

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Химико-технологический институт

Кафедра физико-химической технологии защиты биосферы

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания для
самостоятельной работы обучающихся

Б1.В.ДЭ.02.02 – ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) – «Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов»

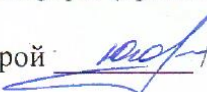
Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 6 (216)

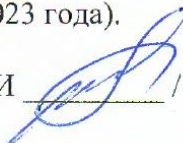
г. Екатеринбург, 2023

Разработчики: канд. хим. наук, доцент  / Т.А. Мельник /


Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 6 от « 11 » 01 2023 года).

Зав. кафедрой  Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 3 от « 15 » 02 2023 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

« 15 » 02 2023 года

Оглавление

1. Общие положения	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов	7
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины	7
очная форма обучения	7
заочная форма обучения	8
очно-заочная форма обучения	8
5.2. Содержание занятий лекционного типа	9
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа	10
5.4. Детализация самостоятельной работы	12
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	13
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	17
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	17
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	17
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	19
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций	23
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	25
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	28
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	29

1. Общие положения

Дисциплина «Технология водоподготовки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Технология водоподготовки» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. №245.
- Приказ Минобрнауки России от 19.07.2022 г. №662 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования».
- Концепция преподавания истории России для неисторических специальностей и направлений подготовки, реализуемых в образовательных организациях высшего образования, утвержденная протоколом Экспертного совета по развитию исторического образования от 15.02.2023 № ВФ/15-пр.
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17.11.2020 г. № 806н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения».
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 г. № 569н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по экологической безопасности (в промышленности)».
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 923 от 07.08.2020;
- Учебные планы ОПОП ВО 18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриата) по очной, очно-заочной и заочной формам обучения. Образовательная программа утверждена на заседании Учёного Совета ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет (протокол № 3 от 16.03.2023). С дополнениями и изменениями, утвержденными на заседании Учёного совета ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет (протокол от 20.04.2023 №4), введенными в действие приказом УГЛТУ от 28.04.2023 №302-А.

Обучение по образовательной 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) осуществляется на русском языке.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся системных представлений о методах и способах подготовки воды из природного водоисточника для питьевых, хозяйственных и производственных нужд, умений и навыков реализации и обоснования конкретных технических решений в сфере создания энерго- и ресурсосберегающих, здоровьесберегающих технологий и минимизации воздействия на окружающую среду и организм человека, эксплуатации и обслуживания экобиозащитного оборудования.

Задачи дисциплины:

– познакомить с классификацией методов и основного оборудования приведения качества воды из природных источников до требований СанПиН 2.1.4.1074-01 и технологических потребителей, что позволит обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго-, ресурсо- и здоровьесберегающих технологий;

– развить умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки воды, элементов экобиозащитного оборудования, что предопределяет готовность его осваивать и эксплуатировать, принимать участие в проверке технического состояния;

– научить использовать основные нормативные и правовые акты в области охраны окружающей среды и обосновывать конкретные технические решения при совершенствовании действующих технологических линий подготовки природных вод и разработке новых технологий, направленных на минимизацию воздействия на водную среду и организм человека.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

– **ПК-1.** Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, проводить модернизацию и реконструкцию технологических процессов очистки сточных вод с ориентацией на энерго- и ресурсосберегающие передовые технологии;

– **ПК-4.** Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования;

– **ПК-5.** Готов обосновывать и внедрять в организации новые природоохранные техники и технологии с учетом эколого-экономического анализа, специфики работы предприятия/организации и позиции воздействия опасностей на человека.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– методы, применяемые для очистки природных вод от загрязняющих компонентов, находящихся в различных фазово-дисперсных состояниях;

– оборудование для водоподготовки: теоретические основы работы, предъявляемые требования, основные конструктивные элементы, нормы технологических режимов работы в нормальных условиях эксплуатации и аварийных ситуациях;

– методологию разработки, исследования, совершенствования и проектирования рациональных технологических линий водоподготовки;

– экологическое законодательство Российской Федерации, основные нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды;

– технологические методы водоподготовки, позволяющие снизить вероятность проявления экологического риска;

– отечественный и зарубежный опыт исследований в области технологических процессов систем водоподготовки при совершенствовании комплекса инженерных систем;

– конкретные техники и технологии водоочистки, направленные на минимизацию воздействия опасностей на окружающую среду и организм человека;

– элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий водоочистки.

уметь:

– выявлять проблемы, возникающие при работе очистных сооружений, осуществлять поиск оптимальных решений при реконструкции действующих технологических процессов и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий;

– выявлять технологические процессы, операции и оборудование, оказывающее основное негативное воздействие на окружающую среду, предлагать экологически безопасные и доступные технологии для снижения проявления экологического риска;

– проводить конструкторско-технологический анализ работы водоочистного оборудования при обосновании его замены, реконструкции и модернизации существующих технологий водоподготовки;

– применять расчетные методы выбора, разработки и эксплуатации инженерных методов и средств защиты водной среды при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования с учетом специфики работы предприятия/организации.

владеть:

– навыками технологического расчета и моделирования параметров физико-химических процессов водоподготовки, оборудования водоочистки;

– приоритетными путями развития новых энерго-, ресурсосберегающих и здоровьесберегающих технологий;

– методами составления материальных балансов аппаратов, установок и технологических схем;

– элементами конструкторско-технологического анализа экобиозащитного оборудования при обосновании его замены, реконструкции и модернизации существующих технологий водоочистки;

– навыками поиска информации для обоснования и внедрения малоотходных и ресурсосберегающих технологий водоподготовки.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Прикладная механика	Расчеты химико-технологических процессов	Надзор и контроль в сфере безопасности
Медико-биологические основы безопасности	Технология основных производств и промышленные выбросы	Производственная практика (преддипломная)
Теоретические основы защиты окружающей среды	Управление и организация охраны окружающей среды	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Промышленная экология	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Процессы и аппараты химической технологии		
Методы и приборы контроля окружающей среды		
Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))		

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов		
	очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
Контактная работа с преподавателем*:	100,35	26,35	28,35
лекции (Л)	32	10	14
практические занятия (ПЗ)	32	16	6
лабораторные работы (ЛР)	36	-	8
иные виды контактной работы	0,35	0,35	0,35
Самостоятельная работа обучающихся:	115,65	189,65	187,65
изучение теоретического курса	40	78	50
подготовка к текущему контролю	40	103	102
курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	35,65	8,65	35,65
Вид промежуточной аттестации:	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость	6/216		

*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Технологическое оформление методов механической водоочистки	4	12	-	16	12
2.	Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки	8	-	36	44	30

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
3.	Кондиционирование природных вод	6	6	-	12	10
4.	Электрохимические методы водоочистки	2	-	-	2	3
5.	Технологии обеззараживания воды	2	4	-	6	14
6.	Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод	10	10	-	20	11
Итого по разделам:		32	32	36	100	80
Промежуточная аттестация		-	-	-	0,35	35,65
Всего		216				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Технологическое оформление методов механической водоочистки	1	4	-	5,0	36
2.	Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки	3,5	-	-	3,5	74
3.	Кондиционирование природных вод	2	4	-	6,0	20
4.	Электрохимические методы обработки природных вод	0,5	-	-	0,5	11
5.	Технологии обеззараживания воды	0,5	4	-	4,5	20
6.	Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод	2,5	4	-	6,5	20
Итого по разделам:		10	16	0	26	181
Промежуточная аттестация					0,35	8,65
Всего		216				

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Технологическое оформление методов механической водоочистки	2	2	-	4	26
2.	Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки	4	2	8	14	40
3.	Кондиционирование природных вод	4	-	-	4	20
4.	Электрохимические методы обработки природных вод	1	-	-	1	20
5.	Технологии обеззараживания воды	1	-	-	1	26
6.	Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод	2	2	-	4	20
Итого по разделам:		14	6	8	28	152
Промежуточная аттестация					0,35	35,65
Всего		216				

5.2. Содержание занятий лекционного типа

1. Технологическое оформление методов механической водоочистки

1.1. *Отстаивание в поле гравитационных сил.* Отстойники: принцип действия, классификация и конструктивные модификации отстойников, условия и основные технологические характеристики работы, достоинства и недостатки. Схема устройства тонкослойного отстойника.

1.2. *Осаждение в слое взвешенного осадка.* Краткие теоретические сведения об осаждении частиц в слое взвешенного осадка. Конструкции осветлителей со взвешенным слоем осадка, достоинства и недостатки.

1.3. *Отстаивание в поле центробежных сил.* Напорные и безнапорные гидроциклоны: принцип действия, условия и основные технологические характеристики работы, достоинства и недостатки.

1.4. *Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку.* Классификация фильтров с зернистой загрузкой. Схема скорого однослойного фильтра в рабочем положении, цикл работы установки. Двухслойные и каркасно-засыпные фильтры. Схема каркасно-засыпного фильтра в рабочем положении, цикл работы установки. Достоинства и недостатки фильтрационных установок.

Напорные вертикальные фильтры: принцип действия, условия работы, достоинства и недостатки.

Схема и принцип работы контактного осветлителя. Достоинства и недостатки.

Фильтры с плавающей загрузкой: принцип действия, условия работы, достоинства и недостатки.

Регенерация зернистых фильтрующих материалов, типы распределительной системы фильтров, конструкция желобов.

Условия и основные технологические характеристики работы фильтровальных установок.

Аппараты с фильтровальными перегородками: область применения, выбор фильтровальной перегородки. Схема устройства микрофильтра.

2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки.

2.1. *Технологическое оформление процесса очистки природных вод флотацией.* Флотация пузырьками, образующимися из пересыщенных растворов газа в воде. Стадии процесса. Принципиальные технологические схемы вакуумной и напорной флотации. Достоинства и недостатки. Современные схемы установок напорной флотации. Флотация с механическим диспергированием воздуха (импеллерные, пневматические, безнапорные установки, в т.ч. с подачей воздуха через пористые материалы). Способ генерирования пузырьков. Условия и основные технологические характеристики работы флотационных установок.

Ионная флотация: механизм процесса, область применения, технологическая линия установки.

2.2. *Технологическое оформление процесса очистки природных вод коагуляцией и флокуляцией.* Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией: приготовление водных растворов коагулянта и флокулянта; дозирование растворов реагентов; смешение растворов с природной водой; хлопьеобразование; выделение хлопьев из воды. Классификация и схемы устройства смесителей, камер хлопьеобразования. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

2.3. *Технологическое оформление процесса очистки природных вод адсорбционными методами.* Технологическое оформление процессов адсорбции: статический и динамический варианты. Аппараты для адсорбционной обработки природных вод. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

Особенности технологического применения катионитов и анионитов. Схема устройства напорного параллельноточного ионитового фильтра, цикл работы ионитовой

установки. Схема устройства напорного противоточного ионитового фильтра, цикл работы ионитовой установки. Схема устройства напорного ионитового фильтра смешанного действия, цикл работы ионитовой установки. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

2.4. *Мембранные технологии в практике очистки природных вод.* Конструкции аппаратов для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации: типа фильтр-пресс с плоскопараллельными фильтрующими устройствами; с трубчатыми фильтрующими элементами; с рулонными или спиральными элементами; с мембранами в виде полых волокон. Схема и принцип действия, условия работы, достоинства и недостатки.

3. Кондиционирование природных вод.

3.1. *Дегазация воды.* Удаление свободной углекислоты. Обескислороживание воды. Удаление сероводорода.

3.2. *Стабилизационная обработка воды.* Стабильность воды и формы ее выражения. Методы стабилизационной водообработки. Технология и оборудование для стабилизации воды на станциях водоочистки.

3.3. *Обезжелезивание и деманганация.* Методы обезжелезивания воды и область их применения. Технологические схемы безреагентного и реагентного обезжелезивания. Методы деманганации воды и область их применения.

3.4. *Умягчение воды.* Реагентные методы умягчения воды. Ионообменные методы и сооружения умягчения воды. Термохимические методы умягчения.

3.5. *Обессоливание и опреснение воды.* Ионообменное обессоливание воды. Обессоливание воды в аппаратах обратного осмоса и электродиализаторах.

3.6. *Фторирование и обесфторивание воды.*

4. Электрохимические методы обработки природных вод.

Анодное окисление и катодное восстановление примесей. Принципиальная схема электролизера, принцип действия, условия работы.

5. Технологии обеззараживания воды.

5.1. *Современные технологии обеззараживания воды.* Обеззараживание воды хлорированием. Ультрафиолетовое облучение очищенной воды. Обеззараживание воды озонном.

5.2. *Физико-химические методы интенсификации процессов обеззараживания.*

6. Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод.

6.1. *Разработка технологической схемы водоподготовки подземных вод.*

6.2. *Разработка технологической схемы водоподготовки поверхностных вод.*

Формулирование цели проекта, разработка критериев и показателей достижения цели, разработка обобщенных вариантов решения проектной задачи и их анализ, оценка воздействия на окружающую среду и изменений окружающей среды, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности.

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены лабораторные и практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час					
			всего			в том числе в форме практической подготовки		
			очное	заочное	очно-заочное	очное	заочное	очно-заочное
1	Раздел 1. Технологическое оформление методов меха-	практическая работа	6	2	-	-	-	-

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час						
			всего			в том числе в форме практической подготовки			
			очное	заочное	очно-заочное	очное	заочное	очно-заочное	
	нической водоочистки (тема: 1.2. Отстаивание в поле гравитационных сил)								
2	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической водоочистки (тема: 1.4. Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку)	практическая работа	6	2	2	-	-	-	
3	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема: 2.1. Технологическое оформление процесса очистки природных вод флотацией)	лабораторная работа	12	-	4	12	-	4	
4	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема: 2.2. Технологическое оформление процесса очистки природных вод коагуляцией и флокуляцией)	лабораторная работа	12	-	4	6	-	4	
5	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема: 2.3. Технологическое оформление процесса очистки природных вод адсорбционными методами)	лабораторная работа	12	-	-	6	-	-	
6	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема: 2.2. Технологическое оформление процесса очистки природных вод коагуляцией и флокуляцией)	практическая работа	-	-	2	-	-	-	
7	Раздел 3. Кондиционирование природных вод (тема: 3.1. Обезжелезивание и деманганация)	кейс-задание	6	4	-	-	-	-	
8	Раздел 5. Технологии обеззараживания воды (тема:	практическая работа	4	4	-	-	-	-	

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час					
			всего			в том числе в форме практической подготовки		
			очное	заочное	очно-заочное	очное	заочное	очно-заочное
	5.1. Современные технологии обеззараживания воды)							
9	Раздел 6. Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод	кейс-задание	10	4	2	-	-	-
Итого:			68	16	14	24	-	8

5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
1.	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической водоочистки (темы: 1.2. Осаждение в слое взвешенного осадка; 1.3. Отстаивание в поле центробежных сил))	Подготовка к тестовому контролю	3	6	12
2.	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической водоочистки (темы: 1.1. Отстаивание в поле гравитационных сил; 1.4. Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, подготовка к защите отчета	9	30	14
3.	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема 2.1. Технологическое оформление процесса очистки природных вод флотацией)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к защите отчета, подготовка к тестовому контролю	9	30	10
4.	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема 2.2. Технологическое оформление процесса очистки природных вод коагуляцией и флокуляцией)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, подготовка к защите отчета	9	30	10
5.	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема 2.3. Технологическое оформление процесса очистки природных вод адсорбционными методами)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю, подготовка к защите отчета	9	8	10
6.	Раздел 2. Технологическое оформление методов физико-химической водоочистки (тема 2.4. Мембранные техно-	Подготовка к тестовому контролю	3	6	10

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
	логии в практике очистки природных вод)				
7.	Раздел 3. Кондиционирование природных вод (темы: 3.1. Дегазация воды; 3.2. Стабилизационная обработка воды; 3.4. Умягчение воды; 3.5. Обессоливание и опреснение воды; 3.6. Фторирование и обесфторивание воды.	Подготовка к тестовому контролю	3	8	10
8.	Раздел 3. Кондиционирование природных вод (темы: 3.3. Обезжелезивание и деманганация)	Подготовка к выполнению кейс-задания	7	12	10
9.	Раздел 4. Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод	Подготовка к тестовому контролю	3	11	20
10.	Раздел 5. Технологии обеззараживания воды (тема: 5.1. Современные технологии обеззараживания воды)	Подготовка к тестовому контролю, подготовка к практическому занятию, защита отчета	10	14	14
11.	Раздел 5. Технологии обеззараживания воды (тема: 5.2. Физико-химические методы интенсификации процессов обеззараживания)	Подготовка к тестовому контролю	4	6	12
12.	Раздел 6. Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод	Подготовка к выполнению кейс-задания	11	20	20
13.	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	35,65	8,65	35,65
Итого:			115,65	189,65	187,65

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная учебная литература			
1.	Ветошкин, А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 304 с. – ISBN 978-5-8114-2035-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: https://e.lanbook.com/book/72577 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2.	Процессы, аппараты и техника защиты окружающей среды: учебное пособие. Ч. I. Очистка промышленных сточных вод / В.И. Легкий, И.Н. Липунов, А.Ф. Никифоров, И.Г. Первова; Минобрнауки России, Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2016. – 234 с. – Режим доступа:	2016	Электронный архив УГЛТУ

	http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5930		
Дополнительная учебная литература			
3.	Никифоров, А.Ф. Межфазные переходы в адсорбционных процессах [Текст]: учеб. пособие для студентов специальностей 270112 – Водоснабжение и водоотведение, 280201 – Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов, 280202 – Инженер. защита окружающей среды / А.Ф. Никифоров, Л.В. Василенко, Т.В. Лобухина; Урал. гос. лесотехн. ун-т, Урал. Федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – 186 с.	2010	51 экз.
4.	Мельник, Т.А. Исследование процесса очистки воды от сульфата магния методом ионного обмена [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной и заочной форм обучения. Направления 241000.62 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 280700.62 «Техносферная безопасность» / Т.А. Мельник: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2013. – Ч. I. – 35 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/pluginfile.php/36354/mod_resource/content/3/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D1%83%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BA%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%BE%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%20%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C%201.pdf	2013	ЭИОС
5.	Мельник, Т.А. Исследование процесса очистки воды с использованием коагулянтов [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной и заочной форм обучения. Направления 241000.62 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 280700.62 «Техносферная безопасность» / Т.А. Мельник: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2013. – Ч. II. – 25 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/pluginfile.php/36353/mod_resource/content/4/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D1%83%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0	2013	ЭИОС

	%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BA%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%86%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%BE%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%20%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C%20%20%281%29.pdf		
6.	Мельник, Т.А. Выделение эмульгированных масел [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной и заочной форм обучения. Направления 20.03.01 «Техносферная безопасность», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»/ Т.А. Мельник. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2021. – 20 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/pluginfile.php/36416/mod_resource/content/7/%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%A2.%D0%90.%20%D0%A4%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D1%8D%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB.pdf	2021	ЭИОС
7.	Мельник, Т.А. Извлечение неорганических ионов методом флотации [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения. Направления 20.03.01 «Техносферная безопасность», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 05.03.06 «Экология и природопользование» / Т.А. Мельник. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2023. – 20 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/pluginfile.php/155940/mod_resource/content/6/28%20%D0%9C%D0%A3%20%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA.%202023%20%28%D1%80%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%81%D1%8C%29.pdf	2023	ЭИОС

* прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), универсальная база данных East View (ООО «ИВИС») <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>, ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>).
2. Справочно-правовая система «Система ГАРАНТ». Свободный доступ (режим доступа: <http://www.garant.ru/company/about/press/news/1332787/>).
3. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (URL: <https://www.antiplagiat.ru/>).

Профессиональные базы данных

1. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Акционерное общество «Информационная компания «Кодекс» (<https://docs.cntd.ru/>). Режим доступа: свободный.
2. Официальный интернет-портал правовой информации (<http://pravo.gov.ru/>). Режим доступа: свободный
3. База полнотекстовых и библиографических описаний книг и периодических изданий (<http://www.ivis.ru/products/udbs.htm>). Режим доступа: свободный
4. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
5. Информационная система «ТЕХНОМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
6. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
7. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>;
8. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>

Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон «Водный кодекс Российской Федерации» от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/.
2. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/.
3. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416-ФЗ – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/.
4. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=90263871202497402182882562&cacheid=66A4353B3850656CC36F31D855C08D1C&mode=splus&base=RZR&n=357147&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#2jrcjeqyte8>.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
ПК-1. Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, проводить модернизацию и реконструкцию технологических процессов очистки сточных вод с ориентацией на энерго- и ресурсосберегающие передовые технологии	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос, защита отчетных материалов по лабораторной и практической работе, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)
ПК-4. Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и экобиозащитного оборудования	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос, защита отчетных материалов по лабораторной и практической работе, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)
ПК-5. Готов обосновывать и внедрять в организации новые природоохранные техники и технологии с учетом эколого-экономического анализа, специфики работы предприятия/организации и позиции воздействия опасностей на человека	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос, защита отчетных материалов по лабораторной и практической работе, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы экзамена (промежуточный контроль, формирование компетенций ПК-1, ПК-4 и ПК-5)

«5» (*отлично*) – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (*хорошо*) – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (*удовлетворительно*) – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (*неудовлетворительно*) – бакалавр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсут-

ствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Критерии оценивания опроса (текущий контроль, формирование компетенций ПК-1, ПК-4 и ПК-5):

«5» (*отлично*): опрос пройден с первого раза; дан полный, развернутый ответ на все задаваемые преподавателем вопросы, показано знание и понимание темы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы опроса, знает и понимает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«4» (*хорошо*): опрос пройден со второй попытки; дан полный ответ на все задаваемые преподавателем вопросы, показано знание и понимание темы. Обучающийся при прохождении опроса правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя, знает и понимает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«3» (*удовлетворительно*): опрос пройден с третьей попытки; даны ответы на половину задаваемых преподавателем вопросов, показано знание основных понятий темы, вынесенной на опрос. В ответе студентов отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Обучающийся при прохождении опроса правильно ответил на большую часть задаваемых вопросов, однако, речевое оформление требует поправок, коррекции; студент знает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«2» (*неудовлетворительно*) – обучающийся не знает основ темы, не способен делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на вопросы. Обучающийся не смог ответить даже на половину заданных ему вопросов, не знает хода проведения предстоящей лабораторной работы.

Критерии оценивания выполнения практических / лабораторных работ и защиты отчета (текущий контроль, формирование компетенций ПК-1, ПК-4 и ПК-5)

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; оформление и содержательная часть отчета образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите отчетным материалов.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в оформлении отчета и его содержательной части нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся при защите отчетным материалов правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, содержательной части отчета есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения. Обучающийся при защите отчетным материалов ответил не на все вопросы.

«2» (*неудовлетворительно*): оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не смог защитить отчетные материалы и пояснить представленные данные.

Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль, формирование компетенции ПК-1, ПК-4, ПК-5)

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «5» (*отлично*);

71-85% заданий – оценка «4» (*хорошо*);

51-70% заданий – оценка «3» (*удовлетворительно*);

менее 51% - оценка «2» (*неудовлетворительно*).

Критерии оценивания кейс-занятия (текущий контроль, формирование компетенции ПК-1, ПК-4, ПК-5):

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; содержательная часть доклада и предложенные мероприятия образцовые; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите проекта. Принимал активное участие в дискуссии.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в содержательной части доклада и предложенных мероприятиях нет грубых ошибок; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся при защите проекта правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в дискуссии.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в структуре и предложенных мероприятиях есть недостатки; в докладе присутствуют собственные выводы. Обучающийся при защите проекта ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

«2» (*неудовлетворительно*): предложенные мероприятия являются не эффективными; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и рекомендации. Обучающийся не ответил на вопросы при защите проекта. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные вопросы к экзамену (промежуточный контроль)

1. Природная вода. Состав, свойства.
2. Классификация примесей природных вод.
3. Показатели качества природных вод.
4. Хозяйственно-питьевая вода, нормативные требования.
5. Вода для технологических нужд промышленности.
6. Реагенты, применяемые в водоподготовке. Выбор коагулянта. Контактная коагуляция.
7. Реагенты, используемые при водоподготовке. Выбор флокулянта. Интенсификация процесса конвективной коагуляции примесей воды.
8. Технологическое оформление процесса коагуляции примесей природных вод: приготовление и дозирование реагентов, смешение, хлопьеобразование.
9. Классификация смесителей. Условия работы. Достоинства и недостатки.
10. Схемы устройства камер хлопьеобразования. Условия работы.
11. Электрохимическое коагулирование.
12. Предочистка воды фильтрованием через сетки и пористые элементы.
13. Осветление воды осаднением. Типы отстойников и область их применения.
14. Осаждение частиц в слое взвешенного осадка. Типы осветлителей и область их применения.
15. Принцип действия флотационных установок. Условия работы. Достоинства и недостатки.
16. Сущность процесса фильтрования, классификация фильтров по принципу действия. Фильтрующие материалы.
17. Окислительно-сорбционный метод обработки воды. Окислители, применяемые в водоподготовке. Выбор окислителя.
18. Хлорирование воды. Выбор хлорсодержащих агентов. Аппаратурное оформление процесса хлорирования.
19. Электролизные установки для обеззараживания воды.
20. Озонирование воды. Аппаратурное оформление процесса озонирования.

21. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. Аппаратурное оформление процесса.
22. Дегазация воды. Физические и химические методы дегазации воды. Условия применения.
23. Стабильность воды и формы ее выражения. Методы стабилизационной водообработки. Технология и оборудование для стабилизации воды на станциях водоочистки.
24. Реагентные методы умягчения воды.
25. Термический и термохимический методы умягчения воды.
26. Магнитная обработка воды.
27. Умягчение воды катионированием. Закономерности ионнообменных процессов.
28. Методы опреснения и обессоливания воды.
29. Конструкция и принцип действия ионитного фильтра. Цикл работы ионитовой установки.
30. Мембранные технологии водообработки, их преимущества.
31. Технология обратного осмоса и ультрафильтрации.
32. Дезодорация воды, удаление токсичных органических и минеральных микрорезультатов.
33. Основные критерии для выбора технологической схемы для подготовки питьевой воды.

Задания в тестовой форме (текущий контроль)
Фрагмент к разделу «Физико-химические методы водоочистки»

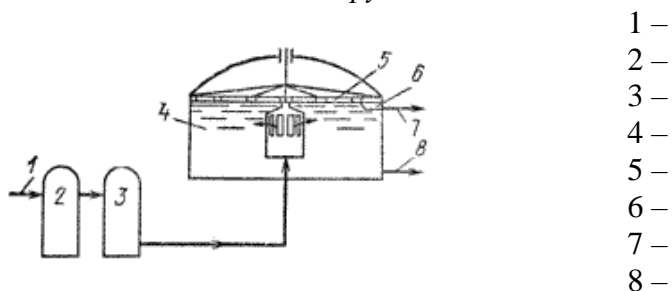
Флотационный метод позволяет удалять из природных вод

- а) грубодисперсные примеси
- б) коллоидные примеси (с предварительной коагуляцией и флокуляцией)
- в) растворенные в воде газы
- г) растворенные в воде примеси молекулярной и ионной степени дисперсности (с использованием флотореагентов)

Преимуществом напорной флотации является

- а) образование пузырьков газа, их слипание с частицами загрязнений и всплывание агрегатов происходит в спокойной среде
- б) позволяет регулировать степень пересыщения в соответствии с требуемой эффективностью очистки сточных вод при начальной концентрации загрязнений до 4-5 г/л и более
- в) простота аппаратного оформления процесса и относительно малые расходы энергии

Укажите основные конструктивные элементы схемы вакуумной флотации.



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –
- 8 –

Недостатком метода вакуумной флотации является

- а) зарастание и засорение пор
- б) высокая обводненность пены
- в) ограниченный диапазон применения: концентрация загрязнений в сточной воде не должна превышать 250 мг/л

Недостатком метода флотации с подачей воздуха через пористые материалы является

- а) зарастание и засорение пор
- б) высокая обводненность пены
- в) ограниченный диапазон применения: концентрация загрязнений в сточной воде

не должна превышать 250 мг/л

При совместном использовании коагулянтов и флокулянтов

- а) сначала дозируют флокулянт
- б) сначала дозируют коагулянт
- в) реагенты дозируют одновременно

С увеличением мутности вод доза коагулянта

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) неизменна

Градиентная коагуляция протекает за счет столкновения и слипания частиц

- а) вследствие перемешивания и контакта микро- и макропотоков
- б) в результате броуновского движения
- в) движущихся с различной скоростью под действие силы тяжести

При применении флокулянтов совместно с коагулянтами для образования наиболее плотных и крупных хлопьев и разрушения первичных рыхлых структур требуются

- а) повышенные градиенты скорости и более длительное перемешивание воды
- б) пониженные градиенты скорости и более длительное перемешивание воды
- в) повышенные градиенты скорости и менее длительное перемешивание воды
- г) пониженные градиенты скорости и менее длительное перемешивание воды

Для частиц небольших размеров, менее 1–3 мкм, независимо от их нахождения в неподвижной воде или в воде, перемешиваемой с различной скоростью, основное значение имеет

- а) молекулярно-кинетическая коагуляция
- б) градиентная коагуляция
- в) гравитационная коагуляция

Если молекулярно-кинетическая и градиентная коагуляция протекают успешно, отделение хлопьев производят

- а) в отстойниках
- б) контактных осветлителях
- в) фильтрах
- г) флотаторах

В процессе работы ионита происходит:

- а) адсорбция ионов из раствора на ионите;
- б) обмен одноименно заряженных ионов;
- в) образование малорастворимых соединений.

Сильнокислотные и слабокислотные катиониты отличаются:

- а) величиной полной обменной емкости;
- б) константой диссоциации ионогенных групп;
- в) растворимостью в воде.

Полная обменная емкость ионита (ПОЕ) зависит от:

- а) скорости пропускания раствора;
- б) крупности зерен ионита;
- в) способа синтеза ионита.

Под влажностью ионита подразумевается:

- а) количество воды, содержащейся в ионите;
- б) количество воды, приходящееся на 1 г ионита (в пересчете на абсолютно сухой вес), в набухшем состоянии после отделения капельной (поверхностной) воды;

в) количество воды в набухшем ионите, приходящееся на единицу ионогенных групп.

Вопросы, выносимые на опрос (текущий контроль)
«Исследование процесса очистки воды от сульфата магния методом ионного обмена»
Фрагмент к разделу «Физико-химические методы водоочистки»

1. Типы, классификация и строение ионитов.
2. Типы и примеры ионообменных реакций.
3. Механизм кинетики процесса ионного обмена.
4. Основные физико-химические и технологические характеристики ионитов. Методы определения основных свойств ионообменных смол.
5. Некоторые задачи статики ионного обмена.
6. Основы динамики ионного обмена.
7. Технологическое оформление процессов ионного обмена.
8. Методика процессов сорбции и регенерации ионитов, расчеты.

Вопросы, выносимые на защиту отчетных материалов (текущий контроль)

1. Цель и задачи лабораторной / практической работы;
2. Методика проведения работы;
3. Назначение и принцип работы лабораторного оборудования / стендов;
4. Понимание установленных закономерностей, влияющих на практический результат;
5. Умение объяснить, что повлияло или могло повлиять на полученный результат.

Пример задания к практической работе (текущий контроль)
(фрагмент к практической работе «Расчет скорых фильтров»)

Цель работы: определить конструктивные и технологические параметры скорого фильтра для доочистки природных вод.

Задание:

- определить конструктивный тип и габаритные размеры фильтра для доочистки природных вод, рассчитать его основные технологические характеристики;
- рассчитать технологические параметры распределительной системы фильтра.

Варианты заданий (исходные данные для расчета скорого фильтра)

Вариант	Начальная концентрация взвешенных веществ в природной воде, поступающей в фильтр, мг/л	Конечная концентрация взвешенных веществ в осветленной воде, мг/л	Максимальный часовой расход природных вод, тыс. м ³ /ч
1	10	5	3,5
2	15	5	3,75
3	12	5	2,75
4	15	9	2,5
5	10	3	4
6	9	2	4,25
7	15	5	2
8	12	7	2,5
9	10	5	3,5

10	15	8	3,25
11	10	2	3
12	14	6	3,25
13	12	3	4,5
14	10	4	3,5
15	15	4	2,75
16	10	2	2,5
17	8	2	4,1
18	13	4	4,25
19	12	5	3,5
20	15	6	3,75

Контрольные вопросы при защите отчета

1. Раскройте механизм фильтрации суспензий через слой зернистого материала.
2. Назовите основные характеристики фильтрующей загрузки.
3. Движущая сила процесса фильтрования. Основное уравнение фильтрования.
4. Охарактеризуйте влияние скорости фильтрования на величину фильтроцикла. Приведите расчетную формулу фильтроцикла.
5. Охарактеризуйте фильтры с нисходящим (одно- и многослойные) и восходящим движением воды: основные конструктивные элементы, принцип действия, условия работы.
6. Основные принципы и расчетные методы проектирования фильтров с зернистой загрузкой.

Кейс-задание по игровому проектированию (текущий контроль)

**«Разработка (совершенствование) технологической схемы очистки природных вод»
Фрагмент к разделу «Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод»**

Предложить технологическую схему подготовки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенного пункта. Водозабор осуществляется из подземного источника.

Характеристика воды:

Расход воды 50 000 м³/год

Требования СанПин:

Состав воды:

– Fe_(общ) 5 мг/л 0,3

– взвешенные вещества 15 мг/л -

Задание:

1. Рассчитать необходимую степень очистки подземных вод.
2. Предложить и обосновать технологические решения по достижению качества очистки природных вод до уровня СанПин с указанием степени очистки по стадиям.
3. Рассчитать эффективность очистки предложенной технологической схемы.
4. На основании предложенных степеней очистки рассчитать концентрации загрязняющих веществ после каждой стадии.

7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	«5» (отлично)	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>Обучающийся демонстрирует высокий уровень знаний методов и оборудования подготовки воды из природного источника для питьевых, хозяйственных и производственных нужд; способность самостоятельно обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов водоподготовки с позиций энерго-, ресурсосбережения, здоровьесбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду и организм человека; высокие умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки природной воды, элементов экобиозащитного оборудования; готов использовать нормативно-правовую документацию при разработке водоохранных мероприятий, в т.ч. при обосновании снижения экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования</p>
Базовый	«4» (хорошо)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует базовый уровень знаний методов и оборудования подготовки воды из природного источника для питьевых, хозяйственных и производственных нужд; способность обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов водоподготовки с позиций энерго-, ресурсосбережения, здоровьесбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду и организм человека; базовые умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки природной воды, элементов экобиозащитного оборудования; готов использовать нормативно-правовую документацию при разработке водоохранных мероприятий, в т.ч. при обосновании снижения экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования</p>
Пороговый	«3» (удовлетворительно)	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует пороговый уровень знаний методов и оборудования подготовки воды</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>из природного источника для питьевых, хозяйственных и производственных нужд; способность обосновывать конкретные технические решения и участвовать под руководством в совершенствовании технологических процессов водоподготовки с позиций энерго-, ресурсосбережения, здоровьесбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду и организм человека; пороговые умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки природной воды, элементов экобиозащитного оборудования; готов использовать нормативно-правовую документацию при разработке водоохранных мероприятий, в т.ч. при обосновании снижения экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования</p>
Низкий	«2» (неудовлетворительно)	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не знает методов и оборудования подготовки воды из природного источника для питьевых, хозяйственных и производственных нужд; не способен обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов водоподготовки с позиций энерго-, ресурсосбережения, здоровьесбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду и организм человека; не демонстрирует умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки природной воды, элементов экобиозащитного оборудования; не готов использовать нормативно-правовую документацию при разработке водоохранных мероприятий, в т.ч. при обосновании снижения экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования</p>

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению

анализировать технологические линии с позиции энерго-, ресурс- и здоровьесбережения, аргументировано предлагать экологически безопасные технологии, включая обоснованный выбор метода и аппаратного оформления технологического процесса, позволяющие максимально довести качество природной воды до нормативных требований. Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов).

Формы самостоятельной работы бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- знакомство, изучение и систематизацию нормативно-правовых документов в области охраны окружающей среды и промышленной безопасности: законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант Плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»;

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

- создание презентаций и докладов по условию кейс-задания.

В процессе изучения дисциплины «Технология водоподготовки» бакалаврами направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» основными видами самостоятельной работы являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;

- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

- подготовка докладов и презентаций в рамках выполнения кейс-задания;

- выполнение тестовых заданий;

- подготовка к экзамену.

Лабораторные занятия – это форма учебного процесса, проводимая для изучения и исследования характеристик заданного объекта и организуемое по правилам научно-экспериментального исследования (опыта, наблюдения, моделирования) с применением специального оборудования (лабораторных, измерительных установок, стендов). Обучающиеся закрепляют знания физико-химических процессов, лежащих в основе методов подготовки природных вод, знакомятся с условиями и технологическими параметрами работы водочистного оборудования, совершенствуют умения и навыки использования физико-химических методов исследования (приготовление серии стандартных растворов, построение калибровочного графика, использование технических средств измерения и т.д.).

Перед началом работы студент опрашивается по теоретической части работы – проходят опрос, на котором преподаватель проверяет его теоретическую «подкованность» (цель работы, основы используемого аналитического метода анализа, контрольные вопросы и т.п.). Содержание лабораторной работы, перечень задаваемых контрольных вопросов устанавливаются преподавателем до начала выполнения работы. Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточного контроля сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Вопросы на опросе задаются каждому студенту индивидуально. Обучающемуся дается дополнительное время (опрос проходит заново), если он не может ответить на три заданных ему вопроса. После двух неудачных попыток пройти опрос – обучающийся к выполнению лабораторной работы не допускается.

По итогам выполнения лабораторной работы каждый обучающийся оформляет индивидуальный отчет, который защищает преподавателю. При защите учитывается качество оформления отчета (наличие цели, задач, методики проведения эксперимента, расчетов, выводов), правильность обработки полученных результатов и грамотность выводов.

Выполнение *практических работ* является частью самостоятельной работы бакалавра и предусматривает индивидуальную работу обучающегося с учебной, технической и справочной литературой по соответствующим темам. Цель практической работы – закрепление теоретических знаний в области водоподготовки и получение практических навыков расчета технологического оборудования водоочистки, совершенствования действующих и проектирования новых экологически безопасных технологических линий. Обучающийся выполняет задание по варианту. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: систематические консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи бакалавру; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Практическая работа выполняется обучающимся самостоятельно и представляется к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии.

Работа должна быть аккуратно оформлена в печатном или письменном виде, удобна для проверки и хранения. Защита работы может носить как индивидуальный, так и публичный характер.

Перечень *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформирован в фонде оценочных средств (ФОС). Используются следующие типы тестовых заданий: одиночный выбор, множественный выбор, установление порядка следования, установление соответствия, указание истинности или ложности утверждений, ручной ввод числа, ручной ввод текста, выбор места на изображении, заполнение пропусков.

Тесты могут использоваться:

- бакалаврами при подготовке к экзамену в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы текущего контроля на лабораторных, практических и лекционных занятиях;
- для проверки остаточных знаний бакалавров, изучивших данный курс.

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов, т. е. при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня подготовки тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы бакалавров в межсессионный период и о степени их подготовки к зачету с оценкой и экзамену.

Кейс-задание нацеленное на поиск оптимальных решений совершенствования технологического процесса водоподготовки с позиции энерго- и ресурсосбережения и обеспечения населения водой стандартного качества. Суть задания состоит в разработке группой студентов эффективных технологических мероприятий на основе анализа качественно-количественного состава природных вод, конструкторско-технологического расчета параметров процесса водоподготовки.

На занятии обучающиеся учатся выявлять недостатки в действующих технологических линиях очистки природных вод, переработки осадка и аргументированно предлагать более эффективные технологии, методы, технологическое оборудование.

Обсуждение проблемы может организовываться двояко: либо все подгруппы анализируют один и тот же вопрос (производство, либо конкретную технологическую ли-

нию), либо каждая группа получает отдельное задание. Задание – исходные данные для анализа, группы студентов получают непосредственно на занятии.

За строго отведенное время каждая команда должна:

- ознакомиться с особенностями работы предложенной технологической схемы водоподготовки;
- рассчитать эффективность очистки от загрязняющих компонентов и найти причины неудовлетворительной работы системы водоочистки;
- предложить идею создания экологически безопасного производства. Элементом реконструкции может быть, как отдельный узел (аппарат), так и вся технологическая линия. Подтвердить эффективность предлагаемых мероприятий технологическим расчетом;
- публично защитить предложенные командой технологические мероприятия и их «жизнеспособность».

Руководитель из числа преподавателей кафедры оценивает информативность представляемого материала, эколого-экономическую эффективность предлагаемых решений, компетентность студента и его активность при обсуждении спорных вопросов.

В случае выбора обучающимися неверных, либо неэффективных путей решения поставленной проблемы, преподавателем организуется обсуждение проблемной ситуации, с объяснением ошибочности их точки зрения и демонстрацией оптимальных, правильных путей решения.

Доклад составляется по заданной тематике (поиск оптимальных мероприятий для конкретных производств) предполагает подбор необходимого материала и его анализ, определение его актуальности и достаточности, формирование плана доклада или структуры выступления, таким образом, чтобы тема была полностью раскрыта. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Подготовленная в PowerPoint презентация должна иллюстрировать доклад и быть удобной для восприятия.

В группе формируются команды по 2-3 человека. Участники команд выбираются случайной жеребьевкой. Каждая команда получает одинаковую по содержанию технологическую схему водоподготовки.

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

Применение цифровых технологий в рамках преподавания дисциплины предоставляет расширенные возможности по организации учебных занятий в условиях цифровизации образования и позволяет сформировать у обучающихся навыки применения цифровых сервисов и инструментов в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Для реализации этой цели в рамках изучения дисциплины могут применяться следующие цифровые инструменты и сервисы:

- для коммуникации с обучающимися: VK Мессенджер (https://vk.me/app?mt_click_id=mt-v7eix5-1660908314-1651141140) – мессенджер, распространяется по лицензии FreeWare;

- для совместного использования файлов: Яндекс.Диск – сервис для хранения и совместного использования документов, распространяется по лицензии trialware и @Облако (<https://cloud.mail.ru/>);

- для организации удаленной связи и видеоконференций: Mirapolis – система для организации коллективной работы и онлайн-встреч, распространяется по проприетарной лицензии и Яндекс.Телемост (<https://telemost.yandex.ru/>) – сервис для видеозвонков, распространяется по лицензии ShareWare.

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- при проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов;
- практические занятия по дисциплине проводятся в учебной аудитории;
- лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории;
- в случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (Moodle).

Для дистанционной поддержки дисциплины используется система управления образовательным контентом Moodle. Для работы в данной системе все обучающиеся на первом курсе получают индивидуальные логин и пароль для входа в систему, в которой размещаются: программа дисциплины, материалы для лекционных и иных видов занятий, задания, контрольные вопросы.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются:

- ознакомление бакалавров с методами и технологическим оборудованием водоподготовки; элементами конструкторско-технологического анализа и расчета технических средств подготовки природных вод;
- усвоение, понимание, а также структурирование полученных знаний и развитие практических навыков совершенствования действующих и проектирования новых энерго-, ресурсо- и здоровьесберегающих технологий для снижения появления экологического риска.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, лабораторное занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и расчетно-практических методов обучения (выполнение кейс-заданий, расчет технологического оборудования и т.п.).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- операционная система Windows 7, License 49013351 УГЛУТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- операционная система Astra Linux Special Edition;
- пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛУТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- пакет прикладных программ Р7-Офис.Профессиональный;
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 1 year Educational Renewal License;
- операционная система Windows Server. Контракт на услуги по предоставлению лицензий на право использовать компьютерное обеспечение № 067/ЭА от 07.12.2020 года;
- система видеоконференцсвязи Mirapolis;
- система видеоконференцсвязи Пруффми;
- система управления обучением LMS Moodle – программное обеспечение с открытым кодом, распространяется по лицензии GNU Public License (rus);
- браузер Yandex (<https://yandex.ru/promo/browser/>) – программное обеспечение распространяется по простой (неисключительной) лицензии.

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

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточ-

ной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы и стулья; рабочее место, оснащено компьютером с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду, а также: экран, проектор, маркерная доска, 2 стеллажа для книг, стенд охраны труда и техники безопасности.
Помещение для лабораторных занятий, текущей аттестации	Учебная лаборатория (Лаборатория очистки сточных вод) оснащена лабораторными столами и стульями, следующим оборудованием: лабораторный стенд-установка «Очистка сточных вод физико-химическими методами», лабораторный стенд-установка «Очистка сточных вод от нефтепродуктов», иономер «Анион-4100» – 3 шт., Иономеры Эксперт – 3 шт., фотоколориметр КФК-2 – 2 шт., спектрофотометр ПЭ-5300В – 3 шт. Лабораторные установки: флотационные – 4 шт., для проведения ионного обмена – 2 шт., лабораторные приставные столы – 12 шт., вытяжные шкафы – 2 шт.
Помещения для самостоятельной работы	Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования