



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП
Водоснабжение и водоотведение

Б.В. Леонов
(Ф.И.О.)

« 19 » января 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента морских арктических
технологий

А.Т. Беккер
(Ф.И.О.)

« 19 » января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Водоотведение и очистка сточных вод с урбанизированных территорий

Направление подготовки 08.04.01 Строительство
магистерская программа Водоснабжение и водоотведение

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 18 час.
лабораторные работы не предусмотрены
практические занятия 36 час.
в том числе с использованием МАО лек. - час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 162 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа/курсовой проект 3 семестр
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального образовательного стандарта Министерства образования и науки от 31.05.2017 г. № 482.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента морских арктических технологий, протокол от « 19 » января 2022 г. № 2 .

Директор департамента: д.т.н., проф. Беккер А.Т.

Составитель: канд. тех. наук, доцент Леонов Б.В.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента морских арктических технологий:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента

(подпись)

А.Т. Беккер
(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента морских арктических технологий:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента

(подпись)

А.Т. Беккер
(И.О. Фамилия)

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины - усиление профессиональной подготовки студентов и возможностей их адаптации в условиях рыночной экономики и дальнейшего совершенствования в области проектирования, строительного производства новых и модернизации устаревших сооружений систем отведения поверхностного стока с урбанизированных территорий.

Необходимость введения дисциплины связана с тем обстоятельством, что практика эксплуатации зданий, сооружений, автомобильных дорог и др. указывает на одну из доминирующих причин разрушения конструкций – плохо организованная система отвода поверхностного стока. Кроме этого, новое экологическое законодательство и новые положения о строительной экспертизе существенным образом повысили требования к организации отвода и очистке поверхностного стока, как с селитебной территории, так и с территории промышленных предприятий.

Задачи дисциплины:

- применение знаний и умений, полученных в базовой и вариативной частях образовательной программы, к решению актуальных проблем экологической безопасности и проблем энерго-ресурсосбережения;
- подготовка магистрантов к инновационной проектно-конструкторской, производственно-технологической и эксплуатационной деятельности;
- подготовка магистрантов к решению проблем разработки и организации мер экологической безопасности;
- развитие способностей осознавать проблемы отведения и очистки поверхностного стока и решать эти проблемы;
- обучение методам оценки технического состояния инженерных систем и вести техническую экспертизу проектов водоотведения.

Для успешного изучения дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод с урбанизированных территорий» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции, полученные при обучении по программе бакалавриата:

способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата (ОПК-1);

способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства (ОПК-5);

способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке

проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов (ОПК-6).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих профессиональных компетенций:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Проектный	ПК -2. Способен проводить технико-экономический анализ технических решений систем водоснабжения и водоотведения на объектах капитального строительства	ПК-2.1. Выбор и сравнение вариантов проектных технических решений системы водоснабжения (водоотведения).
		ПК-2.2. Выбор и обоснование технологических решений в сфере водоснабжения и водоотведения.
		ПК-2.3. Оценка соответствия проектной документации системы водоснабжения (водоотведения) техническому заданию.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1. Выбор и сравнение вариантов проектных технических решений системы водоснабжения (водоотведения).	Знает: основные законодательные и нормативные документы в области отведения поверхностного стока с территорий. основные количественные характеристики и порядок расчета количественных характеристик поверхностного стока с территорий
	Умеет: пользоваться основными законодательными и нормативными документами в области отведения поверхностного стока с территорий. определять основные количественные характеристики поверхностного стока с территорий
	Владеет: навыками определения основных качественных характеристик поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий навыками расчета количественных характеристик поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий
ПК-2.2. Выбор и обоснование технологических решений в сфере водоснабжения и водоотведения.	Знает: основные схемы сбора и отведения поверхностного стока, сооружения для регулирования поверхностного стока при отведении на очистку основные схемы сооружений для очистки поверхностного

	стока
	Умеет: определять схемы отведения и номенклатуру основных сооружений при организации отведения поверхностного стока в конкретных случаях разрабатывать технологические схемы очистки поверхностного стока
	Владеет: навыками расчета сооружений для регулирования поверхностного стока при отведении на очистку навыками расчета основных сооружений для очистки поверхностного стока
ПК-2.3. Оценка соответствия проектной документации системы водоснабжения (водоотведения) техническому заданию.	Знает: современные технологии очистки поверхностных сточных вод
	Умеет: находить и анализировать информацию о современных технологических схемах очистки поверхностных сточных вод, определять их достоинства и недостатки
	Владеет: навыками расчета современных технологических схем очистки поверхностных сточных вод

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачётных единицы (216 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
ОК	Онлайн курс
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Общие вопросы отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий	3	9	-	18				ПР-9, ПР-11, экзамен
2	Системы и сооружения сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий	3	9	-	18	-	135	27	
Итого:			18	-	36	-	135	27	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 часов)

РАЗДЕЛ 1. Общие вопросы отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий (9 часов)

Тема 1. Общие положения. Законодательные и нормативные документы. Качественная характеристика поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий (3 час)

Тема 2. Количественная характеристика поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий (6 часов)

РАЗДЕЛ 2. Системы и сооружения сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий (9 часов)

Тема 3. Схемы сбора и отведения поверхностного стока. Сооружения для регулирования поверхностного стока при отведении на очистку и методы их расчета (3 часа)

Тема 4. Очистка поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий (3 часа)

Тема 5. Современные технологии очистки поверхностных сточных вод (3 часа)

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 часов)

Практическое занятие 1. Экспертиза проекта ливневой канализации предприятия (2 часа)

Общие положения. Законодательные и нормативные документы. Качественная характеристика поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий. Экспертиза проекта ливневой канализации предприятия.

Практическое занятие 2. Определение расчетных расходов ливневых сточных вод (4 часа)

Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод. Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку. Определение расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации

Практическое занятие 3. Метод предельных интенсивностей. Вероятностные подходы (4 часа)

Пример применения метода предельных интенсивностей при пересеченном рельефе местности. Определение расчетных расходов поверхностных сточных вод с помощью вероятностного подхода. (Тема 2)

Практическое занятие 4. Внутренние водостоки. (2 часа).

Конструирование внутренних водостоков жилых и промышленных зданий. Расчет расходов воды с крыш зданий. Конструктивные особенности сбора воды с плоских крыш и скатных крыш. Особенности сбора воды с крыш жилых и промышленных зданий. Предотвращение затопления подвалов.

Практическое занятие 5. Сооружения на дождевой сети. (3 часа).

Дождеприемники. Конструкции бетонных и пластиковых дождеприемников. Особенности устройства дождевой сети в поселках коттеджного типа. Изучение рекомендаций нормативных документов. Расчет расстояния между дождеприемниками. Дождеприемники с осадочной частью.

Практическое занятие 6. Сооружения на дождевой сети (3 часа)

Разделительные камеры. Разделительные камеры водосливного типа, расчет. Разделительные камеры, основанные на дальности полета струи, расчет.

Практическое занятие 7. Перепадные колодцы (2 часа)

Перепадные колодцы с водосливом практического профиля. Перепадные колодцы с вертикальными стояками. Перепадные колодцы с присоединением стояка к шельге трубы, расчет.

Практическое занятие 8. Определение расчетной производительности очистных сооружений. Полураздельная система канализации (2 часа)

Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты. Определение расчетной производительности очистных сооружений полной раздельной системы канализации. Определение расчетных расходов полураздельной системы канализации.

Практическое занятие 9. Расчет сооружений седиментации (4 часа)

Расчет отстойников и нефтеловушек. Подбор и конструкции флотаторов компании KWI.

Практическое занятие 10. Сооружения реагентной и биологической очистки дождевого стока (4 часа)

Расчет сооружений реагентной и биологической очистки поверхностного стока. Подбор центрифуги и фильтр-прессов для обезвоживания осадков поверхностного стока. Определение необходимой производительности станции по обезвоживанию осадков.

Практическое занятие 11. Подбор оборудования контейнерного типа (6 часов)

Расчет и подбор оборудования компаний "ЭКОЛАЙН", "FLOTENK", "БИОТОК" и "ВЕКСА" для очистки поверхностного стока. Разработка вариантов компоновки очистной станции.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Водоотведение и очистка поверхностных вод с урбанизированных территорий» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№	Примерная дата проведения	Наименование контрольного мероприятия	Примерные нормы времени на выполнение, час.	Форма контроля
1	2 неделя	Практическая работа 1	6	зачет

2	4 неделя	Практическая работа 2	6	зачет
3	6 неделя	Практическая работа 3	6	зачет
4	8 неделя	Практическая работа 4	6	зачет
5	10 неделя	Практическая работа 5	6	зачет
6	12 неделя	Практическая работа 6	6	зачет
7	14 неделя	Практическая работа 7	6	зачет
8	15-18 неделя	КП	93	защита с оценкой

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа обучающихся состоит из подготовки к практическим работам и выполнения индивидуального задания.

Исходные данные

Вариант индивидуального задания выдаются обучающимся по установленной форме (**Приложение 3**).

Темы индивидуальных заданий

1. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для ТЭЦ -2 г. Владивостока.
2. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений территории порта.
3. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории очистных сооружений природных вод .
4. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории нефтебазы.
5. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории торгового комплекса.
6. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории поселка .
7. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории спортивного комплекса.
8. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории торгового центра.
9. Определить расходы поверхностных сточных вод и подобрать состав модульных очистных сооружений для территории промышленного предприятия.

Практические самостоятельные работы

1. Практическое занятие 1 (4 часа). Экспертиза проекта ливневой канализации предприятия. (Тема 1)

Занятие проводится с использованием методов активного обучения - деловая игра.

План занятия.

1. Магистрантам представляется проект ливневой канализации поселка.
2. Предлагается с помощью преподавателя выполнить экспертизу этого проекта с точки зрения соответствия действующему законодательству.
3. Практическое занятие проводится в виде деловой игры. Преподаватель – автор проекта. Студент – эксперт.

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно.

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб.пособие.- М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. -2000.-352с.:ил. <http://dwg.ru/dnl/7289>.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. № [167-ФЗ](#).
3. Федеральный закон Российской Федерации от 7 декабря 2011 г. N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении".
4. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2006 г.

2. Практическое занятие 2 (5 часов). Определение расчетных расходов ливневых сточных вод. (Тема2)

Занятие проводится с использованием методов активного обучения - активное чтение.

План занятия.

1. Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод. Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на селитебных территориях и площадках предприятий в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, определяется по формуле:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{д}}$, $W_{\text{т}}$ и $W_{\text{м}}$ – среднегодовой объем дождевых, талых и поливочных вод, м³.

Среднегодовой объем дождевых ($W_{\text{д}}$) и талых ($W_{\text{т}}$) вод, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, определяется по формулам:

$$W_{\text{д}} = 10h_{\text{д}}\Psi_{\text{д}} F; \quad (2)$$

$$W_{\text{т}} = 10h_{\text{т}}\Psi_{\text{т}} F; \quad (3)$$

где F – общая площадь стока, га;

h_d – слой осадков, мм, за теплый период года, определяется по табл. 2 СНиП 23-01–99;

h_t – слой осадков, мм, за холодный период года (определяет общее годовое количество талых вод) или запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния, определяется по табл. 1 СНиП 23-01–99;

Ψ_d и Ψ_t – общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно.

2. Определение коэффициента стока

При определении среднегодового количества дождевых вод W_d , стекающих с селитебных территорий, общий коэффициент стока Ψ_d для общей площади стока F рассчитывается как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с разным видом поверхности, согласно табл. 1.

Таблица 1.

Вид поверхности или площади стока	Общий коэффициент стока Ψ_d
Кровли и асфальтобетонные покрытия	0,6–0,8
Булыжные или щебеночные мостовые	0,4–0,6
Кварталы города без дорожных покрытий, небольшие скверы, бульвары	0,2–0,3
Газоны	0,1
Кварталы с современной застройкой	0,4–0,5
Средние города	0,4–0,5
Небольшие города и поселки	0,3–0,4

При определении среднегодового объема дождевых вод W_d , стекающих с территорий промышленных предприятий и производств, значение общего коэффициента стока Ψ_d находится как средневзвешенная величина для всей площади стока с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей, которые следует принимать:

для водонепроницаемых покрытий 0,6–0,8;

для грунтовых поверхностей – 0,2;

для газонов – 0,1.

При определении среднегодового объема талых вод общий коэффициент стока Ψ_t с селитебных территорий и площадок предприятий с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей можно принимать в пределах 0,5–0,7.

3. Общий годовой объем поливочных вод (W_m), м³, стекающих с площади стока, определяется по формуле:

$$W_M = 10m k F_M \Psi_M, \quad (4)$$

где t – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (как правило, принимается 1,2–1,5 л/м² на одну мойку);

k – среднее количество моек в году (для средней полосы России составляет около 150);

F_M – площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га;

Ψ_M – коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается равным 0,5).

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2006 г.

2. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями на 13 апреля 2010 года). Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87.

3. Практическое занятие 3 (5 часа). Метод предельных интенсивностей. Вероятностные подходы.

Занятие проводится с использованием методов активного обучения - активное чтение.

Пример применения метода предельных интенсивностей при пересеченном рельефе местности. Определение расчетных расходов поверхностных сточных вод с помощью вероятностного подхода.

План занятия.

1. Определение расходов дождевых вод в коллекторах дождевой канализации. Расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, л/с, отводящих сточные воды с селитебных территорий и площадок предприятий, следует определять методом предельных интенсивностей по формуле:

$$Q_r = \Psi_{mid} A F / t^{nr}, \quad (5)$$

где A , n – параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности; Ψ_{mid} – средний коэффициент стока; F – расчетная площадь стока, га; t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка.

Расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей, л/с, следует определять по формуле:

$$Q_{cal} = \beta Q_r, \quad (6)$$

где β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима (определяется по табл. 2).

Таблица 2.

Показатель степени n	Коэффициент β
≤ 0,4 0,8	0,5 0,75
0,6 0,7	≥ 0,7 0,65
≤ 0,4 0,8	0,5 0,75
0,6 0,7	≥ 0,7 0,65

П р и м е ч а н и я: 1. При уклонах местности 0,01–0,03 указанные значения коэффициента β следует увеличивать на 10–15 %, при уклонах местности свыше 0,03 принимать равным единице.

2. Если общее число участков на дождевом коллекторе или на участке притока сточных вод менее 10, то значение β при всех уклонах допускается уменьшать на 10 % при числе участков 4–10 и на 15 % при числе участков менее 4.

Параметры А и n определяются по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров местных метеорологических станций или по данным территориальных управлений Гидрометеослужбы. При отсутствии обработанных данных параметр А допускается определять по формуле:

$$A = q_{2021}^n (1 + \lg P / \lg m r)^\gamma, \quad (7)$$

где q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год (определяется по чертежу Приложения 2);

n – показатель степени, определяемый по таблице Приложения 3;

mr – среднее количество дождей за год, принимаемое по табл. Приложен. 3;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, годы;

γ – показатель степени, принимаемый по таблице Приложения 3.

2. Выбор периода однократного превышения расчетной интенсивности дождя.

Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя необходимо выбирать в зависимости от характера объекта водоотведения, условий расположения коллектора с учетом последствий, которые могут быть вызваны выпадением дождей, превышающих расчетные, и принимать по табл. 3 и 4 или определять расчетом в зависимости от условий расположения коллектора, интенсивности дождей, площади водосбора и коэффициента стока по предельному периоду превышения.

При проектировании дождевой канализации у особых сооружений (метро, вокзалов, подземных переходов), а также для засушливых районов, где значения q_{20} менее 50 л/(с*га), при P, равном единице, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует определять только расчетом с учетом предельного периода превышения расчетной интенсивности дождя, указанного в табл. 5. При этом периоды однократного превышения расчетной интенсивности дождя, определенные расчетом, не должны быть менее указанных в табл. 3 и 4.

Таблица 3.

Условия расположения коллекторов		Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя Р, годы, для населенных пунктов при значении q_{20}			
		< 60	60–80	80–120	> 120
на проездах местного значения	на магистральных улицах				
Благоприятные и средние	Благоприятные	0,33–0,5	0,33–1	0,5–1	1–2
Неблагоприятные	Средние	0,5–1	1–1,5	1–2	2–3
Особо неблагоприятные	Неблагоприятные	2–3	2–3	3–5	5–10
Особо неблагоприятные	Особо неблагоприятные	3–5	3–5	5–10	10–20

Примечания: 1. Благоприятные условия расположения коллекторов: бассейн площадью не более 150 га имеет плоский рельеф при среднем уклоне поверхности 0,005 и менее; коллектор проходит по водоразделу или в верхней части склона на расстоянии от водораздела не более 400 м.

2. Средние условия расположения коллекторов: бассейн площадью свыше 150 га имеет плоский рельеф с уклоном 0,005 м и менее; коллектор проходит в нижней части склона по тальвегу с уклоном склонов 0,02 м и менее, при этом площадь бассейна не превышает 150 га.

3. Неблагоприятные условия расположения коллекторов: коллектор проходит в нижней части склона, площадь бассейна превышает 150 га; коллектор проходит по тальвегу с крутыми склонами при среднем уклоне склонов свыше 0,02.

4. Особо неблагоприятные условия расположения коллекторов: коллектор отводит воду из замкнутого пониженного места (котловины).

Таблица 4.

Результат кратковременного переполнения сети	Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя Р, годы, для территории промышленных предприятий при значениях q_{20}		
	< 60	70–100	> 100
Технологические процессы предприятия:			
не нарушаются	0,33–0,5	0,5–1	2
нарушаются	0,5–1	1–2	3–5

Примечания: 1. Для предприятий, расположенных в замкнутой котловине, период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует определять расчетом или принимать равным не менее чем 5 годам.

2. Для предприятий, поверхностный сток которых может быть загрязнен специфическими загрязнениями с токсичными свойствами или органическими веществами, обуславливающими высокие значения показателей ХПК и БПК (т. е. предприятия второй

группы), период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует принимать с учетом экологических последствий подтоплений не менее чем 1 год.

Таблица 5.

Характер бассейна, обслуживаемого коллектором	Предельный период превышения интенсивности дождя Р, годы, в зависимости от условий расположения коллектора			
	благоприятные	средние	неблагоприятные	особо неблагоприятные
Территории кварталов и проезды местного значения	10	10	25	50
Магистральные улицы	10	25	50	100

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2006 г.
2. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Учебное пособие для вузов. – Л.: Стройиздат, 1990г. - 224с.
3. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб.пособие.- М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. -2000.-352с.:ил. <http://dwg.ru/dnl/7289>

4. Практическое занятие 8 (8 часов). Определение расчетной производительности очистных сооружений. Полураздельная система канализации.

Занятие проводится с использованием методов активного обучения - активное чтение.

Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты. Определение расчетной производительности очистных сооружений полной раздельной системы канализации. Определение расчетных расходов полураздельной системы канализации.

План занятия

1. Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты. Расчеты производятся по рекомендациям нормативных источников.

Расчетный расход поверхностных сточных вод $Q_{ст}$, м³/с, необходимый для определения кратности разбавления n при выпуске в водный объект, принимается равным максимальному зарегулированному расходу сточных

вод после очистных сооружений $Q_{ст} = Q_{оч}$, а при отсутствии регулирования определяется по формуле:

$$Q_{ст} = 2,8 \cdot 10^{-3} h_{см} F \Psi_{mid} / (T_d + tr), \quad (8)$$

где $h_{см}$ – среднесуточный максимум атмосферных осадков, мм, за теплый период года, принимается на основании анализа длительных рядов наблюдения за осадками на ближайших метеостанциях или равным суточному слою атмосферных осадков H_p от дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности P , принятому при гидравлическом расчете дождевой сети конкретного объекта, но не менее $P = 1$ год;

Ψ_{mid} – коэффициент стока для расчетного дождя, определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значения Ψ_i для различных видов поверхности стока;

T_d – средняя продолжительность дождя в данной местности, ч, принимается по таблице Приложения 4;

tr – время добегающего поверхностного стока от крайней точки площади стока до места выпуска в водный объект, ч.

2. Определение расхода инфильтрационных и дренажных вод.

Определение расхода инфильтрационных и дренажных вод, отводимых по сети дождевой канализации и влияющих на качественную и количественную характеристику поверхностного стока, следует определять на основании специальных исследований, а также путем замеров поступления воды в коллекторную сеть в сухую погоду.

При выполнении расчетов следует руководствоваться положениями СНиП 22-02–2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения», СНиП 2.06.15–85 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления», а также Пособия к СНиП 2.06.15–85 «Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях».

Расчетный расход притока инфильтрационных вод в коллектор дождевой канализации, л/с, в сухую погоду при известном удельном притоке инфильтрационных вод определяется по формуле:

$$Q_{инф} = qF, \quad (9)$$

где q – удельный приток инфильтрационных вод, л/(с*га);

F – площадь стока коллектора, га.

3. Определение расчетной производительности очистных сооружений полной раздельной системы канализации

Производительность очистных сооружений $Q_{оч}$ при очистке дождевых сточных вод определяется по формуле (10) с учетом объема очищаемого стока от расчетного дождя $W_{оч}$, нормативного периода его переработки $T_{оч}$, минимальной продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$,

необходимой для эффективного осветления сточных вод перед последующей глубокой очисткой, продолжительности технологических перерывов в работе очистных сооружений $T_{т.п}$ (например, при выполнении операций промывки фильтров) и запаса производительности для очистки объема загрязненных вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования, входящего в состав очистных сооружений, $W_{т.п}$ (загрязненная вода от промывки фильтров, фильтрат от оборудования по обезвоживанию осадков и т. п.):

$$Q_{оч} = \frac{W_{оч} + W_{т.п}}{3,6(T_{оч} - T_{отст} - T_{т.п})}, \quad (10)$$

где $Q_{оч}$ – расчетный расход поверхностного стока при отведении на очистку (расчетная производительность очистных сооружений поверхностных сточных вод), л/с;

$W_{оч}$ – объем дождевого стока от расчетного дождя, отводимого на очистные сооружения, $м^3$;

$W_{т.п}$ – суммарный объем загрязненных вод, образующихся при обслуживании технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, $м^3$;

$T_{оч}$ – нормативный период переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий и предприятий, ч;

$T_{отст}$ – минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч;

$T_{т.п}$ – суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, ч.

Период переработки объема расчетного дождя $T_{оч}$ (период опорожнения аккумулирующего резервуара) на основании данных о средней продолжительности периодов между стокообразующими осадками, как правило, принимается в пределах трех суток. В отдельных случаях этот период может быть увеличен на основании статистической обработки данных о натурном ряде дождей для данной местности за многолетний период.

Величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$ определяется исходя из величины гидравлической крупности выделяемых в аккумулирующем резервуаре частиц механических примесей и гидравлической глубины резервуара при его максимальном расчетном заполнении.

При использовании аккумулирующего резервуара только для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод величина продолжительности

предварительного отстаивания $T_{отст}$ при расчете по формуле (10) исключается.

Максимальная производительность очистных сооружений $Q_{оч}$ при очистке талых вод определяется по формуле (11) с учетом максимального суточного объема талых вод в середине периода снеготаяния $W_{т.макс.сут}$, периода его переработки $T_{оч}^T$, минимальной продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}$, необходимой для эффективного осветления сточных вод перед последующей глубокой очисткой, продолжительности технологических перерывов в работе очистных сооружений $T_{т.п}$ (например, при промывке фильтров) и запаса производительности для очистки объема загрязненных вод, образующихся при обслуживании технологического оборудования, входящего в состав очистных сооружений, $W_{т.п}$ (загрязненная вода от промывки фильтров, фильтрат от оборудования по обезвоживанию осадков и т. п.):

$$Q_{оч} = \frac{W_{т.макс.сут} + W_{т.п}}{3,6(T_{оч}^T - T_{отст} - T_{т.п})}, \quad (11)$$

где $T_{оч}^T$ – нормативный период переработки суточного объема талого стока, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий и площадок предприятий, ч;

$W_{т.макс.сут}$ – максимальный суточный объем талых вод в середине периода снеготаяния, m^3 .

Величина периода переработки максимального суточного объема талых вод $T_{оч}^T$ принимается не менее 14 ч. В ряде случаев этот период может быть увеличен с учетом имеющегося запаса рабочего объема аккумулирующего резервуара.

При использовании аккумулирующего резервуара только для регулирования расхода отводимых на очистку сточных вод величина продолжительности предварительного отстаивания $T_{отст}^T$ при расчете по формуле (11) исключается.

К проектированию принимается максимальная производительность очистных сооружений $Q_{оч}$, определенная по формулам (10), (11).

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2006 г.

2. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Учебное пособие для вузов. – Л.: Стройиздат, 1990г. - 224с.

3. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб.пособие.- М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. -2000.-352с.:ил. <http://dwg.ru/dnl/7289>

5. Практическое занятие 9 (5 часов). Расчет сооружений седиментации.

Занятие проводится с использованием методов активного обучения - самостоятельная работа с литературой, анализ конкретных ситуаций, сопоставительный анализ традиционных решений (отстойники, нефтеловушки) и передовых флотационных технологий.

План занятий.

1 Расчет отстойников и нефтеловушек

Принимая во внимание, что при проектировании очистных установок, как правило, применяются типовые или экспериментальные конструкции отстойных сооружений с известными геометрическими размерами, за расчетную величину следует принимать производительность одного отстойника q_{set} , при которой обеспечивается заданный эффект очистки. После расчета q_{set} исходя из общего расхода сточных вод определяется количество рабочих единиц отстойников N

$$N = q_w / q_{set} \quad (12)$$

Расчет нефтеловушки может быть выполнен в приведенной ниже последовательности:

Длина нефтеловушки может быть определена по формуле:

$$L_{л} = 3600 u \tau, \quad (13)$$

где u – скорость движения воды в ловушке, м/с;

τ – время пребывания воды в ловушке, ч.

Ширина нефтеловушки:

$$B_{л} = Q' / (h u), \quad (14)$$

где Q' – расход сточной воды, м³/с;

h – глубина ловушки, м.

Число секций $n = B_{л} / b$.

Пример 1: Провести расчет нефтеловушки для очистки сточных вод НПЗ мощностью 12 млн. т нефти в год.

Исходные данные: удельный расход сточных вод $q = 1,0$ м³/т нефти; скорость потока $u = 0,006$ м/с; глубина ловушки $h = 2,1$ м; время пребывания воды $\tau = 2$ ч.

Расчет:

а. Расход сточной воды

$$а. Q' = \frac{12000000 * 1}{365 * 24 * 3600} = 0,38 \text{ м}^3/\text{с}.$$

б. Длина нефтеловушки

$$а. L_{л} = 3600 * 0,006 * 2 = 43,2 \text{ м}.$$

с. Ширина нефтеловушки

а. $V_{л} = 0,38 / (2,1 * 0,006) = 30 \text{ м.}$

Принимаем ширину одной секции $b=5 \text{ м}$, тогда число секций составит $n = 30/5 = 6 \text{ шт.}$

2. Подбор и конструкции флотаторов компании KWI

Метод напорной флотации - один из наиболее универсальных, компактных и непродолжительных по времени способов кондиционирования воды и уплотнения осадка. Он обеспечивает высокую степень очистки от взвешенных веществ разной природы, БПК, ХПК, нефтепродуктов, СПАВ и других нежелательных примесей, высокую концентрацию флотошлама. Метод успешно применяется как в коммунальном хозяйстве, так и в различных отраслях промышленности и во многих случаях является основой создания систем замкнутого водопользования.

Метод напорной флотации основан на насыщении воздухом части осветленной воды при давлении 4-6 атм и ее смешении с очищаемой водой во флотационной установке. Декомпрессия приводит к образованию микропузырьков воздуха (размером 20-50 мкм). Микропузырьки воздуха прилипают к веществам загрязнений, которые всплывают на поверхность, образуя флотошлам. Последний собирается со всей поверхности в центр флотатора спиральным сборником флотошлама конструкции "KWI".

Установки напорной флотации выпускаются компанией "KWI" под марками MaxiDAF (стандартный радиальный флотатор), Minicell (компактный радиальный флотатор) и Megacell (прямоугольный флотатор или в виде колонны). При значительном содержании тяжелых частиц, флотация которых затруднена, последняя дополняется осаждением - установки SediDAF. При необходимости получения более высоких показателей очистки воды может использоваться установка, сочетающая флотацию осадка и фильтрацию очищенной воды - DAFFilter. На всех установках при необходимости достижения более жестких стандартов очистки воды могут использоваться минеральные коагулянты и флокулянты.

Для насыщения осветленной рециркуляционной воды воздухом используются установки АДТ конструкции "KWI".

3. Сопоставительный анализ проектных решений.

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб. пособие.- М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. -2000.-352с.:ил. <http://dwg.ru/dnl/7289>

2. Передовое оборудование. Эффективные технологии. Инновационные решения ООО "КВИ Интернэшнл" - промышленная водоподготовка и водоочистка для предприятий нефтегазохимического комплекса//<http://energoneftegazhim.ru/node/63>

Практическое занятие 10 (5 часов). Сооружения реагентной и биологической очистки дождевого стока.

Занятие проводится с использованием методов активного обучения - самостоятельная работа с литературой, проектирование, анализ конкретных ситуаций

Расчет сооружений реагентной и биологической очистки поверхностного стока. Подбор центрифуги и фильтр-прессов для обезвоживания осадков поверхностного стока. Определение необходимой производительности станции по обезвоживанию осадков.

План занятия.

1. Проектирование регенеративной очистки

Для перевода ионов в состояние труднорастворимых примесей сточные воды обрабатываются различными реагентами, и создаются условия для прохождения необходимых химических реакций. К реагентам относятся некоторые щелочи (едкий кальций и натрий, кальцинированная сода, сульфид натрия). В результате образуются гидроксиды, сульфиды или карбонаты.

В табл. 6 приводятся значения произведений растворимости (ПР) некоторых из образующихся примесей.

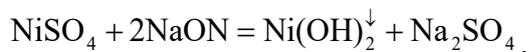
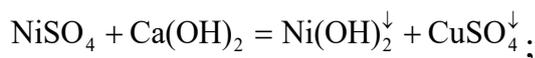
Таблица 6 - Произведение растворимости некоторых веществ (ПР)

Вещества	ПР	Вещества	ПР
NiCO ₃	$1,3 \cdot 10^{-7}$	Cr(OH) ₃	$6,7 \cdot 10^{-31}$
Ni(OH) ₂	$1,6 \cdot 10^{-14}$	Cu(OH) ₂	$6 \cdot 10^{-20}$
ZnS	$1,2 \cdot 10^{-23}$	CuS	$3,2 \cdot 10^{-38}$
Zn(OH) ₂	$1,3 \cdot 10^{-17}$	Fe(OH) ₂	$1,7 \cdot 10^{-15}$
Cd(OH) ₂	$2,3 \cdot 10^{-14}$	Fe(OH) ₃	$3,8 \cdot 10^{-38}$
CdS	$1,2 \cdot 10^{-28}$	FeCO ₃	$2,1 \cdot 10^{-11}$
Co(OH) ₂	$1,6 \cdot 10^{-18}$	FeS	$3,7 \cdot 10^{-19}$

Наименьшей растворимостью, как следует из таблицы, обладают сульфиды и гидроксиды металлов, растворимость карбонатов оказывается на несколько порядков (по значениям ПР) больше. Поэтому, в качестве реагентов чаще всего применяют едкий кальций, реже – едкий натр или сульфид натрия.

Преимущество применения едкого кальция сравнительно с едким натром при удалении серноокислых солей в том, что первый, помимо гидроксида металла образует малорастворимый и выпадающий в осадок гипс, в то время как после подщелачивания воды едким натром образуется растворимая натриевая соль, и повышается солевой состав воды. Например, при удалении

из воды цинка, реакции между сернокислым цинком и щелочами происходит по схеме:



Степень растворения тяжелых металлов, обладающих свойствами амфотерности, зависит от pH воды, и соответствующие графики имеют четко выраженный минимум, как это видно из рис. 1. Можно заметить, что в присутствии нескольких видов тяжелых металлов реагентная обработка приводит к образованию, а затем к осаждению их осадков. Последнее обстоятельство затрудняет утилизацию осадков того или иного металла и устраняется при соответствующем режиме обработки.

Технология очистки сточной воды от шестивалентного хрома имеет специфику. Он находится в сточной воде только в виде анионов хроматов и бихроматов. Очистка включает два этапа: восстановление хрома до трехвалентного катиона, который затем удаляется при реагентной обработке совместно с катионами других металлов. В качестве восстановителей шестивалентного хрома используют сульфит и другие соли натрия, но чаще всего железо, которое генерирует нужные для восстановления электроны, окисляясь от металлического с нулевой валентностью до двухвалентного или при окислении двухвалентного до трехвалентного.

Процесс образования гидроксидов проводится при строгом контроле pH, так как от этого показателя зависит качество основного этапа регенеративной очистки.

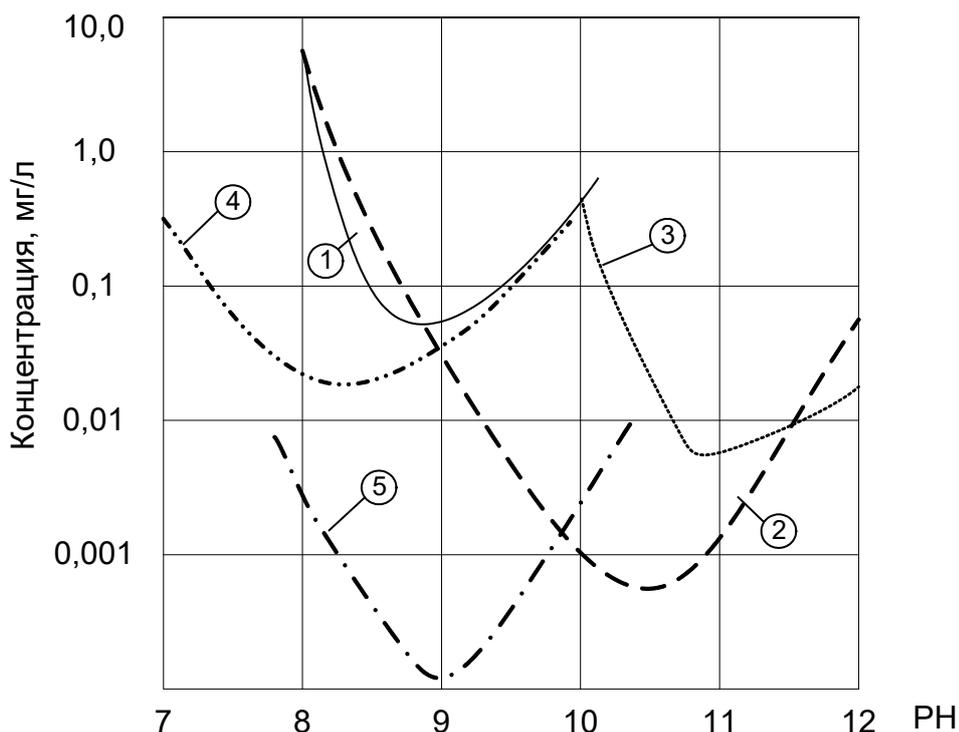


Рисунок 1 - растворимость гидроксидов некоторых тяжелых металлов в зависимости от pH воды: 1 – Zn^{2+} ; 2 – Ni^{2+} ; 3 – Cd^{2+} ; 4 – Cr^{3+} ; 5 – Cu^{2+}

Таблица 7 - Условия растворения гидроксидов

Гидроксид	рН		
	Полное осаднение	Начало растворения	Полное растворение
Fe(OH) ₃	4,1	14,0	–
Cr(OH) ₃	6,8	12,0	1,5
Zn(OH) ₂	8,0	10,5	12–13
Fe(OH) ₂	9,7	13,5	–
Co(OH) ₂	9,2	14,1	–
Ni(OH) ₂	9,5	–	–
Cd(OH) ₂	12,4	–	–

Примечание: при полном осаждении остаточное содержание гидроксидов не превышало 10^{-5} моль/л.

2. Определение доз реагентов

Дозы реагентов могут быть определены стехиометрическими расчетами (стехио-основное). Стехиометрические дозы указывают на теоретически необходимую затрату реагента для прохождения той или иной химической реакции, но не учитывают реальные условия, в которых она происходит.

В расчетах учитывается объемная или эквивалентная концентрация ингредиентов, соответственно в мг/л и мг-экв/л. Связь между этими концентрациями выражается зависимостью: $C = \mathcal{E} \cdot C_{\mathcal{E}}$, где C – объемная концентрация, $C_{\mathcal{E}}$ – эквивалентная концентрация, \mathcal{E} – эквивалентный вес ингредиента в мг-экв.

Эквивалентный вес $\mathcal{E} = M$, где M – молекулярный или атомный вес вещества (элемента). Для сильных кислот или оснований молекулярный вес должен делиться на количество катионов водорода, либо гидроксильных групп данного вещества, а при определении эквивалентных весов ионов – на количество электронов, участвующих в данных окислительно-восстановительных реакциях (табл. 8).

Таблица 8 - Значения эквивалентных весов некоторых веществ и ионов

Вещества (ионы)	H ₂ SO ₄	HCl	Ca(OH) ₂	NaOH
Э – экв	49	36	37	40
Вещества (ионы)	NH ⁴⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺
Э – экв	18	31,8	32,7	27,9
Вещества (ионы)	Fe ³⁺	Cr ³⁺	SO ₄ ²⁻	Cr ⁻
Э – экв	18,6	17	48	35,5

Для сильных кислот и щелочей рН воды и эквивалентная концентрация связаны зависимостями:

– для кислоты: $\text{pH} = 2 - \text{pH} = -\lg C_k$, где C_k – эквивалентная концентрация кислоты;

– для щелочи $\text{pH} = 14 + \text{pH} = 14 + \lg C_{\text{щ}}$, где $C_{\text{щ}}$ – эквивалентная концентрация щелочи.

Рассмотрим несколько примеров стехиометрических расчетов.

3. Примеры расчетов

Пример 1

Определить объемную концентрацию в воде серной кислоты, если $\text{pH}=1,0$ и едкого натра, если $\text{pH}=10$.

Решение

Для $H_2SO_4 (M = 98; \text{Э} = \frac{M}{2} = 49)$:

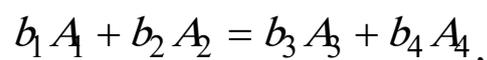
$$1 = -\lg C_k = 0,1 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}; C = 0,1 \cdot 49 = 4,9 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

Для $NaOH (M = 40; \text{Э} = 40 \frac{\text{г}}{\text{экв}})$: $10 = 14 + \lg C_{\text{щ}}; C_{\text{щ}} = 0,01 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}};$
 $C = 0,01 \cdot 40 = 0,4 \frac{\text{г}}{\text{л}};$

$$10 = 14 + \lg C_{\text{щ}}; C_{\text{щ}} = 0,01 \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}; C = 0,01 \cdot 40 = 0,4 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

Рекомендуемая методика расчета

Пусть некоторая химическая реакция записана в виде:



где $A_1; A_2; A_3; A_4$ – обозначение веществ, молекулярные веса которых, соответственно $M_1; M_2; M_3; M_4$; $b_1; b_2; b_3; b_4$ – значения численных коэффициентов.

Если известно, что объемная концентрация вещества A_1 равна a_1 мг/л, то для вещества A_2 она будет равна:

$$a_2 = a_1 \frac{b_1 M_1}{b_2 M_2}$$

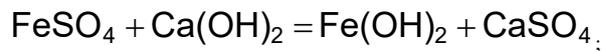
суммарные концентрации примесей в левой и правой части уравнения одинаковы, т. е. $a_1 + a_2 = a_3 + a_4$. Тогда концентрация a_3 будет равна:

$$a_3 = (a_1 + a_2) \frac{b_4 M_4}{b_3 M_3 + b_4 M_4};$$

$$a_4 = a_1 + a_2 - a_3.$$

Пример 2

Определить дозу 100% едкого кальция в расчете на 1 г/м³ Fe²⁺ в реакции:



отсюда

$$b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = 1.$$

1. Объемная концентрация сернокислого железа составит:

$$1 \cdot \frac{155,88}{55,84} = 2,7 \text{ г/м}^3,$$

где 1 г/л – содержание Fe²⁺; M₁ = 155,88 – молекулярный вес сернокислого железа; 55,84 – молекулярный вес железа;

2. Доза едкого кальция a₂:

$$a_2 = 2,7 \frac{1 \cdot 155,88}{74,07} = 5,5 \text{ г/м}^3,$$

где M₂ = 74,07.

Пример 3

Для условий примера 3 определить объемные концентрации гидроокиси железа и гипса, образовавшихся в результате реакции:

$$M_3 = 89,86; M_4 = 136,16; b_3 = b_4 = 1,0.$$

1. $a_1 + a_2 = 2,7 + 5,5 = 8,2 \text{ г/л}^3.$

2. $a_4 = 8,2 \frac{136,16}{136,16 + 89,86} = 4,9 \text{ г/л}^3.$

3. $a_3 = 8,2 - 4,9 = 3,3 \text{ г/л}^3.$

Выводы: в расчете на 1 г/м³ железа доза Ca(OH)₂ составляет 5,5 г/л³, образуется 4,9 г/л гипса и 3,3 г/л гидроокиси железа.

При других концентрациях железа эти значения пропорционально изменяются.

Пример 4

Для условий примера 4 определить затраты 100% извести CaO (M = 56,07) в расчете на 1 г железа:

Согласно п. 2 примера 4:

1. Определим затраты кальция, M = 40,07

$$5,5 \frac{40,07}{74,07} = 2,98 \text{ г/г.}$$

2. Определить затраты извести:

$$2,98 \frac{56,07}{40,07} = 4,16 \text{ г/г.}$$

Рекомендуемые для проектирования дозы реагентов увеличиваются по сравнению со стехиометрическими по следующим соображениям:

- на 5–10% для повышения скорости и результативности химических реакций;
- для учета затрат реагентов, взаимодействующих с водными примесями (кроме загрязнений), присутствующими в воде;
- для компенсации снижения активности частиц загрязнений, вызываемой отличающихся от оптимальных условий (температуры, режим перемешивания и др.).

Рекомендации по увеличению доз реагентов, приводимые в литературе, обычно основаны на конкретном опыте эксплуатации и существенно различаются. Выбор доз должен проводиться с осторожностью. Завышение доз, помимо неэкономичности, может вызвать дополнительное загрязнение воды, а иногда – ухудшить очистку. Так, например, из графика на рис. 2 видно, что повышение дозы реагента (едкого натра) сверх оптимального значения, приводит к понижению эффекта очистки воды от цинка и к увеличению его концентрации в воде в виде ионов.

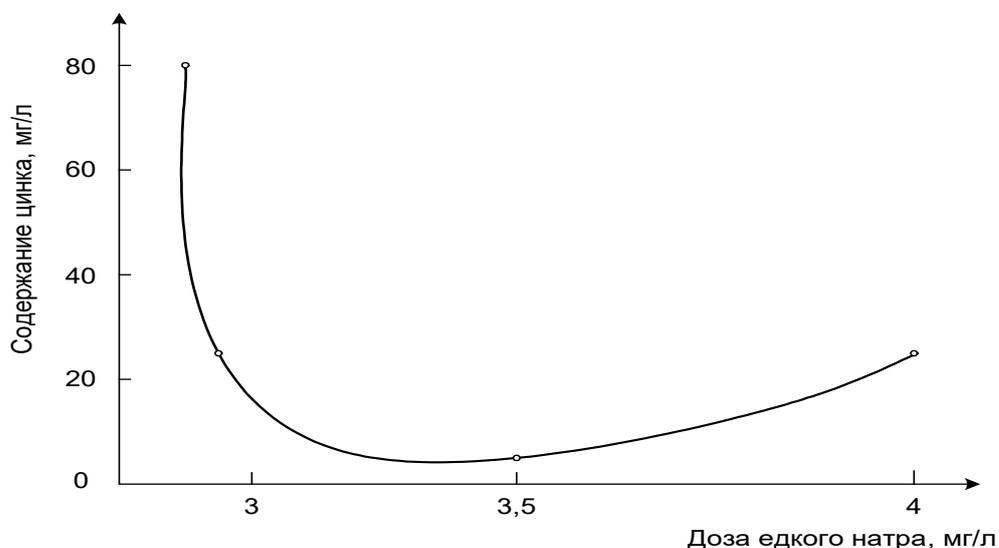


Рисунок 2 - Остаточное содержание цинка в воде после обработки едким натром (эксперимент)

Таким образом, стехиометрические дозы следует рассматривать как «базовые», ориентируясь на которые назначаются расчетные дозы.

4. Назначение состава сооружений блока реагентной очистки

В блок реагентной очистки входят: усреднитель, смеситель, камера реакции, сооружение для осветления воды. Образующиеся осадки обезвоживаются и вывозятся. В состав сооружений входит реагентное хозяйство.

В тех случаях, когда степень очистки от металлов оказывается недостаточной, либо вода нуждается в дополнительном осветлении, ее

направляют на доочистку. Обычно камера реакции дополнительно выполняет функции камеры хлопьеобразования.

Осветление воды проводится чаще всего в отстойниках, но могут применяться флотаторы и процеживатели.

5.Изучение основных процессов биологической очистки.

Биологическую очистку (или доочистку) целесообразно применять для удаления из поверхностного стока растворенных органических соединений, суммарно характеризующихся показателями ХПК и БПК, а также для снижения содержания СПАВ и других специфических загрязняющих компонентов техногенного происхождения (фенолов, формальдегида, этиленгликоля и т. д.), соединений азота (аммонийного, нитратного) и фосфора.

В технологической схеме очистных сооружений поверхностного стока стадия биологической очистки применяется после механической обработки. Содержание взвешенных веществ при этом не должно превышать 25–50 мг/дм³, нефтепродуктов 5 мг/дм³, других специфических загрязнений – в концентрациях, не превышающих максимально допустимые для биологической очистки.

В зависимости от вида и концентрации загрязняющих компонентов биологическая очистка (или доочистка) поверхностных сточных вод может осуществляться в естественных условиях на почвенных фильтрах, в биологических прудах, на биологических плато, гидрботанических площадках, а также в специальных сооружениях с микрофлорой, закрепленной на различных подвижных или стационарных носителях (активных или инертных).

Применение грузочных материалов на стадии биологической очистки поверхностных сточных вод рекомендуется для повышения производительности очистных сооружений при обработке слабokonцентрированных дождевых вод при БПКполн ниже 50 мг/дм³ и наличии в воде трудноокисляемых органических соединений, характеризующихся низким приростом активного ила.

В случае присутствия в поверхностных сточных водах трудноокисляемых органических загрязнений (СПАВ, нефтепродукты и др.) в качестве грузочного материала рекомендуется использовать активированный уголь (гранулированный фракцией 1–3 мм или порошкообразный). Сочетание биологических и сорбционных процессов в одном сооружении обеспечивает качество очищенных сточных вод, удовлетворяющее требованиям на сброс в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Объединение указанных процессов при их синергическом взаимодействии позволяет максимально использовать достоинства каждого.

Совмещение биологических и сорбционных процессов с применением дробленых цеолитов (фракцией 1–3 мм) позволяет интенсифицировать

процесс нитрификации и обеспечить глубокое удаление аммонийного азота из поверхностного стока до требований на сброс в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Применение активированного угля и цеолитов на стадии биологической очистки или доочистки не требует их замены за счет непрерывной биологической регенерации сорбента. При этом процессы нитрификации и окисления органических загрязнений в сооружениях с прикрепленным биоценозом протекают достаточно эффективно и при низких температурах (до 3–5 °С).

Проектирование и расчет сооружений биологической очистки (или доочистки) поверхностного стока надлежит выполнять в соответствии с рекомендациями организаций-разработчиков.

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно.

1. Технология и оборудование «Вестфалия Сепаратор» для обезвоживания осадков сточных вод, озерных илов и сапропеля
http://i_oborudovanie_Vestfalija_Separator.doc&fmode=envelope&lr=75&mime=doc&l10n=ru&sign=3f1fb23ef598ac8f67652bf5ea4d9b14&keyno=0

2. НПП МЕДИАНА – ЭКО Современные технологии очистки промышленных сточных вод и рекуперации отходов. Механическое обезвоживание осадков на ленточных и рамных фильтр-прессах. Конструктивная схема пресс-фильтров// <http://ekologobr.ru/otvety-k-ekzamenup-toxniko-zashhity-okruzhayushhej-sredy/205-mehanicheskoe-obezvozhivanie-osadkov-na-lentochnyh.html>

Практическое занятие 11 (9 часов). Подбор оборудования контейнерного типа.

Занятие проводится с использованием интерактивных методов обучения - визуализация, анализ конкретных ситуаций, обсуждение с целью выделения преимуществ и недостатков конструкций различных компаний. Во время практических занятий демонстрируются прайс-листы и чертежи локальных очистных сооружений.

Расчет и подбор оборудования компаний «Эколайн», «FLOTENK», «Биоток» и «Векса» для очистки поверхностного стока. Разработка вариантов компоновки очистной станции

Предварительно магистранты должны изучить самостоятельно

1. Группа компаний «ЭКОЛАЙН»// www.ecso.ru

2. Flotenk Завод композиционных изделий // <http://www.flotenk.ru/company/>

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта

Тема курсового проекта: «Проектирование системы сбора, отведения и очистки поверхностного стока»

Цель курсового проекта – освоить современные методы расчета для проектирования систем отвода и очистки поверхностного стока.

Задачи курсового проекта:

- трассировка и расчет сетей дождевой канализации
- определение расчетных концентраций поверхностного стока
- определение годовых расходов поверхностных сточных вод, для расчета размеров экологических платежей;
- расчетных расходов, отправляемых на очистку,
- подбор локальных очистных сооружений.

1 Определение расчётных концентраций и расходов поверхностных сточных вод

1.1 Методические рекомендации по построению графика функции распределения вероятности суточных слоев дождя

Для ряда промышленных площадок является не допустимым затопление территории. В этом случае необходимо рассчитывать расходы дождевых вод и пропускную способность отводящих систем с достаточно высокой точностью.

Традиционно для расчетов используется понятие «период однократного превышения расчетной интенсивности», который назначается соответствии со СНИП 2.04.03-85 и является дискретной величиной с большими временными промежутками.

Сделать более точные определения вероятности любого слоя осадков, необходимого для тех или иных расчетов позволяет функция распределения, пример построения которой представлена ниже.

Исходными показателями для построения графика ФРВ являются:

данные многолетних наблюдениях метеостанций за атмосферными осадками в конкретной местности (не менее чем за 10-15 лет);

данные наблюдений на ближайших репрезентативных метеостанциях;

обработанные статистические данные таблица 8 «Справочника по климату СССР» [2].

Метеорологическую станцию можно считать репрезентативной относительно рассматриваемой площади стока, если выполняются следующие условия:

расстояние от станции до площади водосбора объекта менее 100 км;

разница высотных отметок площади водосбора над уровнем моря и метеостанции не превышает 50 м.

В таблице 1 представлены данные по слою осадков в одном из районов Приморского края, Данные взяты из таблицы 8 Справочника по климату СССР [2].

Требуется определить суточные слои жидких атмосферных осадков h_a на территории промышленного предприятия с периодами однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P_1 = 0,05$, $P_2 = 0,1$ и $P_3 = 0,075$ года

Для Юга Приморского края положительные среднемесячные температуры воздуха наблюдаются в период с апреля по октябрь. Из данных таблицы 1 следует, что за указанный период в среднем выпадает 72,7 дождя со слоем осадка $\geq 0,1$ мм.

Таблица 1- Слой осадков, мм, район Приморского края

Месяц	Осадки, мм						
	$\geq 0,1$	$\geq 0,5$	≥ 1	≥ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 30
I	3,9	2,7	2,2	0,5	0,2	0,1	0,02
II	3,5	2,4	1,8	0,5	0,2	0,02	0,02
III	5,7	4,5	3,6	1,3	0,6	0,2	0,02
IV	6,9	5,6	4,9	2,3	1,2	0,4	0,1
V	10,5	8,3	6,9	3,1	1,9	0,8	0,3
VI	13,6	9,9	7,9	3,9	2,2	1	0,5
VII	14,4	10,8	8,6	4,4	2,9	1,5	0,8
VIII	11,8	9,3	7,7	4,5	3,1	1,9	1,2
IX	8,7	7,2	6,4	4	2,8	1,6	0,9
X	6,8	5,8	4,9	2,6	1,6	0,8	0,3
XI	6,5	5,2	4,4	2,2	1,2	0,4	0,2
XII	5,6	4,2	3,4	1,4	0,5	0,1	0,04
ГОД	98	76	63	31	18	9	4

В таблице 2 представлены распределение среднего количества дождей с различными слоями осадков (графы 1 и 2) за период апрель-октябрь и пример определения координат точек функции распределения вероятности (ФРВ) величины суточного слоя дождя B (графы 3-6). Величина B означает вероятность того, что суточный слой осадков будет меньше (не превысит) заданного расчетного значения h_a .

График функции распределения вероятности (ФРВ) показан на рисунке 1. Для его построения использовались данные граф 5 и 6 таблицы 2.

Таблица 2- Определение вероятности не превышения суточного слоя осадков

Суточный слой осадков H_{ni} мм	Число дней n_i с суточным слоем осадков $H \geq H_{ni}$	Число дней $N_i = n_{i+1} - n_i$ с суточным слоем осадков $H_{ni} \leq H \leq H_{ni+1}$	Число дней $\rho_i = \frac{N_i}{n_{i=1}} 100, \%$, с суточным слоем осадков $H_{ni} \leq H \leq H_{ni+1}$	Средний суточный слой осадков $H_{срi} = (H_i + H_{i+1})/2$, мм	Вероятность не превышения $B_i = \sum_{i=1}^n \rho_i$ суточного слоя осадков
-----------------------------------	---	---	--	--	--

1	2	3	4	5	6
$\geq 0,1$	72,				расчетной величины $h_a < H_{срi}, \%$
$\geq 0,5$	56,2	15,8	21,73	0,3	21,73
≥ 1	47,3	8,9	12,24	0,75	33,97
≥ 5	24,8	22,5	30,95	3	64,92
≥ 10	15,7	9,1	12,52	7,5	77,44
≥ 20	8,0	7,7	10,59	15	88,03
≥ 30	4,1	3,9	5,36	25	93,39

График функции распределения вероятности (ФРВ) показан на рисунке 1. Для его построения использовались данные граф 5 и 6 таблицы 2.

Вероятность суточного слоя жидких осадков $B, \%$, связана с периодом однократного превышения расчетной интенсивности дождя $P, \text{годы}$, зависимостью:

$$B = \left(1 - \frac{1}{P n_{i=1}} \right) \cdot 100. \quad (1)$$

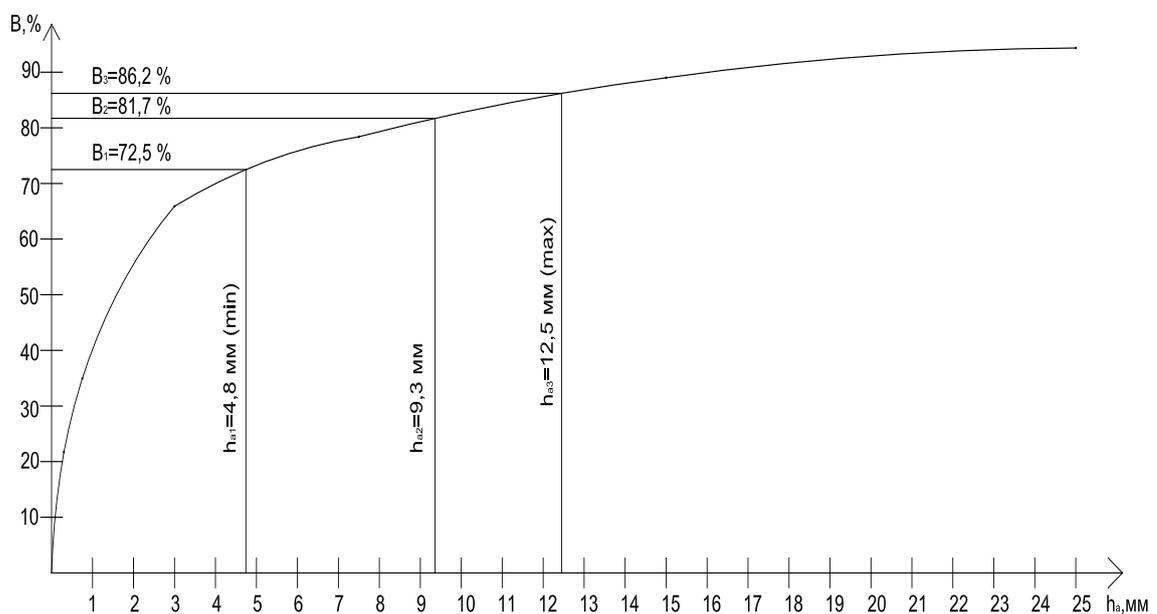


Рисунок 1. График функции распределения вероятности суточного слоя осадков

Для $P_1=0,05$ года вероятность суточного слоя жидких осадков B_1 составит:

$$B_1 = \left(1 - \frac{1}{0,05 \cdot 72,7}\right) \cdot 100 = 72,5\%.$$

Для $P_2=0,075$ года вероятность суточного слоя жидких осадков B_2 составит:

$$B_2 = \left(1 - \frac{1}{0,075 \cdot 72,7}\right) \cdot 100 = 81,7\%.$$

Для $P_3=0,1$ года вероятность суточного слоя жидких осадков B_3 составит:

$$B_3 = \left(1 - \frac{1}{0,1 \cdot 72,7}\right) \cdot 100 = 86,2\%.$$

Далее по графику ФРВ определяют величину суточных слоев жидких атмосферных осадков h_a с периодом однократного превышения $P_1=0,05$ года (вероятность суточного слоя жидких осадков $B_1=72,5\%$), равную $H_1=4,8$ мм; затем величину суточного слоя жидких осадков h_a с периодом однократного превышения $P_3=0,1$ года (вероятность суточного слоя жидких осадков $B_3=86,2\%$), равную $H_3=12,5$ мм и величину суточного слоя жидких осадков h_a с периодом однократного превышения $P_2=0,075$ года (вероятность суточного слоя жидких осадков $B_2=81,7\%$), равную $H_2=9,3$ мм.

1.2 Определение расчетных концентраций загрязняющих веществ при отведении поверхностного стока на очистку

Концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке селитебных территорий и промышленных площадок, отводимом по коллекторной сети на очистные сооружения или в водные объекты, рекомендуется принимать по данным натурных исследований. При этом определение средних значений показателей выполняют путем статистической обработки данных химического анализа, исходя из предположения нормального (или логарифмически нормального) распределения случайных изменений качественного состава воды.

При отсутствии результатов анализа концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке, отводимом на очистку, допускается принимать по аналогам (селитебные территории должны располагаться в близких природно-климатических районах, а предприятия, помимо этого, должны иметь схожую технологию производства) или определять расчетом как средневзвешенную величину по формуле:

$$C_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}, \quad (2)$$

где C_i , - концентрация загрязняющих веществ (или показателей качества) в поверхностных сточных водах, отводимых с различных площадей стока, мг/дм³ (принимаются по рекомендациям [3,6]);

$\sum_{i=1}^n F_i$ - общая площадь стока, га;

Пробы воды для определения качественного состава поверхностных сточных вод должны отбираться в точках, расположенных:

при наличии регулирующих и аккумулирующих емкостей (накопителей) - на входе в аккумулирующие резервуары (накопители);

при наличии локальных очистных сооружений - непосредственно на входе на очистные сооружения;

при отсутствии регулирующих резервуаров и очистных сооружений - на выпуске поверхностных сточных вод в водный объект.

За расчетную концентрацию загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах, отводимых на очистные сооружения после регулирования стока, рекомендуется принимать среднюю величину по имеющемуся ряду наблюдений (выборке из генеральной совокупности) с оценкой доверительного интервала по критерию Стьюдента. Использование доверительного интервала гарантирует, что истинное значение искомой средней величины концентрации лежит в пределах данного интервала. Указанная методика используется в математической статистике для оценки среднего параметра при неизвестной дисперсии и позволяет избежать ошибок в случае коротких рядов наблюдений.

Расчетная концентрация загрязняющего вещества (или показателя качества) для дождевого и талого стока определяется по формуле:

$$C_p = C_{cp} \pm \frac{s^2 t_{0,9}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

где C_p - расчетная концентрация загрязняющего вещества в поверхностном стоке при отведении на очистку, мг/дм³;

C_{cp} - среднеарифметическое значение концентрации по используемому ряду наблюдений, мг/дм³;

s^2 - среднеквадратичное отклонение, определяемое по формуле:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{cp})^2}{n}; \quad (4)$$

$t_{0,9}$ - статистический параметр Стьюдента, зависящий от величины выборки, для 90-процентного уровня доверия (определяется по таблице 3);

n - количество членов выборки (измерений).

Для получения более точных результатов при определении расчетных концентраций загрязняющих веществ в поверхностном стоке количество членов выборки используемого ряда наблюдений (количество измерений) по

каждому контролируемому показателю должно быть не менее 10.

Таблица 3 – Статистический параметр Стьюдента

Количество измерений	$t_{0,9}$
4	2,4
5	2,1
6	2
7-9	1,9
10-16	1,8
17-150	1,7
> 150	1,6

Допустимые сбросы загрязняющих веществ в водные объекты с поверхностными сточными водами устанавливаются для каждого выпуска, исходя из условия недопустимости превышения ПДК вредных веществ в контрольном створе или на участке водного объекта с учетом его целевого использования. Расчет выполняется по методике, приведенной в документе [4].

1.3 Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на селитебных территориях и площадках предприятий в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, определяется по формуле:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (5)$$

где $W_{\text{д}}$, $W_{\text{т}}$ и $W_{\text{м}}$ - среднегодовой объем дождевых, талых и поливомоечных вод, м³.

Среднегодовой объем дождевых ($W_{\text{д}}$) и талых ($W_{\text{т}}$) вод, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, определяется по формулам:

$$W_{\text{д}} = 10 h_{\text{д}} \Psi_{\text{д}} F \quad (6)$$

$$W_{\text{т}} = 10 h_{\text{т}} \Psi_{\text{т}} F \quad (7)$$

где F - общая площадь стока, га;

$h_{\text{д}}$ - слой осадков, мм, за теплый период года, определяется по табл. 2 СНиП 23-01-99 [5];

$h_{\text{т}}$ - слой осадков, мм, за холодный период года (определяет общее годовое количество талых вод) или запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния, определяется по табл. 1 СНиП 23-01-99 [5];

$\Psi_{\text{д}}$ и $\Psi_{\text{т}}$ - общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно.

При определении среднегодового количества дождевых вод $W_{\text{д}}$, стекающих с селитебных территорий, общий коэффициент стока $\Psi_{\text{д}}$ для общей площади стока F рассчитывается как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с разным видом поверхности, согласно таблице 4.

При определении среднегодового объема дождевых вод $W_{\text{д}}$, стекающих с

территорий промышленных предприятий и производств, значение общего коэффициента стока Ψ_d находится как средневзвешенная величина для всей площади стока с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей, которые следует принимать:

для водонепроницаемых покрытий 0,6-0,8;

для грунтовых поверхностей - 0,2;

для газонов - 0,1.

Таблица 4- Зависимость коэффициента стока от вида поверхности

Вид поверхности или площади стока	Общий коэффициент стока Ψ_d
Кровли и асфальтобетонные покрытия	0,6-0,8
Бульжные или щебеночные мостовые	0,4-0,6
Кварталы города без дорожных покрытий, небольшие скверы, бульвары	0,2-0,3
Газоны	0,1
Кварталы с современной застройкой	0,4-0,5
Средние города	0,4-0,5
Небольшие города и поселки	0,3-0,4

При определении среднегодового объема талых вод общий коэффициент стока Ψ_t с селитебных территорий и площадок предприятий с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей можно принимать в пределах 0,5-0,7.

Общий годовой объем поливомоечных вод (W_m), м³, стекающих с площади стока, определяется по формуле:

$$W_m = 10 m k F_m \Psi_m, \quad (8)$$

где m - удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (как правило, принимается 1,2-1,5 л/м² на одну мойку);

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

F_m - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га;

Ψ_m - коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается равным 0,5).

1.4 Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку

Объем дождевого стока от расчетного дождя $W_{оч}$, м³, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий и площадок предприятий, определяется по формуле:

$$W_{оч} = 10 h_a F \Psi_{mid}, \quad (9)$$

где h_a - максимальный слой осадков за дождь, мм, сток от которого подвергается очистке в полном объеме;

Ψ_{mid} - средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как

средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i , для разного вида поверхностей [3,6].

F - общая площадь стока, га.

Для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы величина h_a принимается равной суточному слою осадков от малоинтенсивных часто повторяющихся дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности $P - 0,05-0,1$ года, что для большинства населенных пунктов РФ обеспечивает прием на очистку не менее 70 %

При отсутствии данных многолетних наблюдений величину h_a для селитебных территорий и промышленных предприятий первой группы допускается принимать в пределах 5-10 мм как обеспечивающую прием на очистку не менее 70 % годового объема поверхностного стока для большинства территорий РФ.

Для промышленных предприятий второй группы величина h_a принимается равной суточному слою атмосферных осадков H_p от дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности P , принятому при гидравлическом расчете дождевой сети конкретного объекта, но не менее $P = 1$ год.

Максимальный суточный объем талых вод $W_{т.сут}$, м³, в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения с селитебных территорий и промышленных предприятий, определяется по формуле:

$$W_{т.сут} = 10 \Psi_t K_y F h_c, \quad (10)$$

где Ψ_t - общий коэффициент стока талых вод (принимается 0,5-0,7);

F - площадь стока, га;

K_y - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле:

$$K_y = 1 - F_y/F, \quad (11)$$

F_y - площадь, очищаемая от снега (включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками);

h_c - слой талых вод за 10 дневных часов, мм, принимается в зависимости от расположения объекта. Границы климатических районов определяются по карте районирования снегового стока, приведенной в [3,6].

Для сокращения объема талых вод, отводимых на очистку, а также снижения производительности очистных сооружений на территории населенных пунктов в зимний период необходимо предусматривать организацию уборки и вывоза снега с депонированием на «сухих» снегосвалках, либо его сброс в снегоплавильные камеры с последующим отводом талых вод в канализационную сеть.

1.5 Определение расчетных расходов поверхностного стока при отведении на очистку и в водные объекты

Расчетный расход поверхностных вод $Q_{ст}$, м³/с, необходимый для определения кратности разбавления N при выпуске в водный объект, принимается равным максимальному зарегулированному расходу сточных вод после очистных сооружений $Q_{ст} = Q_{оч}$, а при отсутствии регулирования определяется по формуле

$$Q_{ст} = 2.8 \cdot 10^{-3} h_{см} \cdot F \cdot \varphi_{mid} / (T_d + t_r) \quad (12)$$

где $h_{см}$ - среднесуточный максимум атмосферных осадков, мм, за теплый период года, принимается на основании анализа длительных рядов наблюдения за осадками на ближайших метеостанциях или равным суточному слою атмосферных осадков от дождей с периодом однократного превышения расчетной интенсивности P , принятом при гидравлическом расчете дождевой сети конкретного объекта, но не менее $P = 1$ год;

φ_{mid} - коэффициент стока для расчетного дождя, определяются как средневзвешенная величина в зависимости от значений для различных видов поверхности стока;

T_d - средняя продолжительность дождя в данной местности, ч;

t_r - время добегания поверхностного стока от крайней точки площади стока до места выпуска в водный объект.

Расход инфильтрационных и дренажных вод, отводимых по сети дождевой канализации, влияющих на качественную и количественную характеристику поверхностного стока, следует определять на основании специальных исследований, а также путем измерений поступления воды в коллекторную сеть в сухую погоду.

При выполнении расчетов следует руководствоваться положениями СП 104.13330.

Расчетный расход притока инфильтрационных вод в коллектор дождевой канализации, л/с, в сухую погоду при известном удельном притоке инфильтрационных вод определять по формуле

$$Q_{инф} = qF \quad (13)$$

где q – удельный расход инфильтрационных вод л/с·га;

F – площадь стока коллектора, га.

2 Подбор локальных очистных сооружений

2.1 Общие положения

Поверхностные сточные воды с территорий промышленных зон, строительных площадок, складских хозяйств, автохозяйств, а также особо загрязненных участков, расположенных на селитебных территориях городов и населенных пунктов (бензозаправочные станции, автостоянки, автобусные станции, торговые центры), перед сбросом в дождевую канализацию или централизованную систему коммунальной канализации должны подвергаться

очистке на локальных очистных сооружениях.

Производительность локальных очистных сооружений подбираются по расчетному расходу, направляемому на очистные сооружения. Для того чтобы снизить производительность очистных сооружений целесообразно перед ними ставить регулируемую емкость. Часто объем регулирующей емкости делают равным объему расчетного дождя. Тогда, например, может сложиться такая ситуация. Расчетный дождь идет 20 минут, а очистные сооружения очищают накопленные сточные воды за три часа.

2.2 Очистка поверхностного стока

Схема очистных сооружений поверхностных сточных вод должна разрабатываться с учетом его качественной и количественной характеристик, фазово-дисперсного состояния примесей, требуемой степени очистки и принятой схемы его сбора и регулирования.

Поверхностные сточные воды содержат загрязняющие компоненты природного и техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии, поэтому для обеспечения требуемого эффекта очистки необходимо применять многоступенчатые схемы очистки, включающие различные методы их выделения и (или) деструкции.

В большинстве случаев при отведении поверхностного стока в водный объект или при повторном его использовании в системе производственного водоснабжения диктующим (приоритетным) показателем при выборе технологической схемы очистки является содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов, иммобилизованных на грубодисперсных примесях или присутствующих в свободном состоянии (в виде пленки), в эмульгированном или растворенном виде. Учитывая, что основное количество нефтепродуктов сорбируется на взвесах (до 90 %), на первой стадии очистки поверхностного стока для удаления основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов целесообразно применять безреагентное отстаивание.

В качестве сооружений механической очистки могут использоваться различные типы отстойных сооружений: горизонтальные и радиальные отстойники, нефтеловушки, пруды, аккумулирующие емкости и накопители. Эффект снижения концентрации взвешенных веществ и нефтепродуктов при отстаивании поверхностного стока в течение 1-2 суток может составлять 80-90 %, растворенных органических веществ по БПК₂₀ - 60-80 %, по ХПК - 80-90 %. Из-за значительного содержания в поверхностном стоке мелкодисперсных примесей гидравлической крупностью менее 0,2 мм/с остаточная концентрация взвешенных веществ в отстоянной воде может составлять 50-200 мг/дм³, нефтепродуктов - 0,5-10 мг/дм³ с сельских территорий и до 50 мг/дм³ с площадок предприятий. При этом остаточное содержание растворенных органических соединений в пересчете на ХПК и

БПК₂₀ может составлять 50-100 и 20-30 мг/дм³ соответственно.

Для более глубокой очистки и интенсификации процессов осветления поверхностного стока рекомендуется применять реагентную обработку коагулянтами и (или) флокулянтами с последующим фильтрованием через различные фильтрующие загрузки из природных или синтетических материалов. При соответствующем обосновании (наличие в воде значительных количеств нефтепродуктов, минеральной взвеси плотностью менее плотности воды, ПАВ и др.) целесообразно перед фильтрованием применять флотацию. Для снижения содержания растворенных органических примесей, суммарно оцениваемых показателями ХПК и БПК, поверхностные стоки с селитебных территорий и предприятий первой группы после механической очистки отстаиванием могут подвергаться биологической очистке совместно с городскими (коммунальными) или производственными сточными водами, а также на самостоятельных локальных сооружениях биологической очистки с иммобилизованной микрофлорой на различных подвижных или стационарных носителях (инертных или активных) в зависимости от вида и концентрации загрязнений.

Доочистка поверхностного стока от растворенных форм нефтепродуктов до уровня ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового (0,3 мг/дм³) и рыбохозяйственного пользования (0,05 мг/дм³), а также очистка от специфических загрязняющих компонентов (ионов тяжелых металлов, СПАВ, фенолов, аммонийного азота и т. д.) должны осуществляться специальными методами на завершающем этапе очистки. Для этого в технологическую схему могут быть включены стадии сорбции, биоокисления в сочетании с сорбцией (биосорбция), ионного обмена, озонирования и т. д.

В схемах очистки поверхностного стока с территорий предприятий второй группы на самостоятельных сооружениях (помимо сооружений, обеспечивающих удаление традиционных загрязняющих примесей) на завершающей стадии очистки следует предусматривать узлы для удаления специфических токсичных веществ (фенолов, СПАВ, формальдегида, солей тяжелых металлов, аммонийного азота, фторидов и других органических и минеральных примесей).

В качестве узлов доочистки поверхностного стока от фенолов, формальдегида, СПАВ и других органических веществ могут применяться установки озонирования, сорбции и биосорбции. При необходимости удаления из поверхностного стока ионов тяжелых металлов и аммонийного азота могут использоваться ионообменные установки с применением синтетических ионообменных смол (катионитов) в режиме натрий-катионирования или природные ионообменные материалы (клиноптилолит).

При соответствующем обосновании для очистки и доочистки поверхностного

стока с селитебных территорий и площадок предприятий могут быть использованы технологии, сооружения и установки, применяемые для очистки бытовых и производственных сточных вод. При этом проектирование и расчет сооружений следует с учетом особенностей, вытекающих из специфики, свойственной поверхностному стоку (нестационарность по расходу, качественному составу и концентрациям загрязняющих компонентов во времени).

Проектирование новых и реконструируемых сооружений следует производить по рекомендациям разработчиков этих сооружений.

Для станций очистки поверхностного стока с селитебных территорий крупных населенных пунктов производительностью 25-1500 м³/ч, содержащих в основном взвешенные вещества и нефтепродукты в количестве не более 20-50 мг/дм³, состав очистных сооружений может быть принят в первом приближении по [3].

При производительности очистных станций менее 25 м³/ч в состав сооружений после механических решеток или сеток могут быть включены гидроциклоны, горизонтальные отстойники, флотаторы, зернистые или кассетные фильтры в одну или несколько ступеней и сорбционные фильтры доочистки. Как правило, такие установки заводского изготовления дополнительно оборудуются устройствами для обезвоживания осадка, удаления нефтепродуктов, насосами подкачки, системами КИП и автоматики.

Выбор метода очистки поверхностного стока, а также тип и конструкция очистных сооружений (открытые или закрытые) определяются их производительностью, необходимой степенью очистки по приоритетным показателям загрязнения и гидрогеологическими условиями (наличием территории под строительство, рельефом местности, уровнем грунтовых вод и т. д.)

Таблица 5 – Состав сооружений в технологической схеме [3]

Производительность станции, м ³ /ч	Качество исходной воды		Состав сооружений в технологической схеме
	взвешенные вещества, мг/дм ³	нефтепродукты, мг/дм ³	
Менее 25	700	20	МР→ПС→АР→ГЦ→РХ→СФ→ГАУ→
25-50	700	20	МР→ПС→(АРО)→РХ→СФ→ГАУ
500-1000	1000	40	МС→ПС→АРО→РХ→СФ→ГАУ+АТФ →
1000-1500	1500	50	МС→ПС→АРО→РХ→СФ→ГАУ+АТФ →

Примечания: 1. МР - механизированные решетки; МС - механические сита (решетки); ПС - песколовки; АР - аккумулирующий резервуар; ГЦ - гидроциклоны; АРО - аккумулирующий резервуар-отстойник; РХ - реагентное хозяйство (флокулянты); СФ - скорый контактный фильтр; ГАУ - адсорбер с гранулированной загрузкой; АТФ - адсорбер с углеродными тканевыми фильтрами.

2. При соответствующем обосновании в состав сооружений перед фильтрованием могут включаться флотаторы.

2.3 Локальные очистные сооружения

Локальные очистные сооружения подбираются по рекомендациям компаний, поставляющих отдельные блоки или комплексные системы для принятой схемы очистки.

К наиболее известным компаниям, обеспечивающим поставки оборудования для очистных сооружений относятся ЭКОЛАЙН (электронный адрес: www.ecso.ru), Векса (www.vekca.ru), ECOS (www.ecos.ru), завод композиционных изделий FloTenk (<http://www.flotenk.ru/akstok.ru>), АГРОСТРОЙСЕРВИС (<http://www.biotokos.ru/?id=274>).

Ниже, в качестве примера, представлено описание оборудования, поставляемого компанией FloTenk.

1. *Аккумулирующая емкость*. Служит для накопления воды при превышении номинальной производительности ливневых очистных сооружений. Необходима для аккумуляции залповых сбросов дождевых вод, усреднения их состава и первичной очистки ливневых вод, а также для уменьшения размеров очистных сооружений, рисунок 1.

2. *Пескоотделитель FloTenk-OP*. В системе ливневой канализации используются для предварительной очистки от взвешенных частиц (песок, ил) путем отстаивания. Необходим для первичной обработки ливневых сточных вод и предотвращения попадания грубых механических примесей в очистные сооружения ливневой канализации.



Рисунок 1- Аккумулирующая
емкость



Рисунок 2- УФ обеззараживатель

3. *Маслобензоотделитель FloTenk-OM.* Этот модуль необходим для очистки ливневых вод от нефтепродуктов и взвешенных частиц путем отстаивания и укрупнения частиц жиров. Является обязательной частью ливневых очистных сооружений бензоколонок, автомоек, ремонтных мастерских, гостиниц, кафе, ресторанов и др. Снабжен датчиком уровня, срабатывающим при наполнении емкости.

3. Сорбционный фильтр FloTenk-SB. Предназначен для очистки ливневых стоков от взвешенных веществ и нефтепродуктов. В одном отсеке происходит отстаивание, в другом – адсорбция, путем прохождения дождевых стоков через слои гидрофобного сорбента НЕС и активированного угля. Обеспечивает высокое качество очистки и длительную работу системы ливневой канализации без замены фильтра.

4. УФ обеззараживатель FloTenk-UF. Используется для очистки вод (в том числе ливневых стоков) от бактериологических загрязнений. При обработке в этом фильтре происходит эффективное безопасное обеззараживание без образования побочных продуктов. Время воздействия составляет несколько секунд, благодаря чему обеспечивается высокая производительность установки, рисунок 2.

Пескоотделитель FloTenk-OP, маслобензоотделитель, сорбционный фильтр FloTenk-SB имеют внешний вид емкости, показанной на рисунке 1.

5. Комплексная система очистки. Включает в себя три модуля очистки: пескоотделитель, маслобензоотделитель и сорбционный блок. Экономически выгодна, поскольку, при использовании в системах оборотного водоснабжения, позволяет многократно использовать очищенную воду, сокращая ее расход до 70%, рисунок 3.



Рисунок 3- Комплексная система очистки

Для выполнения задания курсовой работы магистранту необходимо по указанным электронным адресам подобрать оборудование и обосновать свой выбор.

Принятые условные обозначения

C_p - расчетная концентрация загрязняющего вещества в поверхностных сточных водах, мг/дм³;

C_{cp} - среднеарифметическое значение концентрации загрязняющего вещества по используемому ряду наблюдений, мг/дм³;

C_i - концентрация загрязняющего компонента в поверхностных сточных водах, мг/дм³;

W_d, W_t, W_m - среднегодовой объем дождевых, талых и поливомоечных вод, м³/год;

F - площадь стока, га;

h_d - количество осадков за теплый период года, мм;

h_t - количество осадков за холодный период года, мм;

Ψ_d, Ψ_t - общий коэффициент стока дождевых и талых вод;

F_m - площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га;

m - расход воды на одну мойку дорожных покрытий, л/м²;

k - среднее количество моек в году;

$W_{оч}$ - объем дождевого стока, отводимого на очистные сооружения, м³;

h_a - максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме, мм;

h_{cm} - среднесуточный слой осадков за теплый период года, мм;

h_c - слой талых вод за 10 дневных часов, мм;

$W_{т.сут}$ - максимальный суточный объем талых вод, м³;

K_y - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега;

Q_{cal} - расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей, л/с;

Q_r - расход дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, л/с;

W_{mid} - средний коэффициент стока дождевых вод, определяется как

средневзвешенная величина в зависимости от значения Ψ_i , для различных видов поверхности водосбора;

q_{20} - интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год, л/(с·га);

Z_{mid} - среднее значение коэффициента, характеризующего вид поверхности стока (коэффициент покрова), определяется как средневзвешенная величина в зависимости от коэффициентов для различных видов поверхностей;

t_r - расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых и талых вод по поверхности и трубам до расчетного участка (створа), мин;

t_{con} - продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), мин;

t_{can} - продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника, мин;

t_p - продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения, мин;

A, n - параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

Q_T - расход талых вод в дневное время за часы снеготаяния в течение суток, л/с;

$Q_{оч}$ - расчетный расход поверхностного стока при отведении на очистку (расчетная производительность очистных сооружений поверхностных сточных вод), л/с;

$Q_{ст}$ - расчетный расход поверхностных сточных вод для определения кратности разбавления (максимальный зарегулированный расход сточных вод после очистных сооружений), м³/с;

T_d - средняя продолжительность дождей в данной местности, ч;

$C_{пдс}$ - допустимая концентрация загрязняющего вещества в поверхностных сточных водах, отводимых в водный объект, мг/дм³;

C_f - фоновая концентрация загрязняющего вещества в воде водного объекта, мг/дм³;

Q_f - средний за гидрологический сезон расход воды в фоновом створе, м³/с;

ПДК - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, или региональная норма качества воды водного объекта, мг/дм³;

$Q_{ст}$ - расчетный часовой расход сточных вод для определения ПДС загрязняющих веществ, м³/ч;

ПДС - предельно допустимый сброс загрязняющих веществ в водный объект, г/ч;

n_p - кратность разбавления поверхностных сточных вод при выпуске в водный объект;

$Q_{\text{рег.расх}}$ - максимальный расход стока от расчетного дождя, зарегулированного по расходу (схема 2) и направляемого самотеком непосредственно в аккумулирующий резервуар или на насосную станцию с последующей перекачкой в аккумулирующий резервуар, л/с;

$Q_{\text{сбр.расх}}$ - максимальный избыточный расход стока от расчетного дождя, зарегулированного по расходу (схема 2) и сбрасываемого в водный объект, минуя очистные сооружения, л/с;

$Q_{\text{сбр.об}}$ - максимальный избыточный расход стока от расчетного дождя, зарегулированного по объему (схема 1) и сбрасываемого в водный объект, минуя очистные сооружения, л/с;

$T_{\text{рег.об}}$ - момент времени начала перелива избыточного объема дождевого стока от расчетного дождя (схемы 1 и 2) из аккумулирующего резервуара (разделительной камеры), мин;

$T_{\text{н}}^{\text{рег.расх}}$ - момент времени начала сброса избыточного расхода дождевого стока от расчетного дождя из разделительной камеры при регулировании по расходу (схема 1), мин;

$T_{\text{к}}^{\text{рег.расх}}$ - момент времени окончания сброса избыточного расхода дождевого стока от расчетного дождя из разделительной камеры при регулировании по расходу (схема 1), ч;

$W_{\text{д}}^{\text{тек}}$ - объем стока от расчетного дождя, поступившего в расчетный створ главного коллектора с момента начала дождя, м³;

$W_{\text{нс}}$ - рабочий объем резервуара насосной станции, м³;

$Q_{\text{нс}}$ - максимальная производительность насосной станции, л/с;

$T_{\text{н}}^{\text{нс}}$ - момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, начинает превышать ее максимальную производительность, ч;

$T_{\text{к}}^{\text{нс}}$ - момент времени, при котором расход дождевого стока, поступающего в насосную станцию, перестает превышать ее максимальную производительность, ч;

$T_{\text{оч}}$ - нормативный период переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, отводимого на очистные сооружения с селитебных территорий и площадок предприятий, ч;

$T_{\text{отст}}$ - минимальная продолжительность отстаивания поверхностных сточных вод в аккумулирующем резервуаре, ч;

$T_{\text{т.п}}$ - суммарная продолжительность технологических перерывов в работе очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объема дождевого стока от расчетного дождя, ч;

$W_{\text{т.п}}$ - суммарный объем загрязненных вод, образующихся от операций обслуживания технологического оборудования очистных сооружений в течение нормативного периода переработки объема дождевого стока от

расчетного дождя, м³;

$W_m^{max.сут}$ - максимальный суточный объем талых вод в середине периода

Список литературы

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. М.:Изд-во АСБ; СПб.: СПбГПУ. -2000.- 352 с.
2. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров: Справ.по климату СССР. - Вып. 8, 1968-238с..Л: Гидрометеогоиздат.
3. Методическое пособие. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2015
4. Приказ МПР РФ № 333 от 17.12.2007 г. «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей». 2007, N 31, ст. 4088.
5. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. взамен СНиП 2.01.01-82введ: 2000-01-01 - М.,ГУП ЦПП, .
6. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакцияСНиП 2.04.03-85. Дата введения 2013-01-01.

Приложение 1

Задание на курсовой проект

1. Место расположения объекта _____
2. Наименование предприятия _____
3. Площадь стока _____
4. Характеристики площади стока
5. Данные водоема-приемника сточных вод _____
 - 5.1. Расход 95% обеспеченности _____
 - 5.2. Категория водоема _____
 - 5.3. Качество воды в водоеме- приемнике сточных вод БПК₂₀ _____
Взвешенные вещества _____
Нефтепродукты _____
 - 5.4. Наличие зон водопользования, _____
 - 5.5 Категория рыбохозяйственного использования _____

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы обучающихся и индивидуальных заданий оформляются в виде отдельных отчетов, содержащих краткое

изложение теоретических основ, расчетных схем и уравнений, необходимых для выполнения заданий. Отчет о практической работе оформляется с учетом установленных в ДВФУ требований, предъявляемых к письменным работам обучающихся.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Результаты выполненных обучающимися практические работы оцениваются по двухбалльной системе – "зачтено" или "не зачтено". Оценка проставляется по результатам защиты отчета, для положительной оценки необходимо проявить знания по каждому этапу выполненной работы. Каждое индивидуальное задание является контрольным мероприятием рейтинговой системы оценки обучаемых по дисциплине.

Курсовой проект оценивается как зачет с оценкой.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЙ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контроль достижения целей курса включает текущий контроль (контроль посещения занятий, контроль выполнения индивидуальных практических заданий, контроль выполнения курсового проекта) и промежуточную аттестацию – экзамен.

№ п/п	Контролируемые разделы/ темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Общие вопросы отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий	ПК-2.1. Выбор и сравнение вариантов проектных технических решения системы водоснабжения (водоотведения).	знает основные законодательные и нормативные документы в области отведения поверхностного стока с территорий. основные количественные характеристики и порядок расчета количественных характеристик поверхностного стока с территорий	индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 1, 2, 3	Экзамен, вопросы 1-11
			умеет пользоваться основными законодательными и нормативными документами	индивидуальное задание (ПР-9)	Экзамен, вопросы 1-11

			<p>в области отведения поверхностного стока с территорий. определять основные количественные характеристики поверхностного стока с территорий</p>	<p>Практическое задание (ПР-11) № 1, 2, 3</p>	
			<p>владеет навыками определения основных качественных характеристик поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий навыками расчета количественных характеристик поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий</p>	<p>индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 1, 2, 3</p>	<p>Экзамен, вопросы 1-11</p>
2	<p>Раздел 2. Системы и сооружения сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий</p>	<p>ПК-2.2. Выбор и обоснование технологических решений в сфере водоснабжения и водоотведения.</p>	<p>знает основные схемы сбора и отведения поверхностного стока, сооружения для регулирования поверхностного стока при отведении на очистку основные схемы сооружений для очистки поверхностного стока</p>	<p>индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 4-6.</p>	<p>Экзамен, вопросы 12-29</p>
<p>умеет определять схемы отведения и номенклатуру основных сооружений при организации отведения поверхностного стока в конкретных случаях разрабатывать технологические схемы очистки поверхностного стока</p>			<p>индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 4-6.</p>	<p>Экзамен, вопросы 12-29</p>	
<p>владеет навыками расчета сооружений для регулирования поверхностного стока при отведении на очистку навыками расчета основных сооружений для</p>			<p>индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание</p>	<p>Экзамен, вопросы 12-29</p>	

			очистки поверхностного стока	(ПР-11) № 4-6.	
	ПК-2.3. Оценка соответствия проектной документации и системы водоснабжения (водоотведения) техническому заданию.		знает современные технологии очистки поверхностных сточных вод	индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 7.	Экзамен, вопросы 30-41.
			умеет находить и анализировать информацию о современных технологических схемах очистки поверхностных сточных вод, определять их достоинства и недостатки	индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 7.	Экзамен, вопросы 30-41.
			владеет навыками расчета современных технологических схем очистки поверхностных сточных вод	индивидуальное задание (ПР-9) Практическое задание (ПР-11) № 7.	Экзамен, вопросы 30-41.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе X.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Алексеев Е. В., Саломеев В. П., Залетов Н. А.а и др. Водоотведение и водная экология : учебно-методическое пособие / [авт.-сост. :; под общ. ред. Е. В. Алексеева]. Москва : АСВ, 2016-237 с.
2. Алексеев М. И., Курганов А. М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий : учебное пособие // Москва : [Изд-во АСВ], Санкт-Петербург : [Изд-во СПбГАСУ], 2010-350 с.
3. Воронов Ю. В., Алексеев Е. В., Пугачев Е. А. [и др.] Водоотведение : учебник для вузов /Под общ. ред. Ю. В. Воронова. Москва : АСВ, 2021-414 с.
4. Федоров Н.Ф., Курганов А.М., Алексеев М.И. Канализационные сети. Примеры расчета: учебное пособие для вузов. Москва: Интеграл, 2017 – 223 с.

Дополнительная литература

1. Водный кодекс Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. № [167-ФЗ](#).
2. [ГН 2.1.5.1315-03](#). Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. Утверждены и введены в действие постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 2003 г. № 78;
3. [ГН 2.1.5.1316-03](#). Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. Утверждены и введены в действие постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 2003 г. №
4. [ГОСТ 17.1.3.13-86](#). Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения;
5. [ГОСТ 17.1.3.13-86](#). Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов;
6. [ГОСТ 19179-73](#). Гидрология суши. Термины и определения;Переченьрыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное назначение. Утвержден приказом Роскомрыболовства от 28 июня 1999 г. № 96;
7. [ГОСТ 27065-86](#). Качество вод. Термины и определения;
8. [Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации](#). Утверждены постановлением правительства Российской Федерации от 12 февраля 1999 г. № 167;
9. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и

определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2006 г.

10. [СанПиН 2.1.5.980-00](#). Гигиенические требования к охране поверхностных вод;

11. [СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03](#). Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы;

12. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменением N 1)

13. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2)

14. [ГОСТ 17.1.1.01-77](#). Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения;

15. СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения из полимерных материалов

16. Федеральный закон Российской Федерации от 7 декабря 2011 г. N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении"

17. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № [7-ФЗ](#);

18. Федеральный закон РФ от 23.11.09 г. N 261-ФЗ

Интернет ресурсы

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб.пособие.- М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. -2000.-352с.:ил. <http://dwg.ru/dnl/7289>

2. Группа компаний «ЭКОЛАЙН»// www.ecso.ru

3. Сологаев В. И. «ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ» Инженерные сети и оборудование зданий и сооружений (лекционный курс)/ <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-141-vodootvedenie/>

4. Flotenk Завод композиционных изделий: www.flotenk.ru/company

5. <https://www.ecolos.ru/> - сайт группы компаний ЭКОЛОС

6. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для вузов / Под общ.ред. Ю.В. Воронова, - 2-е изд. Доп. и перераб., М., Изд-во АСВ, 2006 -703с.

Перечень дополнительных образовательных ресурсов в сети

Интернет

1. Научная электронная библиотека НЭБ <http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

4. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М» <http://znanium.com/>
5. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
6. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.

Изучение дисциплины осуществляется в 3 семестре на основе материалов рассматриваемых на лекциях и закрепляется и развивается на практических занятиях, а также в ходе курсового проектирования.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. По мере накопления теоретического материала и его закрепления на практике, лекционные занятия переводятся в форму активного диалога с обучающимися, что позволяет закрепить пройденный материал и выработать понимание его практического применения для решения основных задач, возникающих при проектировании водозаборных сооружений.

Практические занятия направлены на изучение и решение задач, возникающих при эксплуатации инфильтрационных водозаборов, и направлены на повышение надежности их работы в условиях сезонной изменчивости условий фильтрации. Практические задания выполняются с учетом рекомендаций технической литературы по дисциплине и методических рекомендаций.

Курсовой проект выполнения обучающемуся на основании выданного индивидуального задания. В задании изложена тема курсового проекта, основные этапы выполнения курсового проекта, исходные данные. Чтобы выполнить проектное задание, обучающийся должен освоить соответствующий лекционный материал, необходимую литературу, оформить работу в соответствии с требованиями ДВФУ и защитить ее. В процессе выполнения курсового проекта преподаватель проводит для обучающихся обязательные консультации в соответствующей аудитории

Методический материал по выполнению курсового проекта приведен в разделе 5.

Самостоятельная работа по курсу является особо значимой для профессиональной подготовки обучающихся. В ходе этой работы отбирается необходимый материал по изучаемому вопросу, производится его анализ, решаются индивидуальные практические задания и вопросы курсового проектирования. В ходе этой работы им необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Самостоятельная работа осуществляется с использованием лекционного материала и методических разработок кафедры.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

Описание методики выполнения контрольных заданий по дисциплине изложено в разделе V.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции по дисциплине проводятся в мультимедийных аудиториях, оснащенных соответствующим современным мультимедийным оборудованием.

Для проведения практических занятий могут быть задействованы компьютерные классы Инженерной школы (аудитория E709, E708).

Кроме того применяются такие современные информационные технологии, как электронная почта, интернет. Также используются такие ресурсы, как база данных библиотеки ДВФУ и база данных научно-учебных изданий инженерной школы ДВФУ.

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Расчет и моделирование водозаборов подземных вод» используются следующие оценочные средства:

Письменные работы:

1. Курсовой проект (ПР-9)
2. Творческое задание (ПР-11)

Письменные работы приучают к точности, лаконичности, связности

изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Курсовой проект (ПР-9) – Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Творческое задание (ПР-11) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Методические рекомендации по оцениванию результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Водоотведение и очистка поверхностных вод с урбанизированных территорий» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен. Экзамен по дисциплине осуществляется либо на основании рейтинговой оценки, либо по экзаменационным билетам в период сессии.

Текущая аттестация по дисциплине «Водоотведение и очистка поверхностных вод с урбанизированных территорий» проводится по результатам контрольных мероприятий с формой контроля "защита отчетов о практических работах" и "защита отчетов о выполнении индивидуальных заданий" по оцениванию фактических результатов обучения студентов, что осуществляется ведущим преподавателем дисциплины.

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками;
- результаты самостоятельной работы.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается при защите отчетов о самостоятельных практических работах и отчетов о практических работах. Уровень овладения практическими умениями и навыками оценивается по результатам выполнения индивидуального задания.

Практические самостоятельные работы

Практическое задание 1. Экспертиза проекта ливневой канализации предприятия.

Практическое задание 2. Определение расчетных расходов ливневых сточных вод.

Практическое задание 3. Метод предельных интенсивностей. Вероятностные подходы.

Практическое задание 4. Определение расчетной производительности очистных сооружений.

Практическое задание 5. Расчет сооружений седиментации.

Практическое задание 6. Сооружения реагентной и биологической очистки дождевого стока

Практическое задание 7. Подбор оборудования контейнерного типа.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Водоотведение и очистка поверхностных вод с урбанизированных территорий» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Экзамен проводится в устной форме или на основании рейтинговой оценки. Оцениваются ответы на вопросы экзаменационных билетов. Ответы оцениваются по четырех бальной системе оценок «отлично» (3 балла), «хорошо» (2 балла), «удовлетворительно» (1 бал) и «неудовлетворительно» (0 баллов).

Обучаемый допускается к сдаче экзамена по дисциплине при условии положительной оценки всех практических и индивидуального заданий.

Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг по дисциплине определяется в процентах. Для студента, сдавшего основные контрольные мероприятия на максимальные баллы с учетом их весовых коэффициентов, рейтинг равен 100 %.

Максимальный балл контрольного мероприятия, равный 3, соответствует системе оценок "отлично" 3 , "хорошо" 2 , "удовлетворительно" 1 , "неудовлетворительно" 0 .

Максимальный балл контрольного мероприятия, равный 1, соответствует системе оценок "зачтено" (1), "не зачтено" (0).

Соответствие рейтинга студента оценке промежуточной (семестровой) аттестации устанавливается по следующей шкале:

Рейтинг в %	Оценка
Менее 61	Неудовлетворительно
От 61 до 75	Удовлетворительно

От 76 до 85	Хорошо
От 86 до 100	Отлично

Календарный план контрольных мероприятий на экзамен

№	Примерная дата проведения	Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Весовой коэффициент	Максимальный балл	Минимальный балл
Основные контрольные мероприятия						
1	2 неделя	Практическая работа 1	Защита отчета	1	1	1
2	4 неделя	Практическая работа 2	Защита отчета	1	1	1
3	6 неделя	Практическая работа 3	Защита отчета	1	1	1
4	8 неделя	Практическая работа 4	Защита отчета	1	1	1
5	10 неделя	Практическая работа 5	Защита отчета	1	1	1
6	12 неделя	Практическая работа 6	Защита отчета	1	1	1
7	14 неделя	Практическая работа 7	Защита отчета	1	1	1
8	15-17 неделя	КП	Защита КП	0	3	-
	Сессия	Экзамен по дисциплине	Экзамен	0	3	-

Вопросы к экзамену

1. Основные законодательные и нормативные акты РФ по охране водных объектов от загрязнения и истощения.
2. Основные загрязняющие компоненты поверхностного стока.
3. Основные загрязняющие компоненты талого стока.
4. Классификация загрязняющих веществ поверхностного стока селитебных территорий и территорий промышленных предприятий.
5. Связь степени благоустройства территории со степенью загрязнения поверхностного стока.
6. Теоретические основы определения расчетных расходов поверхностных сточных вод.
7. Определение среднегодовых объемов поверхностных сточных вод.
8. Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку.
9. Определение расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации.
10. Особенности применения метода предельных интенсивностей при пересеченном рельефе местности.

11. Вероятностные способы определения расчетных расходов поверхностных сточных вод.
12. Условия отведения поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий.
13. Определение нормативов НДС загрязняющих веществ при выпуске поверхностных сточных вод в водные объекты
14. Схемы сбора и отведения поверхностного стока.
15. Принципиальные схемы регулирования расхода и объема дождевого стока перед очистными сооружениями и схематические расчетные гидрографы дождевого стока.
16. Разделительные камеры и регулирующие емкости.
17. Определение степени очистки поверхностного стока.
18. Схемы очистных сооружений в зависимости от состава поверхностных сточных вод
19. Механическая очистка поверхностных сточных вод.
20. Нефтеловушки. Устройство и расчет.
21. Фильтры, работающие в безреагентном режиме.
22. Очистка поверхностных сточных вод флотацией.
23. Фильтрование.
24. Реагентная очистка поверхностного стока.
25. Мембранные технологии в оборотной системе водоснабжения
26. Адсорбция.
27. Ионный обмен.
28. Обработка осадка.
29. Трубы и фасонные части из полимерных материалов.
30. Пластиковые насосные станции для перекачки поверхностного стока.
31. Особенности компоновки модульных очистных сооружений.
32. Контейнерные очистные сооружения для очистки поверхностного стока.
33. Типы применяемых сорбентов для глубокой очистки поверхностного стока.
34. Организация инвестиционного процесса в ведущих компаниях по поставке оборудования для транспортировки и очистки поверхностных сточных вод.
35. Природные сорбенты для очистки дождевых сточных вод от нефтепродуктов.
36. Синтетические сорбенты для очистки дождевых сточных вод от нефтепродуктов.
37. Благоустройство и загрязнение дождевого стока.
38. Патенты В.Л. Головина для интенсификации седиментационных сооружений
39. Патенты по интенсификации работы флотаторов.

40. Влияние загрязнения дождевого стока на морские акватории

41. Озонирование для обеззараживания и кондиционирования дождевых сточных вод

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
3	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
2	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
1	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.