

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Химико-технологический институт

*Кафедра химической технологии древесины, биотехнологии
и наноматериалов*

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания для
самостоятельной работы обучающихся

Б1.О.19 – ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

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

Разработчик: канд. техн. наук, доцент А.В. / А.В. Свиридов /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химической технологии древесины, биотехнологий и наноматериалов (протокол № 8 от « 09 » 02 2023 года).

Зав. кафедрой Т.М. / Т.М. Панова /

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. / И.Г. Первова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ И.Г. / И.Г. Первова /

« 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	5
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	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов	6
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины	6
очная форма обучения	6
заочная форма обучения	7
очно-заочная форма обучения	7
5.2. Содержание занятий лекционного типа	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа	9
5.4. Детализация самостоятельной работы	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	13
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	13
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	13
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	15
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций	17
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	18
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	19
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20

1. Общие положения

Дисциплина «Физическая химия» относится к обязательной части 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 «Физическая химия» 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 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 системы знаний необходимых для решения задач профессиональной деятельности, а именно изучение и объяснение основных закономерностей определяющих направленность химических и физико-химических процессов, скорости их протекания с учетом различных факторов, в том числе и внешних.

Задачи дисциплины:

– дать студентам необходимые теоретические знания о строении вещества, термодинамике химических процессов, химических и фазовых равновесиях, свойствах молеку-

лярных и ионогенных растворов, электродных потенциалах и гальванических элементах, закономерностях химических реакций;

- научить пользоваться различными приборами и оборудованием при решении различного рода химических, физических и физико-химических задач;
- сформировать научное мышление;
- научить пользоваться учебной, научной литературой и справочными материалами при решении задач и обработке результатов эксперимента;
- дать базовые знания для создания научно-практической основы изучения дисциплин профессиональной направленности.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей общепрофессиональной компетенции:

ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- тепловые эффекты химических реакций, основные законы термодинамики, химическое и фазовое равновесие, основные законы электрохимии: Кольрауша, Освальда, Фарадея; основные положения химической кинетики и особенности влияния различных факторов на скорость химической реакции;

уметь:

- определять направление химической реакции и условия её протекания в выбранном направлении;
- рассчитать выход продуктов реакции;
- определять: электропроводность растворов, электродные потенциалы, скорость химических реакций;
- применять полученные знания при решении задач профессиональной деятельности.

владеть:

- химическими и физико-химическими методами экспериментального исследования различных объектов окружающей среды;
- основами определения состава систем, методами предсказания протекания возможных химических реакций.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к обязательной части блока 1, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных общепрофессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля и профессионального стандарта.

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
1.	Математика	Дополнительные главы математики	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.	Физика	Дополнительные главы физики	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
3.	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	Стехиометрические расчеты и основы научных исследований	

4.		Аналитическая химия и физико-химические методы исследования	
5.		Коллоидная химия	
6.		Теплофизика	
7.		Процессы и аппараты химической технологии	

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*:	98,6	26,6	44,6
лекции (Л)	48	10	24
практические занятия (ПЗ)	-	-	-
лабораторные работы (ЛР)	50	16	20
иные виды контактной работы	0,6	0,6	0,6
Самостоятельная работа обучающихся:	117,4	189,4	171,4
изучение теоретического курса	28	77	42
подготовка к текущему контролю	50	100	90
курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	39,4	12,4	39,4
Вид промежуточной аттестации:	экзамен, зачет с оценкой	экзамен, зачет с оценкой	экзамен, зачет с оценкой
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 УГЛТУ 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	очная форма обучения			Всего контактной работы	Самостоятельная работа
		Л	ПЗ	ЛР		
1	Строение вещества	2	-	12	14	16
2	Химическая термодинамика	12	-	6	18	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
3	Химические и фазовые равновесия	18	-	12	30	18
4	Электрохимия	8	-	12	20	16
5	Химическая кинетика	8	-	8	16	16
Итого по разделам:		48	-	50	98	78
Промежуточная аттестация					0,6	39,4
Всего		216				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Физическая химия». Строение вещества.	2	-	-	2	28
2	Химическая термодинамика	2	-	4	6	15
3	Химические и фазовые равновесия	2	-	4	6	64
4	Электрохимия	2	-	4	6	36
5	Химическая кинетика	2	-	4	6	34
Итого по разделам:		10	-	16	26	177
Промежуточная аттестация					0,6	12,4
Всего		216				

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Физическая химия». Строение вещества.	-	-	4	4	18
2	Химическая термодинамика	6	-	4	10	14
3	Химические и фазовые равновесия	6	-	4	10	54
4	Электрохимия	6	-	4	10	24
5	Химическая кинетика	6	-	4	10	22
Итого по разделам:		24	-	20	44	132
Промежуточная аттестация					0,6	39,4
Всего		216				

5.2. Содержание занятий лекционного типа

1. Введение в курс «Физическая химия». Строение вещества

1.1. Основные разделы физической химии. Значение физической химии для химической технологии.

1.2. Физико-химические методы изучения строения молекул. Поведение молекул в электрическом поле. Молярная и удельная поляризация. Уравнение Клазиуса-Моссотти и Дебая. Методы определения дипольных моментов молекул.

Молекулярные спектры. Вращательные и колебательные спектры, расчеты констант двухатомных молекул. Спектры поглощения растворов веществ. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

2. Химическая термодинамика

2.1. *Общие понятия и определения.* Термодинамические функции. Внутренняя энергия, теплота и работа. Параметры и функции системы. Две формы обмена энергии системы с окружающей средой.

2.2. *Первое начало термодинамики и его формулировки.* Термодинамические свойства газов. Вывод уравнения для расчета работы изменения энтальпии и внутренней энергии в процесса изменения состояния идеального газа.

2.3. *Термохимия.* Закон Гесса и следствие из него. Применение закона Гесса для расчета тепловых эффектов.

2.4. *Теплоемкость.* Зависимость тепловых эффектов реакций от температуры. Уравнение Кирхгофа и его использование для расчета тепловых эффектов.

2.5. *2-й закон термодинамики.* Второе начало термодинамики и его формулировка. Обратимые и необратимые процессы. Понятие энтропии и методы доказательства ее существования (метод циклов и метод Каратеодори). Расчет изменения энтропии в различных процессах. Постулат Планка. Понятие термодинамической вероятности состояния системы и статический характер энтропии. Уравнение Больцмана. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерий состояния равновесия и направленности самопроизвольно протекающих процессов и изотермических условиях. Методы расчета энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Уравнения Гиббса-Гельмгольца для химических процессов.

3. Химические и фазовые равновесия.

3.1. *Закон действующих масс.* Химический потенциал и его физический смысл. Характеристики устойчивого равновесного состояния системы. Особенности состояния равновесий в гетерогенных системах.

3.2. *Методы расчета констант равновесия, состав равновесной смеси, выхода продуктов, степень превращения исходных веществ.*

3.3. *Изотерма химической реакции.* Уравнения изобары и изохоры химической реакции.

3.4. *Правило фаз Гиббса.* Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.

3.5. *Молекулярные растворы. Идеальные растворы. Закон Рауля. Реальные растворы. Законы Коновалова.*

3.6. *Криоскопия. Эбуллиоскопия. Осмотическое давление. Ограниченная взаимная растворимость.*

4. Электрохимия

4.1. *Растворы электролитов. Теория Аррениуса, слабые электролиты.*

4.2. *Сильные электролиты.*

4.3. *Электропроводность растворов электролитов.*

4.4. *Методы измерения электрической проводимости растворов электролитов.* Определение константы диссоциации слабых электролитов, произведения растворимости трудно растворимой соли. Кондуктометрическое титрование.

4.5. *Электродвижущие силы и электродные потенциалы.* Механизм возникновения электродных потенциалов. Двойной электрический слой, его строение. Уравнение Нернста. Классификация электродов: индикаторные электроды и электроды сравнения, электроды первого и второго рода, окислительно-восстановительные, ион селективные электроды. Зависимость электродных потенциалов от активности потенциалопределяющих ионов. Стандартный электродный потенциал. Гальванические элементы, ЭДС. Химические и концентрированные гальванические элементы, цепи с переносом и без переноса. Методы измерения ЭДС и электродных потенциалов.

4.6. *Применение метода ЭДС для определения рН раствора и константы диссоциации слабых кислот.* Потенциометрическое титрование.

5. Химическая кинетика.

5.1. *Понятия и определения химической кинетики.* Термодинамические и кинетические критерии протекания химических реакций. Понятие о скорости химической реакции.

Элементарные реакции. Основные постулаты формальной кинетики. Константы скорости. Порядок, молекулярность реакции.

5.2. *Кинетически необратимые реакции первого, второго, третьего, дробного и нулевого порядков.* Уравнение констант скоростей для этих реакций. Период полупревращений.

5.3. *Экспериментальные методы определения порядка реакции и константы скорости.*

5.4. *Зависимость скорости химической реакции от температуры.* Правило Вант-Гоффа. Температурный коэффициент скорости реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Методы определения энергии активации. Современные представления о механизме элементарного акта химической реакции.

5.5. *Теории химической кинетики.* Теория активных соударений. Предэкспоненциальный множитель и стерический фактор. Теория активного комплекса.

5.6. *Кинетика гетерогенных реакций.* Специфика и основные стадии гетерогенных реакций. Влияние температуры и перемешивания на скорость гетерогенной реакции. Лимитирующая стадия диффузия и адсорбция.

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены лабораторные занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час		
			очное	заочное	очно-заочное
1	Раздел 1. Строение вещества	Лабораторная работа « <i>Определение парахора исследуемой жидкости</i> »	6	-	-
2	Раздел 1. Строение вещества	Лабораторная работа « <i>Определение рефракции</i> »	6	-	4
3	Раздел 2. Химическая термодинамика	Лабораторная работа « <i>Определение интегральной теплоты растворения соли и теплоты гидратации</i> »	6	4	4
4	Раздел 3. Химические и фазовые равновесия	Лабораторная работа « <i>Определение константы равновесия химической реакции</i> »	6	4	4
5	Раздел 3. Химические и фазовые равновесия	Лабораторная работа « <i>Определение константы диссоциации слабых электролитов</i> »	6	-	-
6	Раздел 4. Электрохимия	Лабораторная работа « <i>Определение константы диссоциации слабых электролитов</i> »	6	4	4
7	Раздел 4. Электрохимия	Лабораторная работа « <i>ЭДС. Гальванические элементы</i> »	6	-	-
8	Раздел 5. Химическая кинетика	Лабораторная работа « <i>Определение константы скорости разложения му-</i>	4	4	4

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час		
			очное	заочное	очно-заочное
		рексида в кислой среде (1-й порядок)»			
9	Раздел 5. Химическая кинетика.	Лабораторная работа «Определение константы скорости разложения эфира щелочью (2-й порядок)»	4	-	-
Итого:			50	16	20

5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
1	Раздел 1. Строение вещества (работа: Определение парахора исследуемой жидкости)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	8	14	14
2	Раздел 1. Строение вещества (работа: Определение рефракции)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	8	14	14
3	Раздел 2. Химическая термодинамика (работа: Определение интегральной теплоты растворения соли и теплоты гидратации)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	12	15	14
4	Раздел 3. Химические и фазовые равновесия (работа: Определение константы диссоциации слабых электролитов)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	18	64	54
5	Раздел 4. Электрохимия (работа: Определение константы диссоциации слабых электролитов)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	8	18	12
6	Раздел 4. Электрохимия (работа: ЭДС. Гальванические элементы)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	8	18	12
7	Раздел 5. Химическая кинетика (работа: Определение константы скорости разложения мурексида в кислой среде (1-й порядок))	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов	8	18	12
8	Раздел 5. Химическая кинетика (работа: Определе-	Подготовка к опросу по теме лабораторной рабо-	8	16	10

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
	ние константы скорости разложения эфира щелочью (2-й порядок))	ты и защите отчетных материалов			
9	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену, зачету с оценкой)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	39,4	12,4	39,4
Итого:			117,4	189,4	171,4

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

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная учебная литература			
1	Луков, В.В. Физическая химия: учебник для студентов очного и очно-заочного отделений химических факультетов вузов / В.В. Луков, А.Н. Морозов; Министерство науки и высшего образования РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». – 2-е изд., расшир. и доп. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 238 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561130 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2976-6. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Афанасьев, Б. Н. Физическая химия: учебное пособие / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 416 с. – ISBN 978-5-8114-1402-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/211037 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2022	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
Дополнительная учебная литература			
3	Свиридов, В.В. Физическая химия: учебное пособие / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 600 с. – ISBN 978-5-8114-2262-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: https://e.lanbook.com/book/87726 . – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
4	Свиридов, В.В. Физическая химия: учебное пособие для вузов / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 600 с. – ISBN 978-5-8114-9174-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/187778 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2022	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	Брунов, В.Т. Молекулярные спектры, химическая термодинамика, электрохимия и кинетика химических реакций: метод.	2008	Электронный архив УГЛТУ

	указания по решению контрол. заданий для студентов заоч. фак. специальностей 280202, 240502, 261201 инженерно-эколог. фак. (контрол. работы № 1, 3) / В. Т. Брунов; Урал. гос. лесотехн. ун-т. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. - 30 с. - Библиогр.: с. 30. - Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/47		
6	Брунов, В.Т. Вопросы и задачи по физической химии: метод. указания для самостоят. работы студентов инженер.-эколог. фак. специальностей 240100, 240502, 280202, 261201. Ч. 1 / В.Т. Брунов, В. В. Свиридов; Урал. гос. лесотехн. ун-т, Каф. физ., орган. химии и нанодисперс. технологий. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. - 42 с. - Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/36	2010	Электронный архив УГЛТУ
7	Брунов, В.Т. Вопросы и задачи по физической химии: метод. указания для самостоят. работы студентов инженер.-эколог. фак. специальностей 240100, 240502, 280202, 261201. Ч. 2. / В. Т. Брунов, В. В. Свиридов; Урал. гос. лесотехн. ун-т, Каф. физ., орган. химии и нанодисперс. технологий. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. - 43 с. - Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/37	2010	Электронный архив УГЛТУ
8	Брунов, В.Т. Вопросы и задачи по физической химии: метод. указания для самостоят. работы студентов инженер.-эколог. фак. специальностей 240100, 240502, 280202, 261201. Ч. 3 / В.Т. Брунов, В. В. Свиридов; Урал. гос. лесотехн. ун-т, Каф. физ., орган. химии и нанодисперс. технологий. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. - 40 с. - Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/203	2011	Электронный архив УГЛТУ

* 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 «ТЕХНОРМАТИВ». – 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/>

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
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену и зачету с оценкой Текущий контроль: опрос, защита отчетных материалов по теме лабораторной работы

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 компетенции ОПК-2)

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

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы зачета с оценкой (промежуточный контроль, формирование компетенции ОПК-2)

Зачтено с оценкой «отлично» – все контрольные мероприятия (тесты; опрос по темам лабораторных работы, защита отчетов) выполнены в срок; оформление, структура и стиль работы - образцовые; лабораторные работы выполнены самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы зачета с оценкой;

Зачтено с оценкой «хорошо» – все контрольные мероприятия (тесты; опрос по темам лабораторных работы, защита отчетов) выполнены в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; лабораторные работы выполнены самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся ответил на все вопросы зачета с оценкой с помощью «наводящих» вопросов;

Зачтено с оценкой «удовлетворительно» – контрольные мероприятия (тесты; опрос по темам лабораторных работы, защита отчетов) выполнены с нарушением графика; в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; лабораторные работы выполнены под руководством преподавателя. Обучающийся ответил только на половину вопросов зачета с оценкой;

Не зачтено, оценка «неудовлетворительно» – оформление работы (тесты; опрос по темам лабораторных работы, защита отчетов) не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не ответил на вопросы при сдаче зачета с оценкой.

Критерии оценивания опроса (текущий контроль, формирование компетенции ОПК-2):

«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 при собеседовании, 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 собеседовании 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 опросе правильно ответил на большую часть задаваемых вопросов, однако, речевое оформление требует правок, коррекции; студент знает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«2» (неудовлетворительно): опрос не пройден, 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 защиты отчетных материалов по теме лабораторной работы (текущий контроль, формирование компетенции ОПК-2)

«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.

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. Меры количества компонентов в системе. Макроскопические свойства вещества; методы их определения.

2. Описание равновесия в реальных системах. Активности, коэффициенты активности. Выражение для закона действующих масс.

3. 3 г водорода находится под давлением 1 атм при температуре 0°C. После расширения при $P=\text{const}$ газ занял объем 15 л. Требуется определить совершенную работу, количество полученного газом тепла и изменение внутренней энергии.

4. Классификация молекул веществ по моментам инерции. Моменты инерции двухатомных молекул: методы определения.

5. Влияние температуры на химическое равновесие. Определение константы равновесия при произвольной температуре (два метода).

6. Определить изменение внутренней энергии при нагревании 5 г азота от 15 до 25°C при постоянном объеме. Теплоемкость газа взять согласно молекулярно-кинетической теории.

7. Виды химической связи, полярная связь. Электрический дипольный момент молекулы; его определение. Поляризация и поляризуемость.

8. Влияние температуры на химическое равновесие. Определение величины теплового эффекта реакции из уравнения Вант-Гоффа.

9. Определите количество теплоты, которое необходимо для нагревания при $V=\text{const}$ 25 г кислорода, находящегося при 350°C, от 1013 до 5065 гПа.

10. Виды межмолекулярных взаимодействий для веществ с различным агрегатным состоянием.

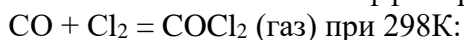
11. Вывод и анализ уравнения изохоры химической реакции.

12. 5 л криптона, взятого при нормальных условиях, нагревают до 600°C при постоянном объеме. Каково конечное давление газа, количество тепла, затраченного на нагревание и изменение внутренней энергии ?

13. Макроскопические свойства вещества. Примеры экстенсивных (аддитивных) и интенсивных свойств.

14. Вывод и анализ уравнения изобары химической реакции.

15. Вычислить тепловой эффект реакции:



а) при $P=\text{const}$

б) при $V=\text{const}$.

$$\Delta H^\circ_{298(\text{CO})} = -110,53 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^\circ_{298(\text{Cl}_2)} = 0$$

$$\Delta H^\circ_{298(\text{COCl}_2)} = -219,5 \text{ кДж/моль.}$$

Контрольные вопросы к зачету с оценкой (промежуточный контроль)

1. Типы электродов.
2. Графическое и аналитическое решение уравнения Аррениуса.
3. Две реакции одинакового порядка имеют равные предэкспоненциальные множители, но их энергии активации различаются на 41,9 кДж/моль. Рассчитать соотношение констант скоростей этих реакций при 600 К.
4. Теория электролитической диссоциации Аррениуса
5. Необратимые реакции первого порядка. Время полуреакции.
6. По данным стандартных электродных потенциалов рассчитать при 298К константу равновесия реакции:
$$\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag}$$

Написать схематически гальванический элемент, в котором протекает эта реакция.
7. Ионное произведение воды. Понятие pH раствора.
8. Определение порядка реакции.
9. Для элемента составленного из водородного электрода в растворе фенола $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ с концентрацией 0,3 моль/л и каломельного полуэлемента с концентрацией KCl равной 1 моль/л, вычислить ЭДС и pH раствора фенола.
10. Химическая кинетика. Основные понятия химической кинетики.
11. Диссоциация слабых кислот и оснований.
12. ЭДС элемента:
$$\text{Pt}(\text{H}_2) \mid \text{H}^+ \parallel \text{KCl} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \mid \text{Hg}$$

($p_{\text{H}_2} = 1 \text{ атм}$, $a_{\text{Cl}^-} = 1 \text{ моль/кг}$)
Равна 0,529 В при 298 К. Каков pH раствора кислоты?
13. Основные понятия и определения химической кинетики.
14. Термодинамика гальванического элемента. Уравнение Нернста.
15. Раствор 0,8293 г. хлористого бария в 1000 г. воды замерзает при $T = -0,2009^\circ\text{C}$, криоскопическая постоянная воды $K = 1,86 \text{ кг}\cdot\text{K}/\text{моль}$. Определить степень диссоциации хлористого бария.

Вопросы, выносимые на опрос (текущий контроль) (фрагмент к лабораторной работе «Определение интегральной теплоты растворения соли и теплоты гидратации»)

1. Сформулируйте закон Гесса.
2. Какие Вы знаете случаи практического применения закона Гесса?
3. Какая разница между теплоемкостью калориметра и теплоемкостью калориметрической системы?
4. Почему измерение изменения температуры лучше определять графическим путем?
5. Почему для точного определения теплоты гидратации необходимо 1 моль вещества растворить в 400 молях растворителя?

Вопросы, выносимые на защиту отчетных материалов по выполненной лабораторной работе (текущий контроль)

1. Цель и задачи лабораторной работы;
2. Основные теоретические закономерности данного раздела;
2. Методика проведения лабораторной работы;
3. Назначение и принцип работы лабораторного оборудования / стандов;
4. Анализ полученных в ходе лабораторной работы результатов, объяснение полученных результатов с учетом теоретических закономерностей.

7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	«5» (отлично)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует высокие знания основных законов электрохимии и термохимии, химического и фазового равновесия, основных положений химической кинетики; на высоком уровне владеет химическими и физико-химическими методами экспериментального исследования различных объектов окружающей среды; готов самостоятельно использовать законы физической химии для решения задач профессиональной деятельности</p>
Базовый	«4» (хорошо)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует базовые знания основных законов электрохимии и термохимии, химического и фазового равновесия, основных положений химической кинетики; на базовом уровне владеет химическими и физико-химическими методами экспериментального исследования различных объектов окружающей среды; готов использовать законы физической химии для решения задач профессиональной деятельности</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 слабые (пороговые) знания основных законов электрохимии и термохимии, химического и фазового равновесия, основных положений химической кинетики; на слабом уровне владеет химическими и физико-химическими методами экспериментального исследования; способен под руководством использовать законы физической химии для решения задач профессиональной деятельности</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 основных законов электрохимии и термохимии, химического и фазового</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		равновесия, основных положений химической кинетики; не владеет химическими и физико-химическими методами экспериментального исследования; не способен использовать законы физической химии для решения задач профессиональной

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 аргументировано предлагать экологически безопасные технологии.

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Занятия лекционного типа	<p>В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.</p> <p>В ходе лекций обучающимся рекомендуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вести конспектирование учебного материала; - обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; - задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. <p>В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</p> <p>Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.</p>
Занятия семинарского типа (лабораторные занятия)	<p>Практические занятия – это активная форма учебного процесса. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Темы теоретического содержания предполагают дискуссионный характер обсуждения. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает выполнение заданий и решение задач, анализ практических ситуаций.</p>
Самостоятельная работа (изучение теоретического курса, под-	<p>Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.</p>

готовка к лабораторным занятиям)	
Подготовка к экзамену и зачету с оценкой	<p>Подготовка к экзамену, зачету с оценкой предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение основной и дополнительной литературы - изучение конспектов лекций - участие в проводимых контрольных опросах - тестирование по темам <p>Оценка за экзамен, зачет с оценкой выставляется по критериям, представленным в пункте 7.2</p>

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 планирования аудиторных и внеаудиторных мероприятий: Яндекс.Календарь (<https://calendar.yandex.ru/>) – онлайн календарь-планер, распространяется по лицензии ShareWare

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

- 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.

- Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории – лаборатории физической химии.

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.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся с использованием различного лабораторного оборудования, а также на лабораторных стендах-установках. На занятии обучающиеся знакомятся с методами определения физико-химических величин: теплоты растворения соли, теплоты гидратации, константы равновесия химической реакции, константы скорости химической реакции, константы диссоциации электролита и т.д., работой и

устройством приборов и установок, позволяющих определять физико-химические величины.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются знакомство бакалавром с основными методами работы установок и приборов, определяющих физико-химические величины, методиками расчета физико-химических величин. Усвоение, понимание, структурирование полученных знаний по основным разделам физической химии.

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).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- операционная система Windows 7, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- операционная система Astra Linux Special Edition;
- пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ 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 занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной 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 занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы и стулья, меловая доска. Переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор).
Помещение для лабораторных занятий	Учебная лаборатория физической химии, оснащенная лабораторными столами и стульями, следующим оборудованием: дистиллятор – 1 шт.; фотоколориметры – 5 шт.; калориметры – 4 шт.; весы технические – 2 шт.; весы торсионные – 3 шт.; электроплитки – 3 шт.; кондуктометры – 2 шт.; рефрактометры – 3 шт.; нефелометры – 5 шт.; спектрофотометр – 1 шт.; ротационный вискозиметр – 1 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