

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.11.2023 13:36:56
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 23 » апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
БИОТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Направление подготовки
**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы магистратуры
Водоочистка в химической, нефтехимической и биотехнологии

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Спиридонова Е.А.

Рабочая программа дисциплины «Биотехнология очистки воды» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники протокол от « 12 » апреля 2021 № 6

Заведующий кафедрой

В.В. Самонин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от « 20 » апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»		Д.А. Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	13
4.3.1. Семинары, практические занятия	13
4.3.2. Лабораторные занятия.....	14
4.4. Самостоятельная работа.....	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	15
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	15
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	16
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	18
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	18
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	18
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	19
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-2 Способен выбирать и использовать современные методы и аналитическое оборудование для определения параметров</p>	<p>ПК-2.2 Анализ результатов очистки поверхностных и сточных вод с использованием микроорганизмов</p>	<p>Знать: параметры качества воды, оцениваемые на этапе биологической очистки воды (ЗН-1); Уметь: анализировать результаты очистки воды с использованием биологических методов (У-1); Владеть: навыками расчета эффективности очистки воды с использованием биологических методов (Н-1)</p>
<p>ПК-3 Способен использовать знания о физико-химических и биохимических процессах в воде</p>	<p>ПК-3.4 Знание основ химических превращений при биологической обработке воды</p>	<p>Знать: основные биохимические процессы в технологии очистки воды (ЗН-2); Уметь: описывать схемы химических превращений при биологической обработке воды (У-2); Владеть: навыками составления простейших химических реакций, описывающих процессы при биологической очистке воды (Н-3)</p>
	<p>ПК-3.5 Знание основных процессов жизнедеятельности микроорганизмов</p>	<p>Знать: особенности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений. Понятие активного ила. Аэробы и Анаэробы (ЗН-3); Уметь: описывать основные особенности жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		(У-3); Владеть: навыками подбора оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов (Н-3)
ПК-5 Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на обеспечение высокого качества воды	ПК-5.5 Очистка воды с использованием микроорганизмов от загрязнений	Знать: - сооружения и аппараты биологической очистки сточных вод (ЗН-4); - аэробная очистка сточных вод, анаэробная очистка сточных вод (ЗН-5); - особенности биологических методов очистки воды; рециркуляция и контактная стабилизация активного ила (ЗН-6); Уметь: оценивать возможность применения различных типов сооружений и аппаратов для биологической очистки сточных вод (У-4); Владеть: навыками расчета эффективности работы различных аппаратов для биологической очистки сточных вод (Н-4)
	ПК-5.6 Знание основных схем проведения биологической очистки воды	Знать: основные схемы проведения биологической очистки воды (ЗН-7); Уметь: описывать различные схемы биологической очистки сточных вод (У-5); Владеть: навыками описания технологических схем биологической очистки сточных вод (Н-5)
	ПК-5.7 Оценка эффективности биологической	Знать: влияние параметров очищаемой воды на эффективность ее очистки с использованием биологических методов (ЗН-

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	очистки воды	8); Уметь: рассчитывать базовые коэффициенты процессов биологической очистки воды (У-6); Владеть: навыками расчета базовых коэффициентов процессов биологической очистки воды (Н-6)
ПК-6 Готов подбирать и разрабатывать технологии водообработки в соответствии с техническим заданием	ПК-6.1 Выбор схем для биологической очистки воды	Знать: влияние последовательности стадий на эффективность очистки воды (ЗН-9); Уметь: подбирать последовательность стадий биологической очистки воды (У-7); Владеть: навыками подбора последовательности стадий для повышения эффективности очистки воды (Н-7)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Биотехнология очистки воды» относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры и изучается на 1 курсе во 2 семестре (Б1.В.04).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении общеинженерных дисциплин, а также «Сорбирующие материалы и сорбционные процессы», «Контроль качества воды», «Реагентные методы очистки воды», «Реагентное хозяйство». Полученные в процессе изучения дисциплины «Биотехнология очистки воды» знания, умения и навыки могут быть использованы при дальнейшем обучении, прохождении учебной и производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	70
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	32 (3)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР (в том числе практическая подготовка)	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	110
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Основные биохимические процессы в технологии очистки воды	4	4	-	28	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.2. ПК-2.3 ПК-3.3. ПК-5.3
2.	Особенности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений. Понятие активного ила. Аэробы и Анаэробы	4	4	-	28	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.2. ПК-2.3 ПК-3.3. ПК-5.3
3.	Классификация биологических методов очистки воды. Микробиологические аспекты водоочистки.	8	8	-	26	ПК-3 ПК-5	ПК-3.3. ПК-5.3 ПК-5.4
4.	Особенности биологических методов очистки воды. Рециркуляция и контактная стабилизация активного ила	8	8	-	14	ПК-3 ПК-5	ПК-3.3 ПК-5.5
5.	Сооружения и аппараты биологической очистки сточных вод. Аэробная очистка сточных вод. Анаэробная очистка сточных вод	8	8	-	14	ПК-3 ПК-5	ПК-3.3. ПК-5.3 ПК-5.4

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Основные биохимические процессы в технологии очистки воды</p> <p>Общие понятия о микробиологической очистке воды. Место микробиологической очистке в общей классификации методов очистки сточных вод.</p> <p>Успехи современной биотехнологии. Три основных направления биологической переработки отходов. Четыре основные операции очистки сточных вод.</p> <p>Основные характеристики сточных вод. БПК, ХПК, БПКп. Микробиологические показатели качества воды.</p>	4	
2	<p>Особенности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений. Понятие активного ила. Аэробы и Анаэробы</p> <p>Особенности систематики, номенклатуры и строения клеток микроорганизмов</p> <p>Современная классификация живой природы. Морфология и строение клеток бактерий. Строение эукариотов и прокариотов. Сходства и различия в строении.</p>	2	
2	<p>Аэробные и анаэробные методы биохимической очистки сточных вод. Морфология микробов.</p> <p>Влияние физических, химических и биологических факторов на микроорганизмы.</p> <p>Основные виды взаимоотношений микроорганизмов. Антагонизм. Метабиоз. Комменсализм. Мутуализм. Сателлизм. Синергизм. Хищничество. Нейтрализм. Антибиотики. Пробиотики. Бактериофаги. Методы стерилизации. Формы проявления внутривидовой изменчивости микроорганизмов</p>	2	
3	<p>Классификация биологических методов очистки воды. Микробиологические аспекты водоочистки.</p> <p>Сущность способа биологической очистки сточных вод. Процессы с участием активного ила.</p>	2	
3	<p>Типичный состав активного ила биологических очистных сооружений и характеристика наиболее важных представителей микроорганизмов активного ила. Роль родов <i>Pseudomonas</i> и <i>Bacillus</i> в очистке сточных вод. Адаптационная и мутационная изменчивость микроорганизмов..</p> <p>Химический состав микроорганизмов-деструкторов.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Макро- и микроэлементы в составе клеток микроорганизмов и их роль. Основные типы питания у различных групп микроорганизмов.		
3	Общие принципы действия экологических факторов на микроорганизмы. Влияние основных факторов среды на рост микроорганизмов и их биосинтетическую активность в типичных биотехнологических промышленных процессах. Кинетическое лимитирование роста и жизненные стратегии микроорганизмов. Три типа жизненных стратегий микроорганизмов. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) и ее роль в клетке.	2	
3	Нитрификация и денитрификация. Схемы осуществления процессов нитрификации и денитрификации Нитрификация и денитрификация. Дефосфатизация. Преферментация. Оптимальные условия проведения процессов нитрификации и денитрификации. Оптимальные условия проведения процессов дефосфатизации. Преферментация и условия ее осуществления. Оптимальные соотношения ЛЖК и фосфора в сточных водах. Рекомендации для внедрения процесса преферментации.	2	
4	Особенности биологических методов очистки воды. Рециркуляция и контактная стабилизация активного ила Современные технологии микробиологической очистки сточных вод. Аноксидная/оксидная технология. Технология Кейптаунского университета. Модернизированный УСТ- процесс. Йоханессбургский процесс. Процессы очистки сточных вод с использованием ацидофикации осадка. Схема обработки сточных вод на канализационных сооружениях Dokhaven в Голландии с использованием процессов Sharon и Anammox. Технология SBR. Технология мембранного биореактора (МБР). Технология периодического биореактора (SBR).	8	
5	Сооружения и аппараты биологической очистки сточных вод. Аэробная очистка сточных вод. Анаэробная очистка сточных вод Устройство основных звеньев механической и биологической очистки сточных вод. Механические решетки. Песколовки.	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Первичные отстойники. Аэротенки. Вторичные отстойники. Конструкции аэротенков. Факторы, определяющие удовлетворительную работу аэротенков. Доза активного ила по объему и иловый индекс. Время контакта активного ила со сточными водами. Кислородный режим в аэротенках. Прирост и регенерация активного ила. Возраст активного ила. Расчет нагрузок на аэротенки. Классификация очистных сооружений по основным технологическим параметрам. Окислительная мощность аэротенков. Функции и конструкции вторичных отстойников и их отличия от первичных отстойников.		
5	Оценка эффективности работы вторичных отстойников. Факторы, влияющие на осаждаемость активного ила во вторичных отстойниках. Гидравлическая нагрузка на вторичные отстойники. Условия пребывания активного ила во вторичных отстойниках. Доза возвратного ила и конструкция контрольных эрлифтов. Регламентирование удаления активного ила из вторичных отстойников. Влажность избыточного и возвратного ила. Системы удаления активного ила из отстойников. Основные факторы, вызывающие избыточный вынос взвешенных веществ из вторичных отстойников. Основные факторы, вызывающие избыточный вынос взвешенных веществ из вторичных отстойников.	4	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Основные биохимические процессы в технологии очистки воды Классификация биохимически очищаемых сточных вод. Механизм биохимической	4		

	<p>деструкции. Естественное самоочищение водных объектов. Влияние загрязнений и различных факторов среды на способность водных объектов к самоочищению.</p>			
2	<p>Особенности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений. Понятие активного ила. Аэробы и Анаэробы Роль азота и фосфора в жизнедеятельности микроорганизмов. Трансформации соединений азота, фосфора и углерода в процессе метаболизма бактерий. Роль серы в жизнедеятельности микроорганизмов. Сера как основной элемент питания микроорганизмов. Возможные пути превращения соединений серы в сооружениях биологической очистки. Микроорганизмы, окисляющие формы серы низших степеней окисления. Механизмы окисления серы. Роль ионов щелочных и щелочноземельных металлов в процессах микробиологической очистки. Роль железа в процессе жизнедеятельности микроорганизмов и факторы его усваивания бактериями и другими микроорганизмами. Потребность микроорганизмов в железе. Воздействие на микроорганизмы физических и химических факторов</p>	4	1	
3	<p>Классификация биологических методов очистки воды. Микробиологические аспекты водоочистки Подготовка воды к биохимической очистке. Определение возможности биохимической деструкции органических веществ.</p>	8	1	Ролевая игра
4	<p>Особенности биологических методов очистки воды. Рециркуляция и контактная стабилизация активного ила Деструкция соединений серы</p>	8	1	

	<p>микроорганизмами в анаэробных зонах очистных сооружений. Превращения соединений серы в анаэробных условиях и сульфитредуцирующие бактерии. Окисление легких органических веществ сульфатовосстанавливающими бактериями. Особенности анаэробного дыхания сульфатовосстанавливающих бактерий. Восстановительные микробиологические процессы с участием элементарной серы. Удаление соединений серы при биологической очистке сточных вод.</p> <p>Биотрансформация соединений железа при биоочистке: восстановление, окисление, сорбция, накопление.. Восстановление соединений железа с участием микроорганизмов на очистных сооружениях. Окисление соединений железа с участием микроорганизмов на очистных сооружениях. Процесс сорбции соединений железа с участием микроорганизмов на очистных сооружениях.</p>			
5	<p>Сооружения и аппараты биологической очистки сточных вод. Аэробная очистка сточных вод. Анаэробная очистка сточных вод</p> <p>Общая характеристика сооружений и аппаратов биологической очистки. Классификация аппаратов биологической очистки. Методы расчетов аппаратов. Конструкции аппаратов. Очистка сточных вод в аэротенках, в биофильтрах. Анаэробная очистка сточных вод. Приемы повышения аэрации при биологической очистке воды. Чередование аэробных, анаэробных и аноксидных зон</p>	8		

4.3.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основы микробиологии (возможно использования курсов типа «открытое образование» и др.)	28	Доклад
2	Основы биотехнологии (возможно использования курсов типа «открытое образование» и др.)	28	
3	Биосорбция. Понятие. Технологические аспекты. Область применения	26	
4	Иммобилизация микроорганизмов. Технологические приемы. Области применения. Применение иммобилизованных клеток микроорганизмов в процессах очистки воды.	14	
5	Обработка и утилизация осадков сточных вод. Уплотнение активного ила. Способы обезвоживания осадков.	14	

4.5. Форма текущего контроля

Ролевая игра

Групповая коммуникация в рамках представления доклада в соответствии с вопросами для самостоятельной работы. Докладчик в формате пресс-конференции освещает выбранную тему и отвечает на вопросы слушателей.

Примеры тем докладов:

Новые штаммы микроорганизмов для удаления разливов нефти

Мониторинг озера Байкал

Приемы снижения количества отходов при биохимических методах очистки.

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант 1

1. Влияние биологических факторов на микроорганизмы.
2. Возраст активного ила. Избыточный активный ил. Расчет возраста ила.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Водоотведение / Ю. В. Воронов [и др.] ; Под общ. ред. Ю. В. Воронова. - Москва : АСВ, 2014. - 416 с. : ил. - Библиогр.: с. 408-409. - ISBN 978-5-93093-983-5
2. Гогина, Е. С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения: Справочное пособие/ Е. С. Гогина, А. Д. Гуринович, Е. А. Урецкий. - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. - 312 с. – ISBN 978-5-93093-871-5.
3. Инженерно-экологический справочник : в 3 т. / Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева ; Под общ. ред. А. С. Тимонина.. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019., Т. 2. - 2019. - 960 с.- ISBN 978-5-9729-0331-3
4. Благоразумова, А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод : учебное пособие / А. М. Благоразумова. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2014. - 208 с. - 978-5-8114-1676-9 Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение: учебник / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. - Москва : Юрайт, 2013. - 472 с. – ISBN 978-5-9916-2615-6
5. Рябчиков, Б.Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. - Москва: ДеЛи плюс, 2013. - 680 с. – ISBN 978-5-905170-49-2.

б) электронные учебные издания:

1. Далидович, В.В. Расчет основного технологического оборудования процессов водообработки. Ч 1: учебное пособие / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева, В. В. Самонин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. - 70 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Далидович, В.В. Расчет основного технологического оборудования процессов водообработки. Ч 2: учебное пособие / В. В. Далидович, Л. В. Григорьева, В. В. Самонин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. - 52 с. // СПбГТИ. Электронная

библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

«Открытое образование» - <https://openedu.ru/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Биотехнология очистки воды» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты программ:

стандартные программные продукты пакета «Apache_ OpenOffice».

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории, оснащенные мебелью, проектором BenQ MX518, ноутбуками HP Compaq Presario в количестве 2 штук, проектором Vivitek D508 DLP, проекционными экранами в количестве 2 штук, пульта для управления презентацией, досками, на 20-30 посадочных мест.

Для самостоятельной работы помещения оснащены мебелью на 10-15 посадочных мест.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Биотехнология очистки воды»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Способен выбирать и использовать современные методы и аналитическое оборудование для определения параметров	промежуточный
ПК-3	Способен использовать знания о физико-химических и биохимических процессах в воде	промежуточный
ПК-5	Способен подбирать, разрабатывать и использовать технологические решения, направленные на обеспечение высокого качества воды	промежуточный
ПК-6	Готов подбирать и разрабатывать технологии водообработки в соответствии с техническим заданием	начальный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачет» (пороговый)	«незачет» (ниже порогового)
ПК-2.2 Анализ результатов очистки поверхностных и сточных вод с использованием микроорганизмов	Знает параметры качества воды, оцениваемые на этапе биологической очистки воды (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	имеет представления о параметрах качества воды, приводит примеры параметров качества воды, определяемых на этапе биологической очистки воды; приводит примеры значений параметров качества воды, определяемых на этапе биологической очистки воды	
	Умеет анализировать результаты очистки воды с использованием биологических методов (У-1);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	сравнивает параметры качества воды до и после этапа биологической очистки с нормативными показателями, оценивает эффективность биологического метода очистки воды	
	Владет навыками расчета эффективности очистки воды с использованием биологических методов (Н-1)	Правильные ответы на вопросы к зачету №	демонстрирует навыки расчета эффективности очистки воды на каждом этапе; приводит примеры расчетов и анализирует полученные результаты	
ПК-3.4 Знание основ химических превращений при	Знает основные биохимические процессы в технологии очистки воды (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	описывает основные биохимические процессы в технологии очистки воды, приводит примеры химических реакций	

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачет» (пороговый)	«незачет» (ниже порогового)
биологической обработке воды	Умеет описывать схемы химических превращений при биологической обработке воды (У-2);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	объясняет схемы химических превращений при биологической обработке воды, анализирует влияние различных внешних и внутренних факторов на данные превращения	
	Владеет навыками составления простейших химических реакций, описывающих процессы при биологической очистке воды (Н-2);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	составляет простейшие химические реакции, описывающие процессы при биологической очистке воды	
ПК-3.5 Знание основных процессов жизнедеятельности микроорганизмов	Знает особенности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений. Понятие активного ила. Аэробы и Анаэробы (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	кратко рассказывает особенности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений; дает определение активного ила; приводит различие анаэробы и аэробов	
	Умеет описывать основные особенности жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений (У-3);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	объясняет основные особенности жизнедеятельности микроорганизмов-деструкторов очистных сооружений;	
	Владеет навыками подбора оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов (Н-3);	Правильные ответы на вопросы к зачету №	подбирает условия для оптимальной	

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачет» (пороговый)	«незачет» (ниже порогового)
ПК-5.5 Очистка воды с использованием микроорганизмов от загрязнений	Знает сооружения и аппараты биологической очистки сточных вод (ЗН-4); (ЗН-4);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Знает аэробная очистка сточных вод, анаэробная очистка сточных вод (ЗН-5)	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Знает особенности биологических методов очистки воды; рециркуляция и контактная стабилизация активного ила (ЗН-6);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Умеет оценивать возможность применения различных типов сооружений и аппаратов для биологической очистки сточных вод (У-4);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Владет навыками управления навыками расчета эффективности работы различных аппаратов для биологической очистки сточных вод (Н-4)	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
ПК-5.6 Знание основных схем проведения	Знает основные схемы проведения биологической очистки воды (ЗН-7);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачет» (пороговый)	«незачет» (ниже порогового)
биологической очистки воды	Умеет описывать различные схемы биологической очистки сточных вод (У-5);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Владеет навыками описания технологических схем биологической очистки сточных вод (Н-5)	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
ПК-5.7 Оценка эффективности биологической очистки воды	Знает влияние параметров очищаемой воды на эффективность ее очистки с использованием биологических методов (ЗН-8);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Умеет рассчитывать базовые коэффициенты процессов биологической очистки воды (У-6);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Владеет навыками расчета базовых коэффициентов процессов биологической очистки воды (Н-6)	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
ПК-6.1 Выбор схем для биологической очистки воды	Знает влияние последовательности стадий на эффективность очистки воды (ЗН-9);	Правильные ответы на вопросы к зачету №		
	Умеет подбирать последовательность стадий биологической очистки воды	Правильные ответы на вопросы к зачету №		

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачет» (пороговый)	«незачет» (ниже порогового)
	(У-7);			
	Владеет навыками подбора последовательности стадий для повышения эффективности очистки воды (Н-7)	Правильные ответы на вопросы к зачету №		

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

1 Природа адсорбционных сил. Составляющие дальнедействующих сил. Исследования Гамакера. Электролитическая теория Лифшица. Водородная связь.

2 Пористая структура адсорбентов, ее основные характеристики. Особенности микро-, мезо-, макропор.

3 Предельная величина адсорбции. Объем микропор. Предельная величина сорбции. Предельный объем сорбционного пространства. Объем мезопор. Исправленная предельная величина адсорбции. Объем макропор. Суммарный объем пор.

4 Истинная, пикнометрическая, кажущаяся, насыпная плотности сорбента. Методы их определения. Порозность слоя.

5 Метод «молекулярных щупов» – структурно- сорбционный метод исследования ПС.

6 Интегральная теплота сорбции. Дифференциальная теплота сорбции.

7 Явление избирательности адсорбции. Коэффициенты разделения. Влияние различных факторов на избирательность адсорбции.

8 Природные неорганические сорбенты.

9 Синтетические неорганические сорбенты.

10 Углеродные сорбенты.

11 Сравнение процессов реализующихся в режиме фильтрации и перемешивания.

12 Пористая структура адсорбентов и ее влияние на избирательность адсорбции органических веществ из водных растворов.

13 Характеристика ионитов по типу матрицы, внешней форме, пористости, знаку заряда и природе противоионов. Полная, рабочая, статическая, динамическая обменные емкости.

14 Органические и неорганические ионообменные материалы, химический состав и строение, текстура и пористая структура, характер ионогенных групп, стехиометрическая, полная и динамическая обменная емкость. Классификация по ряду признаков.

15 Метод потенциометрического титрования.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

16 Классификация изотерм адсорбции (ИА) по Бруннауэру. ИА в относительных координатах ($a = f(p/p_s)$). Области низких, средних, высоких относительных давлений. Факторы, влияющие на вид ИА.

17 Влияние взаимодействия воды с поверхностью сорбента и с растворенным веществом на интенсивность адсорбции вещества из воды.

18 Применимость адсорбентов для очистки водных растворов от органических веществ, энергетические характеристики взаимодействия гидрофильной и гидрофобной поверхности с молекулами воды и с органическими молекулами (специфическое и дисперсионное взаимодействие).

19 Изотерма адсорбции (ИА) растворенного вещества (по БЭТ). Основные ИА из воды по классификации Смита

20 Эмпирическое уравнение Фрейндлиха, применяемое на практике для инженерных решений и расчетов, границы использования.

21 Уравнение Лэнгмюра для растворов, трансформация в уравнение Генри при малых концентрациях.

22 Основы термодинамики: уравнение Гиббса для адсорбции из растворов. Предложения Когановского по использованию значений G для классификации адсорбции различных соединений и радикалов на АУ марок БАУ, КАД, ОУ-А.

- 23 Эльтеков, Плавник: применение ТОЗМ для описания процесса сорбции из растворов, преимущества и недостатки подхода.
- 24 Порядок гомологических рядов по адсорбируемости на активных углях из водных растворов.
- 25 Основы адсорбции из воды, вытеснительный характер адсорбции, сравнение с адсорбцией газов и паров из газовых сред. Правило Траубе и области его выполнения. Сорбция смесей. Влияние хроматографического эффекта.
- 26 Сорбция неорганических примесей на активных углях. Примеры хорошо и плохо сорбирующихся классов соединений.
- 27 Кинетика и динамика сорбции из водных растворов. Факторы, влияющие на скорость сорбции. Сорбция индивидуальных компонентов.
- 28 Уравнение Шилова, уравнения Стадника (время защитного действия, длина зоны массопереноса, коэффициент диффузии). Уравнение Бохарда-Адамса
- 29 Структура жидкой воды. Избирательность и вытеснительный характер адсорбции органических веществ из воды.
- 30 Уравнение Гендерсона-Гассельбаха.
- 31 Сольватация. Гидратация. Особенности гидратации ионов различного вида. Эквивалентный коэффициент сольватации.
- 32 Селективность ее виды и особенность. Коэффициент распределения, коэффициент селективности.
- 33 Катиониты. Ряды селективности для основных катионитов и наиболее распространенных ионов.
- 34 Аниониты. Ряды селективности, механизм поглощения.
- 35 Изотерма ионного обмена. Графическое изображение, размерность, селективность, обратимость.
- 36 Кинетика ионного обмена.
- 37 Динамические характеристики процесса, определение величины динамической обменной емкости.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

- 38 Конструкции адсорберов. Адсорберы, работающие с использованием гранулированных сорбентов Назначение активных углей, в зависимости от вида изотермы адсорбции и выходной кривой.
- 39 Особенности конструкций адсорберов, системы распределения водных потоков, особенности промывки, узкие места. Расчет систем сорбционной очистки для многосекционных противоточных аппаратов с полным перемешиванием в каждой секции и линейной изотермой адсорбции. Формула Родзиллера.
- 40 Адсорберы работающие с использованием порошкообразных сорбентов: Расчет систем сорбционной очистки для линейной изотермы адсорбции. Основные сорбционные и гидравлические характеристики систем с порошкообразными активными углями
- 41 Очистка жидких (водных) сред. Сравнение традиционных методов (механических, реагентных, биотехнологических и др.) не дающих достаточно высоких степеней очистки для использования воды в питьевом, хозяйственном и оборотном водоснабжении.
- 42 Использование водоочистительных установок с активных углей в развитых странах, производительность, стоимость очистки, сравнение в аналогичными показателями в России.
- 43 Основные стадии регенерации адсорбентов и ионитов.
- 44 Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов.
- 45 Фильтры с очисткой воды сверху вниз, а регенерацией снизу вверх. Сравнение

распределения ионов при прямоточной и противоточной регенерации.

- 46 Реактивация
- 47 Очистка жидких (водных) сред. Традиционные методы и ионный обмен, достоинства и недостатки.
- 48 Очистка воды от N-содержащие соединения,
- 49 Очистка воды от S-содержащие соединения
- 50 Очистка воды от Hg-содержащие соединения.
- 51 Очистка воды от органических загрязняющих веществ. Понятие ХПК, БПК.
- 52 Описание комплексного процесса очистки воды от загрязняющих веществ, путем проведения физико-механической обработки, биохимической обработки, химической (реагентной) обработки, физико-химической обработки - сорбционной. Сопоставление БПК/ХПК для различных органических веществ и различных методов обработки.
- 53 Обесфеноливание подсмольных сточных вод. Состав сточных вод, применяемые в промышленности методы очистки, возможности сорбционной обработки, условия проведения процесса, достигаемые результаты.
- 54 Удаление из воды особо токсичных соединений. Источник загрязнений, уровень ПДК, возможности биохимической обработки и сорбционного метода
- 55 Очистка сточных вод от нефтепродуктов. Применяемые материалы, сорбционная емкость, глубина очистки.
- 56 Очистка сточных вод от красителей и ПАВ. Сорбционная способность используемых активных углей, константы уравнения Фрейндлиха для различных красителей и ПАВ.
- 57 Очистка сточных вод производства синтетического каучука. Основные ЗВ, возможности биохимической обработки, характеристика по БПК и ХПК, возможности сорбционного метода.
- 58 Дехлорирование питьевой воды. Характеристика и механизм процесса.
- 59 Удаление запахов из питьевой воды, расход активного угля для данной цели в развитых странах.
- 60 Влияние сорбционной обработки воды на ее бактериальную обсемененность. Характеристика процесса по коли-индексу и микробному числу.
- 61 Очистка воды от ионов металлов.
- 62 Применение пористых носителей в процессах биохимической обработки воды в качестве носителей иммобилизованных микроорганизмов.
- 63 Ионнообменные технологии в водоподготовке
- 64 Применение природных сорбентов для очистки воды
- 65 Удаление катионов из воды.
- 66 Удаление анионов из воды.
- 67 Обессоливание воды.
- 68 Умягчение воды.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.