

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунцов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 12.09.2025 11:15:43

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

**Бакалавриат по направлению подготовки
05.03.06 «Экология и природопользование»**

**Направленность (профиль)
«Экологическая безопасность и экологический мониторинг»**

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины:

формирование теоретических знаний о рациональном использовании и охране водных ресурсов;

приобретение практических навыков самостоятельного проектирования всего комплекса очистных сооружений на базе современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ПК-2	Способен планировать и документально оформлять мероприятия по защите окружающей среды и нормированию воздействия производственной деятельности организации на окружающую среду.

Задачи дисциплины:

рассмотрение основных промышленных и бытовых источников загрязнения воды, а также изучение современных методов очистки сточных вод;

знакомство с классификацией систем очистки сточных вод в зависимости от химического состава сточных вод и концентрации загрязнений в них;

приобретение навыков использования в практической деятельности приборов и оборудования, а также основных методик, позволяющих определить качество воды по различным показателям.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2.3 Умеет планировать по результатам оценки воздействия на окружающую среду мероприятия по снижению негативного воздействия.	Знает: подходы к выбору контролируемых информативных показателей состояния водной среды и критерии оценки их состояния. Умеет: давать оценку современного состояния природных сред и прогнозировать характер их изменения на основе данных мониторинга.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование направленность (профиль) «Экологическая безопасность и экологический мониторинг».

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по семестрам
			8
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	144
Контактная работа		56	56
Лекции		20	20
Практические занятия		34	34
Лабораторные работы			
Консультации перед экзаменом		2	2
Самостоятельная работа		52	52
Курсовая работа			
Зачёт			
Зачёт с оценкой			
Экзамен		36	36

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий для очной формы обучения

№ п/п	Номер и наименование тем	Количество часов по видам занятий, в том числе практическая	лекции	практические занятия	контроль	самостоятельная
-------	--------------------------	---	--------	----------------------	----------	-----------------

			подготовка*					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
№ семестра 8								
1	Тема 1. Состав и свойства сточных вод. Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами	16	4	4				8
2	Тема 2. Методы очистки сточных вод и обработки осадка	16	2	6				8
3	Тема 3. Механическая очистка сточных вод	18	4	6				8
4	Тема 4. Предварительная аэрация и биокоагуляция сточных вод	16	2	6				8
5	Тема 5. Обработка, обезвреживание и использование осадка	20	4	6				10
6	Тема 6. Биологическая очистка сточных вод. Обеззараживание сточных вод	20	4	6				10
Консультация		2				2		
Экзамен		36					36	
Итого		144	20	34		2	36	52

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся

Тема 1. Состав и свойства сточных вод. Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами.

Лекции. Состав и свойства сточных вод. Нерастворимые, коллоидные и растворимые вещества в сточных водах. Осадок сточных вод, его количественная и качественная характеристики. Процессы нитрификации и денитрификации, их значение при очистке сточных вод. Растворение и потребление кислорода в воде водоемов. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК) и окисляемость сточных вод. Аэробные и анаэробные процессы. Бактериальное и биологическое загрязнение сточных вод. Определение концентрации загрязнения сточных вод.

Практические занятия. Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами. Определение необходимой степени очистки сточных вод и водоемов питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Проведение расчетов эффективности. Использование городских сточных вод в сельском хозяйстве и в промышленности.

Самостоятельная работа. Охрана водоемов от загрязнений. Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в системы водоотведения городов и в водоемы. Влияние выпадающего осадка и ядовитых веществ на состояние водоемов.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

Тема 2. Методы очистки сточных вод и обработки осадка.

Лекция. Определение сточных вод и их классификация. Этапы очистки: механическая, биологическая, химическая. Методы механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод. Схемы очистных станций и методы их оптимизации. Современные технологии очистки сточных вод.

Практические занятия. Изучение методов механической очистки. Ознакомление с оборудованием для механической очистки (решетки, отстойники). Изучение методов биологической очистки. Обсуждение принципов работы систем активного ила. Ознакомление с методами химической очистки. Изучение процессов коагуляции и флокуляции. Изучение методов обработки осадка.

Самостоятельная работа. Схемы очистных станций и методы их оптимизации. Современные технологии очистки сточных вод.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

Тема 3. Механическая очистка сточных вод.

Лекции. Сооружения для механической очистки сточных вод. Решетки. Комбинированные решетки-дробилки, их конструкции. Песколовки горизонтальные, вертикальные, тангенциальные, аэрируемые, их конструкции.

Практические занятия. Изучение оборудования, используемого в механической очистке. Ознакомление с различными типами оборудования (решетки, отстойники, центрифуги). Изучение процесса грубой фильтрации. Изучение процесса осаждения. Ознакомление с процессом сепарации. Оценка эффективности различных методов механической очистки.

Самостоятельная работа. Отстойники горизонтальные, вертикальные, радиальные, тонкослойные, их конструкции, преимущества и недостатки.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];

дополнительная [1-2].

Тема 4. Предварительная аэрация и биокоагуляция сточных вод.

Лекция. Значение предварительной аэрации и биокоагуляции в процессе очистки сточных вод. Процесс аэрации: механизмы и методы. Влияние кислорода на микроорганизмы и разложение органических веществ. Типы аэрационных систем (аэрационные танки, диффузоры, механические аэраторы). Роль биокоагуляции в процессе очистки сточных вод. Оборудование для биокоагуляции.

Практические занятия. Примеры применения в практике. Рассмотрение реальных случаев применения предварительной аэрации и биокоагуляции на очистных сооружениях. Обсуждение результатов и достигнутых эффектов.

Самостоятельная работа. Эффективность биокоагуляции.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];
дополнительная [1-2].

Тема 5. Обработка, обезвреживание и использование осадка.

Лекции. Сооружения для обработки осадка. Процессы сбраживания сточных вод и условия их применения. Двухъярусные отстойники, их конструкции. Типы метантенков, их конструкции. Аэробные стабилизаторы, их конструкции. Иловые площадки с естественным и искусственным фильтрующими слоями.

Практические занятия. Механическое обезвреживание осадка сточных вод на вакуум-фильтрах, центрифугах, ленточных и рамных прессах. Термическая сушка осадка. Использование осадка сточных вод для с/х целей. Утилизация отходов очистной станции.

Самостоятельная работа. Типы иловых площадок. Иловые пруды и условия их применения.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];
дополнительная [1-2].

Тема 6. Биологическая очистка сточных вод. Обеззараживание сточных вод.

Лекции. Поля орошения и фильтрации, биологические пруды. Классификация полей орошения и фильтрации, сельскохозяйственных полей. Отвод очищенных сточных вод.

Классификация биологических фильтров. Биофильтры обычного типа. Высоконагружаемые биофильтры. Биофильтры с пластмассовой загрузкой и блочные биофильтры. Рециркуляция.

Практические занятия. Методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором и хлорной известью. Обеззараживание сточных вод озонированием. Контактные резервуары. Сооружения для насыщения очищенной воды кислородом. Выбор метода выпуска сточных вод в соответствии с санитарными требованиями. Выпуск очищенных сточных вод в проточные водоемы. Условия выпуска сточных вод в море и водохранилище.

Самостоятельная работа. Конструкции биофильтров обычных, высоконагружаемых, пластмассовых, блочных.

Рекомендуемая литература:

основная [1-2];
дополнительная [1-2].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия.

Общими целями занятий являются:

обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

выработка при решении поставленных задач профессионально значимых

качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекций являются:

получение систематизированных научных знаний по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах темы курса;

стимулирование активной познавательной деятельности обучающихся, способствование формированию их творческого мышления.

В ходе практических занятий обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения.

Целями практических занятий являются:

углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях;

формирование навыков использования знаний для решения практических задач;

выполнение заданий по проверке полученных знаний и умений.

Консультации проводятся перед экзаменом с целью обобщения пройденного материала и разъяснения наиболее трудных вопросов, возникающих у обучающихся при изучении дисциплины.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса/докладов/тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для устного опроса:

1. Понятие о предельно-допустимых выбросах (ПДВ) и сбросах (ПДС), временных нормах этих величин, методах расчетов и порядке их утверждения.

2. Методы установления ПДК вредных веществ в воздушной среде.

3. Профилактические мероприятия по защите здоровья населения от негативных воздействий.

4. Вредные факторы экологической обстановки.

5. Критерии качества атмосферного воздуха при установлении ПДВ.

Типовые темы для докладов:

1. Экологическая ситуация в России.

2. Нормирование качества окружающей природной среды.
3. Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду. Снижение воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.
4. Почва, ее загрязнение. Нормирование и контроль загрязнения почв. Оценка опасности загрязнения почв.
5. Экологический паспорт предприятия.

Типовые задания для тестирования:

1. Допустимое содержание БПК полн водоема рыбохозяйственного назначения I категории после сброса после сброса в него сточных вод не более, мг/л:

1. 6;
2. 0,4;
3. 4;
4. 3

2. Если в песколовке величина гидравлической крупности частиц равна величине скорости восходящего потока, то частицы будут

1. выноситься из песколовки;
2. перемещаться с водой;
3. оседают на дно;
4. находятся во взвешенном состоянии

3. Процесс очистки сточных вод в биофильтрах осуществляется микроорганизмами:

1. специальными видами;
2. анаэробными;
3. аэробными;
4. совместными способами.

4. Процесс очистки сточных вод и обработки осадка под действием микроорганизмов, способных проявлять активность при отсутствии растворенного кислорода называется:

1. аэробным;
2. анаэробным;
3. брожением;
4. совместными способами

5. Содержание количества абсолютно сухого вещества в единице объема сточных вод жидкости называется:

1. влажностью;
2. концентрацией;
3. сухими остатком;
4. плотностью

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, вынесенных на экзамен

1. Состав и свойства сточных вод.
2. Нерастворимые вещества в сточных водах и методика их

определения.

3. Коллоидные вещества в сточных водах, бактериальные загрязнения сточный вод.

4. Аэробные и анаэробные процессы, применяемые при очистке сточных вод и обработки осадков.

5. Определение концентраций загрязнений сточных вод.

6. Биохимическая потребность в кислороде. Стабильность сточных вод.

7. Нитрификация и денитрификация.

8. Охрана водоемов от загрязнений.

9. Самоочищение водоемов и выбор критической точки.

10. Смешение сточных вод с водой водоема.

11. Загрязнение водоема и допустимые нагрузки загрязнений на водоем.

12. Правила спуска сточных вод в водоемы.

13. Необходимость проведения расчетов по определению требуемой степени очистки сточных вод. Основные контролируемые параметры.

14. Определение необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веществам.

15. Определение необходимой степени очистки сточных вод по БПК.

16. Определение необходимой степени очистки сточных вод по растворенному кислороду.

17. Определение необходимой степени очистки сточных вод по БПК и растворенному кислороду, их отличительная особенность.

18. Определение необходимой степени очистки сточных вод по температуре и общесанитарному показателю вредности.

19. Классификация методов очистки сточных вод.

20. Схемы очистки сточных вод на очистных сооружениях малой и средней производительности до 25 м³ /сут.

21. Схемы очистки сточных вод на очистных сооружениях производительности более 50м³ /сут.

22. Решетки, их назначение, конструкции и расчет (достоинства и недостатки).

23. Оценка эффективности работы решеток, снижение на них загрязнений.

24. Характеристика и конструкции песколовков, их достоинства и недостатки.

25. Основы гидравлического расчета всех типов песколовков.

26. Конструкция и расчет горизонтальных песколовков с прямолинейным движением воды.

27. Конструирование и метод расчета гидромеханической системы.

28. Вертикальные и тангенциальные песколовки, их конструкции и расчет.

29. Горизонтальные песколовки с круговым движением воды, их конструкции и расчет.

30. Конструкции отстойников и область их применения, достоинства и недостатки.

31. Вертикальные отстойники: конструкция, достоинства и недостатки, область применения и расчет.

32. Существующие способы расчета горизонтальных и радиальных отстойников и их анализ.
33. Горизонтальные отстойники, их конструкции и методы расчета.
34. Радиальные отстойники, их конструкции и методы расчета.
35. Расчет горизонтальных и радиальных отстойников с применением коэффициента объемного использования и полезного действия.
36. Предварительная аэрация и биокоагуляция.
37. Оценка эффективности работы отстойников и снижение концентрации в них взвешенных веществ и БПК.
38. Пути повышения эффективности работы сооружений механической очистки сточных вод.
39. Методы и сооружения для сбраживания и обезвоживания осадка.
40. Использование осадков сточных вод для сельскохозяйственных целей.
41. Основные процессы брожения сточных вод и условия их применения.
42. Септики, двухъярусные отстойники, их конструкции и условия применения, расчет.
43. Методы и сооружения для стабилизации осадка.
44. Конструкции метантенков и принцип работы.
45. Расчет метантенков.
46. Факторы, влияющие на состав и свойства осадков, подлежащих обработке в анаэробных и аэробных условиях.
47. Величина степени распада органических веществ в метантенках и расчет выхода газа.
48. Конструкции и принцип работы иловых площадок с естественным и искусственным основанием.
49. Биологические пруды.
50. Расчет иловых площадок после метантенков и аэробных стабилизаторов.
51. Классификация методов механического обезвоживания осадков, их достоинства и недостатки.
52. Конструкции барабанных вакуум-фильтров с периодической и непрерывной регенерацией фильтрующей ткани.
53. Технологическая схема подготовки осадков к механическому обезвоживанию.
54. Классификация методов термической сушки осадков, их достоинства и недостатки.
55. Сушка осадка в сушилках барабанного типа, их конструкция, принцип работы, их достоинства и недостатки.
56. Сушка осадка в установках с кипящим слоем, их конструкция, принцип работы, их достоинства и недостатки.
57. Классификация методов биологической очистки сточных вод. Сущность процесса биологической очистки сточных вод.
58. Классификация методов биологических фильтров, их конструктивные особенности, условия применения и вентиляции.
59. Конструкция, принцип работы и расчет капельных биофильтров.
60. Способы распределения сточных вод по биофильтрам и их конструкция.

61. Конструкция, принцип работы и расчет капельных аэрофильтров.
62. Конструкция, принцип работы и расчет биофильтров с пластмассовой загрузкой.
63. Достоинства и недостатки существующих конструкций биофильтров.
64. Классификация и область применения аэротенков, их конструктивные особенности.
65. Сущность процесса биологической очистки сточных вод в аэротенках, и их основные конструктивные элементы.
66. Расчет аэротенков без регенерации активного ила.
67. Расчет аэротенков с регенерацией активного ила (метод СП 32.13330.2012).
68. Технологические схемы очистки сточных вод в аэротенках.
69. Возможные схемы работы 2-х, 3-х, 4-х коридорных аэротенков регенерации или и с регенерацией его.
70. Вторичные отстойники, их типы, назначение, конструкции, принцип работы.
71. Расчет вторичных отстойников по методу СП 32.13330.2012.
72. Воздуходувные станции, оборудование, расчет. 127. Методы глубокой доочисткой сточных вод. Принцип расчета.
73. Принцип проектирования сооружений для доочистки сточных вод.
74. Дезинфекция сточных вод. Сущность процесса, способу дезинфекции и допустимые дозы хлора.
75. Контактные резервуары, их назначение, конструкции, принцип работы и определение необходимого количества.
76. Измерительные устройства для определения количества очищаемой сточной воды, перекачиваемого осадка и ила.
77. Илоуплотнители, их конструкция, принцип работы, расчет.
78. Аэробные стабилизаторы для обработки осадков. Сущность процесса, конструкции, условия работы, расчет.
79. Устройство выпусков для отвода очищаемой воды в водоемы.
80. Поля орошения и поля фильтрации, их назначение, устройство, принцип работы, расчет.
81. Гидравлический расчет, построение высотной схемы, движением воды по сооружениям.
82. Построение и расчет высотной схемы сырого осадка и ила.
83. Генплан очистных сооружений канализации, требования к компоновке сооружений, их взаимной увязке и размещение инженерных сетей.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
экзамен	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения	отлично

		вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечения:

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Astra Linux Common Edition релиз Орел - операционная система общего назначения. Лицензия №217800111-ore-2.12-client-6196

2. Astra Linux Special Edition - операционная система общего назначения. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14545

3. Astra Linux Special Edition - операционная система общего назначения. Лицензия №217800111-alse-1.7-client-medium-x86_64-0-14544

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Всероссийский Экологический портал <https://ecoportal.su/> (свободный доступ);

2. Научно-практический портал Экология производства. www.ecoindustry.ru (свободный доступ);

3. Система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru> (свободный доступ);

4. Министерство природных ресурсов и экологии РФ.
<http://www.mnr.gov.ru/> (свободный доступ);
5. Росприроднадзор Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. <https://rpn.gov.ru/> (свободный доступ);
6. Электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ);
7. Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS»
<http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).
8. Электронно-библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com> (авторизованный доступ).

7.1. Литературы

Основная литература:

1. Долженко, Л. А. Наилучшие доступные технологии в очистке городских сточных вод. Технологические расчеты : учебное пособие / Л. А. Долженко, Е. В. Яковлева. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2021. — 202 с. — ISBN 978-5-7890-1941-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/237869>
2. Шлёкова, И. Ю. Механическая очистка сточных вод : учебное пособие / И. Ю. Шлёкова, А. И. Кныш. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 82 с. — ISBN 978-5-89764-917-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153575>

Дополнительная литература:

1. Козачек, А. В. Современные системы очистки сточных вод. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. В. Козачек. — Тамбов : ТГТУ, 2018. — 82 с. — ISBN 978-5-8265-1953-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319643>
2. Мешалкин, А. В. Экологическое состояние гидросферы : учебное пособие для студентов-бакалавров / А. В. Мешалкин, Т. В. Дмитриева, И. Г. Шемель. — Саратов : Ай Пи Ар Букс, 2015. — 276 с. — ISBN 978-5-906172-69-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/33872.html>

7.2. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Автор: кандидат педагогических наук Проходимова Елена Михайловна.