

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра зоологии беспозвоночных и водной экологии

Авторы-составители: Власов Семен Викторович

Рабочая программа дисциплины

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ПОЛИГОНЫ

Код УМК 83029

Утверждено
Протокол №5
от «21» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Очистные сооружения и полигоны

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.06** Экология и природопользование (ПБ)
направленность Экология

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Очистные сооружения и полигоны** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.03.06 Экология и природопользование (ПБ) (направленность : Экология)

ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.03.06 Экология и природопользование (ПБ) (направленность: Экология)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение практических занятий, семинаров	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение. Проблемы охраны водных ресурсов от загрязнения

Проблема охраны водных ресурсов питьевого и рыбохозяйственного назначения от промышленных загрязнений, вода и продукция которых используются непосредственно для питания человека, стала одной из самых важных во всём мире. Загрязнения значительно снижают самоочищающую способность водоёмов, поэтому превышение норм сброса ведёт к гибели биоценозов и водоёмов в целом. Полигоны ТБО занимают гигантские площади суши, экосистемы которых уничтожены. В результате в водоёмах и на суше возникает опасность вспышек развития патогенной микрофлоры и появления возбудителей опасных заболеваний. Всё это требует внимательного отношения к очистке сточных вод и утилизации ТБО, повышает материальные затраты на содержание и эксплуатацию гидротехнических сооружений биологической очистки вод и заводов по утилизации ТБО, а также требует повышения квалификации персонала этих учреждений.

Основы очистки сточных вод

Различные методы очистки сточных вод, их характеристика, область применения. К механическим методам очистки относятся осаждение, флотация и фильтрование. Основные физико-химические методы, применяемые для очистки от мелкодисперстных и коллоидных примесей, кислот, оснований и некоторых ионов - нейтрализация, коагуляция, флокуляция, гиперфильтрация и ионообменный метод. Наибольшее значение по объёмам очищенной воды имеет биологическая очистка. Её суть состоит в минерализации органических веществ сообществами организмов активного ила. Процессы минерализации могут проходить в аэробных условиях в различных водоёмах или резервуарах - на полях фильтрации, в биологических прудах, аэротенках и биофильтрах. В естественных условиях очистка может проходить на полях фильтрации и орошения и в биологических прудах.

Сооружения и аппараты биологической очистки

Основными сооружениями при очистке воды являются аэротенки, биофильтры и отстойники. Аэротенки представляют собой глубокие бассейны, в которые постоянно подаётся сточная жидкость, аэрируемая мелкими пузырьками воздуха. Жидкость в аэротенке очищается активным илом, который представляет собой сложный биоценоз. Биофильтры имеют ряд преимуществ по сравнению с другими очистными сооружениями. В настоящее время в наибольшей степени используются биофильтры с пластмассовой загрузкой. Все организмы, которые входят в биоценоз активного ила входят и в биоценоз живой плёнки биофильтров. В окислении органических загрязнений принимает участие весь живой мир биофильтра. В настоящее время широко применяются дисковые биофильтры. Биоплёнка в этом случае развивается на вращающихся дисках, частично погружённых в очищаемую жидкость. В очистке сточных вод большое значение имеют резервуары-отстойники, в которых очищаемая жидкость задерживается на несколько часов. В них взвешенные вещества выпадают в осадок, происходит отстаивание воды.

Население очистных сооружений городских канализаций

Население очистных сооружений представлено прежде всего бактериями, среди которых преобладает зооглея. В зависимости от состава стоков, помимо гетеротрофных бактерий, могут развиваться нитрифицирующие, тионовые и серобактерии. Также присутствуют гетеротрофные грибы, водоросли и простейшие (саркодовые, жгутиковые и инфузории). Из животных компонентами активного ила являются коловратки, нематоды, олигохеты, водные клещи и рачки.

Биоценозы активного ила очистных сооружений

Среди бактериальной фракции активного ила можно встретить почти все морфологические формы, однако наибольшее распространение получают древовидные (зооглея), образующие "хлопья". В норме активный ил содержит небольшое количество нитчатых бактерий. Его окислительная способность

повышается, но при этом он вспухает и нарушает условия осаждения, необходимые для очистки. В фауне присутствуют коловратки, плоские, круглые и кольчатые черви, водяные клещи. Наиболее чувствительны простейшие. По наличию видового состава микрофауны в активном иле можно оценить качество работы очистных сооружений.

Роль микроорганизмов в очистке сточных вод

Метод очистки с помощью активного ила часто называют не биологическим, а биохимическим, так как разложение органических соединений в аэротенках идёт за счёт биохимических реакций под воздействием ферментов, выделяемых микроорганизмами. Только микроорганизмы способны осуществить расщепление органических соединений не только в аэробных, но и анаэробных условиях. В зависимости от состава сточных вод формируются разные сообщества бактерий: гетеротрофные бактерии (сапрофиты), разлагающие органические вещества. Литоавтотрофы представлены нитрифицирующими, сероокисляющими и железобактериями. В иловых отложениях встречаются метановые, водородные и сульфатовосстанавливающие бактерии. Большое внимание должно уделяться способам аэрации озоном и кислородом, обычно же используется воздух.

Экологические системы естественных очистных сооружений

Для очистки и особенно для доочистки сточных вод широко используются естественные водоёмы и почва по принципу их самоочищения. Очистка сточных вод на полях фильтрации связана с фильтрацией воды сквозь частички почвы и с взаимодействием с естественными биоценозами почв: микроорганизмами, простейшими, беспозвоночными животными. Как правило используют систему прудов, желательны проточных, экосистемы которых различаются от их кислородного режима, степени зарастаемости гидрофитами, глубины и др.

Методы утилизации твёрдых отходов. Полигоны. Экосистемы метатенков

На полигоне выполняют приём, складирование и изоляцию отходов. Организация работ должна соответствовать требованиям охраны окружающей среды. Обработка осадков сточных вод осуществляется с помощью илоуплотнителей и сооружения анаэробного сбраживания и аэробной стабилизации осадков. Существуют установки по механическому обезвоживанию, термической сушке и сжиганию осадков.

Экология организмов-обрастателей и их значение

Обрастание подводных сооружений и водопроводной сети приносит человеку неоценимый вред. Бактерии-обрастатели первыми поселяются на гидротехнических сооружениях, их колонии имеют вид слизистого налёта. В обрастания включаются грибы, как низшие, так и высшие, особенно обильно развивающиеся в условиях полного насыщения кислородом. Самая большая часть видового состава обрастаний - водоросли, наибольшее распространение из которых получают синезелёные. Многочисленны инфузории, губки, моллюски и некоторые ракообразные.

Экологические основы очистки воды в системах водоснабжения. Меры борьбы с биологическими помехами

При водоснабжении чистой водой большой вред человеку наносят разнообразные биологические помехи. Крайне опасны патогенные микроорганизмы. Многие гидробионты, попадая в систему водоснабжения, ухудшают качество воды, снижают водопропускную способность их и осложняют эксплуатацию гидротехнических сооружений. В качестве борьбы с обрастателями применяются токсические краски; такие химические методы как хлорирование, купоросование; физические методы - пропускание горячей воды или вымораживание, ультразвук, электрический ток, электрогидравлический удар, катодная защита. Биологические методы сводятся к использованию биоценологических взаимоотношений между различными группами гидробионтов. Главные меры борьбы с аллохтонными

организмами - хлорирование и коагуляция воды. Борьба с автохтонными организмами: применение материалов, не подверженных воздействию микро- и макроорганизмов, токсичные краски, хлорирование воды и др. Выбор метода зависит от экологических характеристик конкретных видов гидробионтов.

Итоговое контрольное мероприятие (экзамен)

Проблема охраны водных ресурсов питьевого и рыбохозяйственного назначения от промышленных загрязнений. Полигоны ТБО. Различные методы очистки сточных вод, их характеристика, область применения. Механические методы очистки. Основные физико-химические и химические методы. Биологическая очистка, её суть. Активный ил, показатели работы активного ила. Биопленки. Поля орошения и поля фильтрации. Биологические пруды и гидробиотические площадки. Аэротенки, экосистемы аэротенков. Биофильтры, экосистемы биофильтров. Метатенки, экосистемы метатенков. Население очистных сооружений. Качество работы очистных сооружений. Роль микроорганизмов в очистке сточных вод. Организация работы на полигоне. Обработка осадков сточных вод. Установки по механическому обезвоживанию, термической сушке и сжиганию осадков. Обрастание подводных сооружений и водопроводной. Организмы-обрастатели и борьба с ними. Биологические помехи.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Стадницкий, Г. В. Экология : учебник для вузов / Г. В. Стадницкий. — 12-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 296 с. — ISBN 078-5-93808-350-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/97814>
2. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов : учебник для бакалавров / А. И. Нетрусов ; ответственный редактор А. И. Нетрусов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 267 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2734-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/426136>
3. Экология микроорганизмов: Учеб. для студентов ун-тов, обучающихся по спец. 012400 "Микробиология" и др. биол. спец./Под ред. А. И. Нетрусова.-М.:Акад.,2004, ISBN 5-7695-1566-X.-272.

Дополнительная:

1. Перегудов Ю. С. Комплексное использование сырья и утилизация отходов:Сборник задач. Учебное пособие/Перегудов Ю. С..-Воронеж:Воронежский государственный университет инженерных технологий,2018, ISBN 978-5-00032-313-7.-72. <http://www.iprbookshop.ru/76430.html>
2. Амбросова, Г. Т. Очистные сооружения канализации. Обработка, обезвоживание и обеззараживание осадка городских сточных вод : учебное пособие / Г. Т. Амбросова, А. А. Функ, Н. В. Синеева. — Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2016. — 109 с. — ISBN 978-5-7795-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/68813.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://ecology-portal.ru/> Экологический портал России и стран СНГ

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Очистные сооружения и полигоны** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);

2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);

3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Очистные сооружения и полигоны**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием</p>	<p>Знать: основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов; основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов; особенности очистки сточных вод активным илом</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов; основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов; особенности очистки сточных вод активным илом.</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет общие, но не структурированные знания об основных принципах работы очистных сооружений разного типа и полигонов; основных методах очистки сточных вод и функционирования полигонов; особенностях очистки сточных вод активным илом.</p> <p align="center">Хорошо Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных принципах работы очистных сооружений разного типа и полигонов; основных методах очистки сточных вод и функционирования полигонов; особенностях очистки сточных вод активным илом.</p> <p align="center">Отлично Знает основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов; основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов; особенности очистки сточных вод активным илом.</p>
<p>ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации</p>	<p>Владеть: навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не владеет навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы.</p> <p align="center">Удовлетворительн Владеет некоторыми навыками применения методов очистки сточных вод, применения</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием		<p align="center">Удовлетворительн биофильтров и оптимизации их работы.</p> <p align="center">Хорошо Владеет основными навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы.</p> <p align="center">Отлично Владеет навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы.</p>
<p>ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием</p>	<p>УМЕТЬ выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не умеет выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов.</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет общие представления об умении выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов.</p> <p align="center">Хорошо Имеет представление об умении выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов.</p> <p align="center">Отлично Умеет выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием	Основы очистки сточных вод Письменное контрольное мероприятие	Знает: основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов Знает: основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов
ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием	Экологические системы естественных очистных сооружений Письменное контрольное мероприятие	Знает: основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов Знает: особенности очистки сточных вод активным илом Владеет: навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.8 готовность участвовать в планировании и проведении мероприятий по управлению и оптимизации природопользованием, организации полевых и лабораторных работ, составлении сметной и отчетной документации по управлению природопользованием	Итоговое контрольное мероприятие (экзамен) Итоговое контрольное мероприятие	Знает: основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов Знает: основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов Умеет: выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов Владеет: навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы

Спецификация мероприятий текущего контроля

Основы очистки сточных вод

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает: основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов	17
Знает: основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов	13

Экологические системы естественных очистных сооружений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет: навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы	13
Знает: особенности очистки сточных вод активным илом	10
Знает: основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов	7

Итоговое контрольное мероприятие (экзамен)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Владеет: навыками применения методов очистки сточных вод, применения биофильтров и оптимизации их работы	13
Знает: основные принципы работы очистных сооружений разного типа и полигонов	10
Знает: основные методы очистки сточных вод и функционирования полигонов	10
Умеет: выбирать приемлемый и безопасный метод очистки сточных вод и утилизации твёрдых бытовых отходов	7