеостанции;

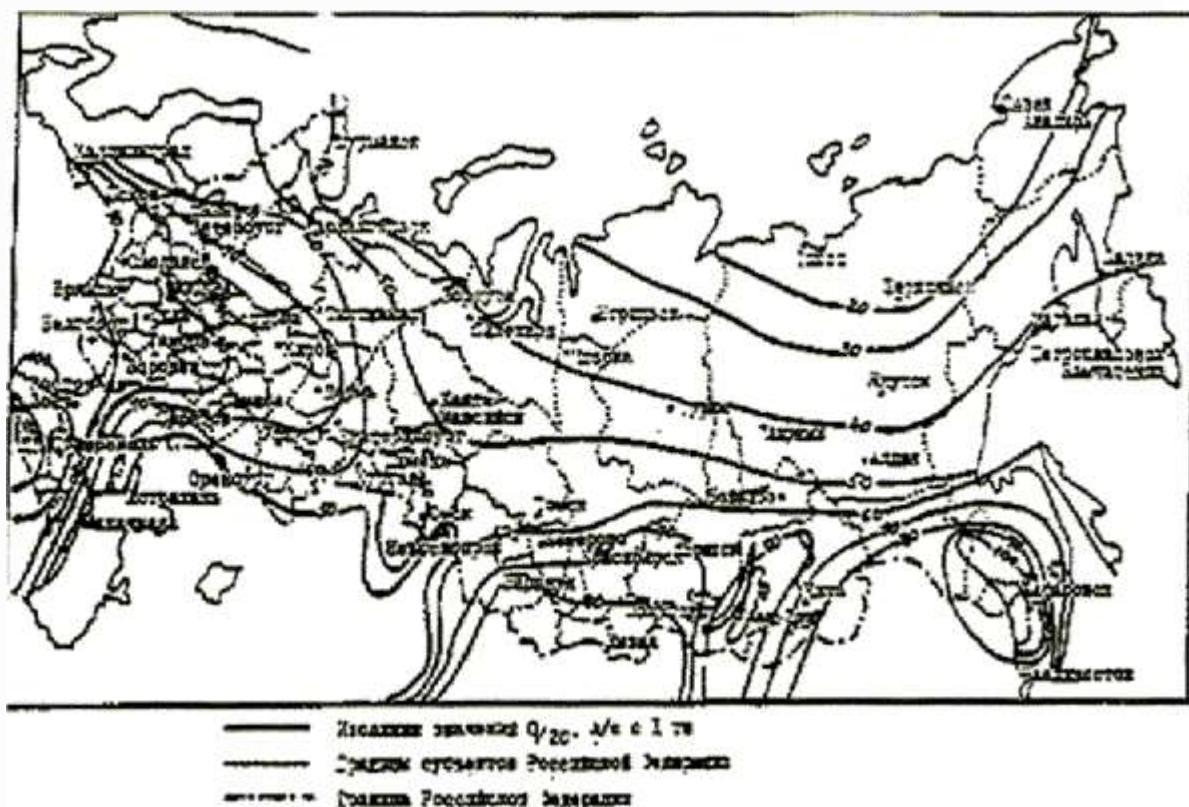
$K_q$  – коэффициент, учитывающий объем стока дождевых вод в зависимости от интенсивности дождя для данной местности продолжительностью 20 мин. Определяется по данным нижеприведенной таблицы.

$q_{20}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
$K_q$	0,96	0,91	0,87	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65	0,60

Значение  $q_{20}$  определяется согласно Приложению 1

### Приложение 1

РИС. 1. КАРТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДОЖДЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ 20 МИНУТ (л/сек с 1 гектара) ПРИ ПЕРИОДЕ ОДНОКРАТНОГО ПРЕВЫШЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ, РАВНОМ 1 ГОДУ ( $q_{20}$ )



$K_{вн}$  – коэффициент, учитывающий интенсивность формирования дождевого стока в зависимости от степени распространения водонепроницаемых поверхностей (Пвн). (кровли зданий, дороги, площадки, тротуары и т.п.) на площади водосбора, определяется по данным нижеприведенной таблицы.

Значение  $\Pi$  (%) определяется как отношение площади водонепроницаемых поверхностей к общей площади территории

природопользователя.

П вн	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
К вн	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2

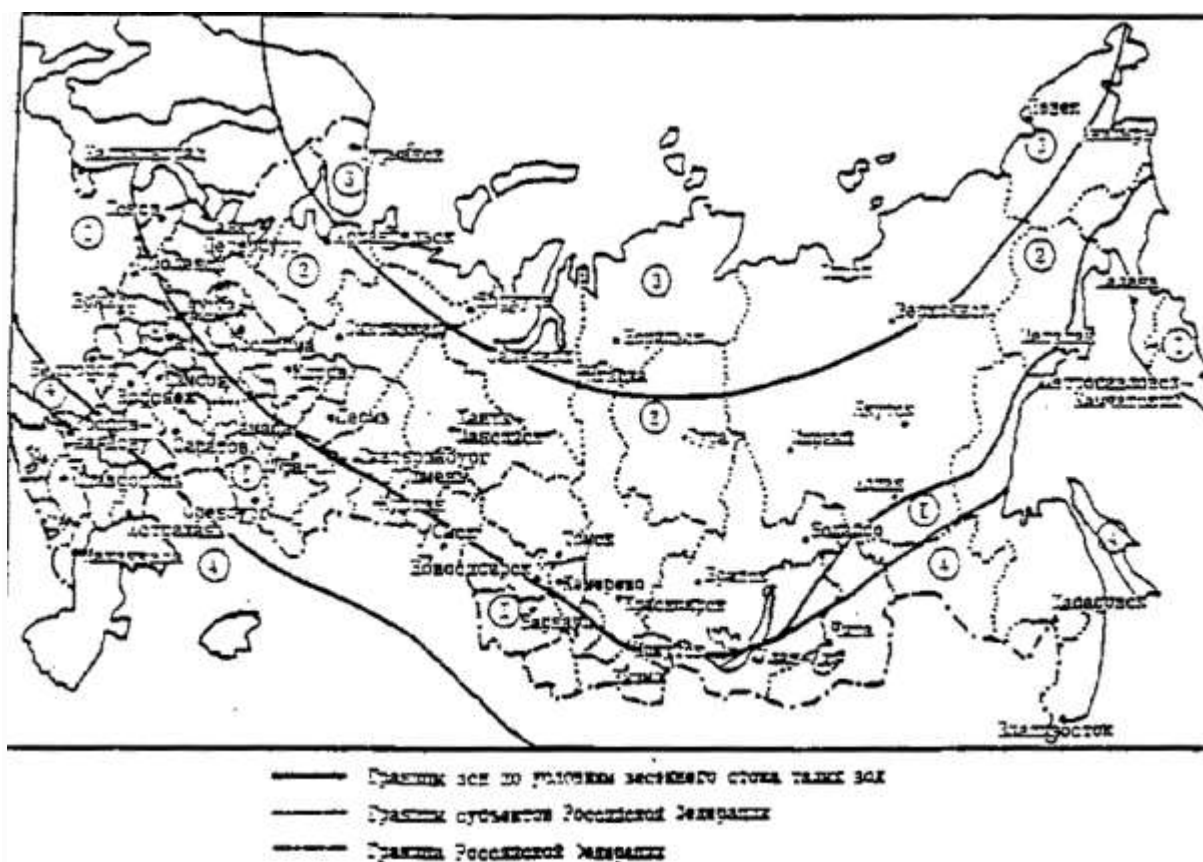
$H_T$  - слой осадков за холодный период года;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий объем стока талых вод в зависимости от условий снеготаяния определяется по нижеприведенной таблице с использованием данных Приложения 2;

Зоны по условиям весеннего стока талых вод	1	2	3	4
Значение коэффициента $K_T$	0,47	0,56	0,69	0,77

## Приложение 2

РИС. 2. КАРТА ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО УСЛОВИЯМ СТОКА ТАЛЫХ ВОД



$K_v$  – коэффициент, учитывающий вывоз снега с территории, принимается равным 1



(снежные массы при строительстве скважин на снегосвалку не вывозятся);

F – площадь водоотведения, га.

Приложение 3

**КОНЦЕНТРАЦИИ  
ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ НА ЗАСТРОЕННЫХ УЧАСТКАХ  
ТЕРРИТОРИИ, ПРИНИМАЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА МАСС ЗАГРЯЗНЕНИЙ  
В ПРЕДЕЛАХ ДОПУСТИМЫХ НОРМАТИВОВ [1, 2, 3]**

(мг/л)

	Дождевые воды	Талые воды	Поливочные воды
Взвешенные вещества	250	3500	500
Нефтепродукты	10	30	30
БПК	30	90	100
ХПК	100	250	100
Сульфаты	100	500	100
Хлориды	200	1500	200
Азот аммонийный	2	4,3	2
Азот общий	4,9	10,5	4,9
Нитраты	0,08	0,17	0,08
Нитриты	0,08	0,17	0,08
Кальций	43	113	43
Магний	8	14	8
Железо	0,3	1,7	0,3
Медь	0,02	0,076	0,02
Никель	0,01	0,02	0,01
Цинк	0,3	0,55	0,3
Фосфор общий	1,08	1,08	1,08

**КОНЦЕНТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И СПЕЦИФИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ С ТЕРРИТОРИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕКОТОРЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ РАСЧЕТА МАСС ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ УСТАНОВЛЕННЫХ ЛИМИТОВ [1, 2, 3]**

	Переработка полиметаллических руд		Производство алюминия	Производство минеральных удобрений	Производство синтетического каучука	Электростанции, работающие на угле	Лесохимические заводы	Целлюлозно-бумажные комбинаты	Нефтехимические комбинаты	Кожевенные заводы	Мясокомбинаты	Предприятия прочих отраслей промышленности	Строительные площадки	Автотранспортные и торговые организации
	Обогащение руд	производство металлов												
Концентрации основных веществ, мг/л														
Взвешенные вещества	6000	4500	4500		4500	6000	4500	4500	4500	6000	6000	2000	6000	2000
Нефтепродукты	50 - 60	50 - 60	50 - 60		50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 60	50 - 90	50 - 90
БПК					500		600	135	300	390	150 1100	210	210	210
ХПК					3700		1000	350	920	1500	2830	500	500	500
азот общий				110							200			
фосфор общий				50							60			
цинк	15 - 38	0,8 3,0												
медь	0,6 2,3													
магний	38 - 73	45 - 64	38 - 220											
хлориды		5000 6000	3300 4100											
Концентрации специфических примесей, мг/л														
фенолы					21,5 22,0	0,006 0,03	0,08 15,0	0,06	до 0,3	до 0,5				



**КОНЦЕНТРАЦИИ  
ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ  
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ [7]**

мг/л

	Взвешенные вещества	БПК	Нефтепродукты
Выгульные площади крупного рогатого скота и свиней	2000 - 3000	1000 - 1500	нет
Внутрифермерские дороги с твердым покрытием	250 - 400	50 - 80	нет
Открытые стоянки автомашин и сельскохозяйственной техники	800 - 1200	160 - 200	50 - 100
Крыши зданий	75 - 120	25 - 40	нет

**КОНЦЕНТРАЦИИ  
БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ  
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ [8]**

мг/л

	Свинокомплексы	Комплексы крупного рогатого скота
Азот общий	1500 - 2500	600 - 800
Азот аммонийный	600 - 800	500 - 650
Фосфор	500 - 900	350 - 450
Калий	400 - 500	700 - 850

**РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ИНТЕНСИВНОСТИ ВЫНОСА ПРОДУКТОВ**

**ЭРОЗИОННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ С ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ  
ПО РЕГИОНАМ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ [9]**

Субъекты Российской Федерации	Расчетный смыв почвы с 1 га пашни в год, т	Эрозионно опасные земли со смывом более 20 т/га в год, % общей площади пашни
1	2	3
Северный район		
Респ. Карелия	2,6	-
Респ. Коми	6,9	6,7
Архангельская область	4,9	2,5
Вологодская область	6,1	3,7
Мурманская область	2,6	-
Северо - Западный район		
Ленинградская область	2,6	0,6
Новгородская область	4,5	3,5
Псковская область	5,8	5,5
Центральный район		
Брянская область	4,1	2,3
Владимирская область	5,5	3,3
Ивановская область	6,5	2,1
Калужская область	7,4	6,1
Костромская область	5,6	1,7
Московская область	7,7	9,0
Орловская область	5,3	2,5
Рязанская область	3,5	0,5
Смоленская область	7,7	11,0
Тверская область	5,3	3,9
Тульская область	7,5	5,5
Ярославская область	5,4	2,7
Волго - Вятский район		
Респ. Марий Эл	2,1	5,0
Респ. Мордовия	6,0	3,8

Чувашская респ.	8,6	8,9
Кировская область	6,2	14,3
Нижегородская область	6,7	7,7
Центрально - Черноземный район		
Белгородская область	7,8	26,0
Воронежская область	3,6	8,8
Курская область	6,0	14,6
Липецкая область	3,2	5,6
Тамбовская область	1,7	1,4
Поволжский район		
Респ. Калмыкия	2,3	2,0
Респ. Татарстан	2,9	6,4
Астраханская область	0,3	-
Волгоградская область	1,7	1,1
Пензенская область	4,3	7,0
Самарская область	2,3	0,3
Саратовская область	1,9	2,3
Ульяновская область	4,4	7,0
Северо - Кавказский район		
Респ. Адыгея	6,8	5,1
Респ. Дагестан	0,25	-
Ингушская респ.	3,6	0,1
Кабардино - Балкарская респ.	13,5	24,0
Карачаево - Черкесская респ.	12,0	18,0
Респ. Северная Осетия	14,3	2,7
Краснодарский край	5,4	6,3
Ставропольский край	10,0	13,8
Ростовская область	3,1	3,0
Уральский район в пределах Европейской части РФ		
Респ. Башкортостан	3,0	0,5
Удмуртская респ.	9,7	12,0

Оренбургская область	2,1	-
Пермская область	12,1	12,7

Приложение 8

РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ПЛОЩАДЕЙ  
СПЛОШНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ [10, 11, 12]

Загрязняющие вещества	Концентрация в поверхностном стоке для расчета масс загрязнений, мг/л при наличии порубочных остатков и брошенной древесины в количестве 1 куб. м/га
Взвешенные вещества	5000
Железо	150
Кальций	47
Магний	29
Сульфаты	8
Азот общий	28
Фосфор общий	10
Калий	29
Лигнин	108
Смолистые вещества	17
Фенолы	3,3
Легкоокисляемые органические соединения по БПК	3520
Нефтепродукты	75

## Работа 5

Предложить технологию и технику очистки атмосферного воздуха, включая принципы работы, химизм процесса очистки, аппараты, эффективность очистки, условия работы, образующиеся при работе отходы, поставщики и стоимость, от веществ:

Пыль нетоксичная  
Оксид углерода  
Диоксид серы  
Бензол  
Фенол  
Метанол  
Фурфурол  
Формальдегид  
Аммиак  
Углеводороды C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub>  
Сероводород  
Сероуглерод  
Меркаптаны  
Фторид водорода  
Хлорид водорода  
Этилбензол  
Метилбензол  
Этилацетат  
Ацетальдегид  
Бензилацетат  
Диэтиламин  
Хлорбензол  
Хлор  
Фтор  
Азотная кислота  
Серная кислота  
Ртуть (пары)

С эффективностью 80%, 90%, 95% (по вариантам)



## Работа 6

Предложить технологию и технику сточных вод, включая принципы работы, химизм процесса очистки, аппараты, эффективность очистки, условия работы, образующиеся при работе отходы, поставщики и стоимость, от веществ:

Взвешенных веществ

Нитратов

Нитритов

Азота аммонийного

Легкоокисляемой органики (БПК)

Трудноокисляемой органики (ХПК)

Железа

Марганца

Хрома

Меди

Цинка

Никеля

Алюминия

Нефтепродуктов

Фенолов

СПАВ

Сульфатов

Фосфатов

Хлоридов

Жиров

Бора

Брома

Бария

Натрия

Стронция

С эффективностью 80%, 90%, 95% (по вариантам)

## **Работа 7**

Охарактеризовать свойства, оценить экологическую опасность, предложить технологию и технику утилизации (переработки, размещения) отходов, включая физико-химическую сущность процесса, характеристики получаемой продукции, вторичные отходы, требования к условиям их размещения, лицензированные предприятия, стоимость переработки или размещения:

### ***Переработка с/х сырья***

Жом свекловичный

Отходы крахмальной патоки

Остатки табачной мелочи, жилки табачного листа

Отходы растительных жиров

Отходы из жиροотделителей, содержащие животные жировые продукты

### ***Деревообработка***

Отходы коры

Опилки и стружки натуральной чистой древесины

Пыль древесная от шлифовки натуральной чистой древесины

Отходы обработки древесно-стружечных плит, содержащие связующие смолы в количестве от 0,2% до 2,5% включительно

Шпалы железнодорожные деревянные, отработанные и брак

### ***Строительная индустрия***

Отходы керамики в кусковой форме

Отходы асбоцемента в кусковой форме

Отходы минерального волокна

Стекланный бой

Шлак сварочный

### ***Металлообработка***

Опилки цинковые незагрязненные

Скрап медный незагрязненный

Пыль (порошок) от шлифования свинца с содержанием металла 50% и более

Отходы оксида хрома шестивалентного

Шлак печей переплава алюминиевого производства

### ***Горнодобывающая промышленность***

Шлам нефтеотделительных установок

Шлам угольный процесса обогащения угля

Пыль известковая и доломитовая

Пыль каменноугольная

Отходы кислых смол, кислого дегтя