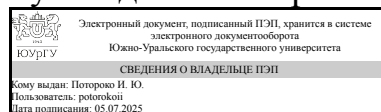


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



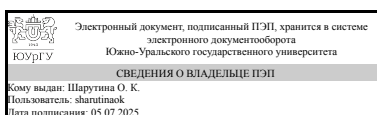
И. Ю. Потороко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.14 Физическая химия
для направления 19.03.01 Биотехнология
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

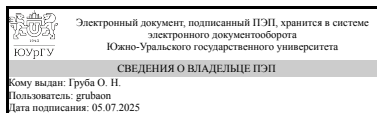
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 736

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,
к.хим.н., доц., доцент



О. Н. Груба

1. Цели и задачи дисциплины

1. Добиться прочного усвоения студентом основных законов и теорий физической химии; овладения техникой физико-химических расчётов; выработкой навыков творческого мышления, привитие навыков экспериментальной работы и обработки наблюдаемых явлений. 2. Сообщить студенту физико-химические принципы, положенные в основу технологических процессов. Задачи курса: раскрыть смысл основных естественнонаучных законов, научить студента видеть области применения этих законов, четко представлять их принципиальные возможности при решении конкретных задач; сформировать физико-химическое мышление, навыки анализа и решения физико-химических задач, научить пользоваться справочными данными.

Краткое содержание дисциплины

Физическая химия представляет собой теоретический фундамент современной химии: основы химической термодинамики: начала термодинамики, термодинамические функции, химический потенциал и общие условия равновесия систем, термодинамические свойства газов и газовых смесей фазовые равновесия и свойства растворов: равновесия в однокомпонентных системах термодинамические свойства растворов, равновесия в двухфазных двухкомпонентных системах; химическое равновесие; термодинамическая теория химического сродства; равновесия в растворах электролитов; термодинамическая теория Э.Д.С.; химическая кинетика: формальная кинетика, теории химической кинетики, кинетика сложных гомогенных фотохимических, цепных и гетерогенных реакций; катализ: гомогенный и ферментный катализ, адсорбция и гетерогенный катализ.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности	Знает: теоретические основы химической термодинамики и кинетики, гомогенного и гетерогенного катализа, электро-химии; основные законы базовых разделов физической химии: термодинамические и термохимические характеристики веществ, параметры химического и фазового равновесия, кинетические параметры химических реакций и закономерности их изменения в физико-химических процессах Умеет: применять основные законы физической химии для решения теоретических и практических задач биоинженерной направленности и анализа полученных результатов; для анализа и интерпретации результатов экспериментов профессиональной направленности Имеет практический опыт: использования основных экспериментальных методов физико-химических исследований для решения

	практических задач профессиональной направленности; применения методов физической химии для исследования биохимических процессов и систем
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,5	35,5
Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	12	12
Выполнение домашних заданий	6	6
Подготовка к экзамену	17,5	17,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Основные понятия и термины	4	2	2	0
2	Химическая термодинамика	18	8	6	4
3	Химические равновесия	10	6	2	2
4	Химическая кинетика	14	8	2	4
5	Катализ	4	2	0	2

6	Электрохимия	14	6	4	4
---	--------------	----	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные понятия и термины. Предмет и значение физической химии. Краткий очерк развития физической химии. Основные разделы физической химии и методы исследования.	2
2	2	Основные положения и постулаты термодинамики. Первый закон термодинамики. Параметры и функции термодинамического состояния. Интенсивные и экстенсивные величины. Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Математическая формулировка первого начала термодинамики. Уравнения состояния идеальных и реальных газов. Теплоемкость. Применение первого начала к химическим процессам. Энтальпия. Закон Гесса. Стандартное состояние и стандартная теплота химической реакции. Зависимость теплоты реакции от температуры (уравнения Кирхгоффа).	2
3	2	Второй закон термодинамики. Приложения второго закона термодинамики. Основной смысл и значение второго закона термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Постулаты Клаузиуса и Томпсона. Энтропия. Математическая формулировка второго закона Постулат Планка. Статистический характер второго закона. Статистическая трактовка энтропии, термодинамическая вероятность состояния системы, уравнение Больцмана. Методы расчета энтропии. Критерии самопроизвольного протекания процессов. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.	2
4	2	Понятие раствора. Способы выражения состава раствора. Парциальные молярные величины. Упругость пара компонента над раствором. Законы Рауля и Генри. Эбулиоскопия и криоскопия. Растворимость газов и твердых веществ в жидкостях. Закон распределения. Экстракция. Осмотическое равновесие в растворах.	2
5	2	Термодинамика газовых смесей и конденсированных растворов. Активность. Коэффициент активности. Стандартные состояния. Методы определения активности и коэффициентов активности. Вычисление активности и коэффициентов активности по уравнению Гиббса – Дюгема.	2
6	3	Химические равновесия. Общая характеристика химического равновесия. Закон действия масс. Химическое равновесие в газах. Применение закона действия масс. Расчет выхода продукта реакции. Расчет степени диссоциации. Химические равновесия в газах при высоких давлениях. Гетерогенные химические превращения. Уравнение изотермы реакции. Уравнение изобары (изохоры) реакции. Влияние внешних параметров (температуры, давления) на состав равновесной системы. Принцип смещения равновесия Ле-Шателье-Брауна. Комбинирование равновесий. Расчет констант равновесия по термохимическим данным.	2
7	3	Фазовые равновесия. Диаграммы состояния различных систем. Теория равновесия в гетерогенных системах и учение о фазах. Правило фаз. Фаза, компонент, число степеней свободы. Равновесия в однокомпонентных системах. Равновесия в двухкомпонентных системах. Основные типы двойных диаграмм состояния. Система с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях Система с простой эвтектикой. Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии эвтектического и перитектического типа. Системы с химическим	2

		соединением, плавящимся конгруэнтно и инконгруэнтно. Системы с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии. Применение диаграмм состояния. Правило рычага.	
8	3	Термодинамика поверхностных явлений. Общая характеристика поверхностных явлений. Явления на поверхности жидкость-газ. Поверхностное натяжение. Потенциал омега. Термодинамические свойства поверхности раздела фаз. Капиллярное давление. Адсорбция на жидкой поверхности. Изотерма адсорбции Гиббса. Адсорбция на твердой поверхности. Изобара адсорбции. Изотермы адсорбции на твердой поверхности. Изотерма Ленгмюра. Полимoleкулярная адсорбция. Изотерма БЭТ.	2
9	4	Основные понятия химической кинетики. Кинетический закон действия масс. Скорость химической реакции. Простые и сложные, обратимые и необратимые реакции. Кинетический закон действия масс (основной постулат химической кинетики). Константа скорости и кинетический порядок химической реакции. Молекулярность стадий. Кинетические уравнения. Кинетика необратимых реакций I, II и III порядков. Определение констант скорости из опытных данных. Период полупревращения. Кинетика обратимых, параллельных и последовательных реакций. Цепные реакции.	4
10	4	Основные методы определения кинетического порядка химических реакций. Метод подбора кинетического уравнения, графический метод, метод полуреакций Оствальда-Нойеса, дифференциальный метод Вант-Гоффа.	2
11	4	Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации. Зависимость констант скорости от температуры. Температурный коэффициент скорости химических реакций. Физический смысл энергии активации. Уравнение Аррениуса. "Эффективная" и "истинная" энергии активации. Теория активных столкновений в химической кинетике.	2
12	5	Катализ. Определение катализа. Классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ. Основные положения теории гомогенного катализа. Общие кинетические закономерности гомогенных каталитических реакций. Кислотно-основный катализ. Гетерогенный катализ. Основные стадии процесса и их влияние на общую скорость гетерогенной каталитической реакции. Роль адсорбции в кинетике гетерогенного катализа. Активация гетерогенных каталитических реакций. Теории гетерогенного катализа.	2
13	6	Предмет и понятия электрохимии. Теория электролитической диссоциации. Ионная сила раствора. Правило ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Электропроводность веществ. Общая характеристика движения ионов в растворах электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность электролита. Числа переноса и методы их определения.	2
14	6	Термодинамика электрохимических систем и электродных процессов. Условная водородная шкала. Правило знаков Э.Д.С. и электродных потенциалов. Электрохимический потенциал. Электрохимические равновесия. Классификация электродов. Электроды первого рода. Электроды второго рода. Газовые электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Специальные типы электродов (амальгамные, ионоселективные и др.). Законы Фарадея. Электролиз	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Оценка погрешности результатов экспериментальных измерений. Косвенные измерения. Параллельные измерения. Регрессионный анализ	2

2	2	Энтальпия. Закон Гесса. Зависимость теплоты реакции от температуры (уравнения Кирхгоффа).	2
3	2	Энтропия. Методы расчета энтропии. Определение критериев самопроизвольного протекания реакции	2
4	2	Общая характеристика растворов. Способы выражения концентраций. Коллигативные свойства растворов.	2
5	3	Равновесие гомогенных и гетерогенных химических реакций.	2
6	4	Кинетика гомогенных химических реакций. Определение порядка реакции по экспериментальным данным.	2
7	6	Электрохимические процессы. Гальванический элемент	2
8	6	Электролиз. Законы Фарадея.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Тепловые эффекты химических реакций. Определение теплоты реакции нейтрализации.	2
2	2	Определение молекулярной массы растворенного вещества по понижению температуры замерзания раствора	2
3	3	Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе	2
4	4	Кинетика реакции распада тиосульфата натрия. Зависимость скорости реакции от концентрации	2
5	4	Кинетика реакции распада тиосульфата натрия. Зависимость скорости реакции от температуры	2
6	5	Катализ и ингибирование химических реакций	2
7	6	Измерение электропроводности раствора слабого электролита различной концентрации и определение константы электролитической диссоциации	2
8	6	Определение ЭДС окислительно-восстановительных элементов	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчета	Физическая химия. Термохимия. Учебное пособие к лабораторным работам / С.В. Штин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 40 с. Горбунов С. П. Физическая химия : учеб. пособие к лаб. работам / С. П. Горбунов, Л. Я. Крамар ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. материалы ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2000. - 50, [1] с.	3	12
Выполнение домашних заданий	Ю.С.Кузнецов, А.А.Лыкасов. Сборник упражнений по химическому равновесию: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 43 с. Адсорбция. Химическая кинетика. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов/ В. И. Антоненко, Н. В.	3	6

	Германюк, В. М. Жихарев и др. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 85 с.		
Подготовка к экзамену	Физическая химия Кн. 1 Строение вещества. Термодинамика Учеб. для вузов: В 2 кн. К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 512,[1] с. ил. Физическая химия Кн. 2 Электрохимия. Химическая кинетика и катализ Учеб. для вузов: В 2 кн. К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1995. - 318,[1] с. ил.	3	17,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Лабораторная работа	Лабораторная работа №1-4	0,5	12	Начисление баллов проводится по каждой лабораторной отдельно, затем баллы суммируются. Максимальный балл за одну лабораторную работу – 3 Отчет по лабораторной работе предоставлен в срок (2 недели с момента выполнения лабораторной работы) - 1 балл Отчет оформлен аккуратно и в соответствии с требованиями (записаны название, цель работы, перечислены используемое оборудование и химические реактивы, приведены схемы установок) - 1 балл; не полное соответствие – 0,5 балла Студент может прокомментировать проведенные расчеты и ход выполнения эксперимента - 1 балл	экзамен
2	3	Лабораторная работа	Лабораторная работа № 5-8	0,5	12	Начисление баллов проводится по каждой лабораторной отдельно, затем баллы суммируются. Максимальный балл за одну лабораторную работу – 3 Отчет по лабораторной работе	экзамен

						предоставлен в срок (2 недели с момента выполнения лабораторной работы) - 1 балл Отчет оформлен аккуратно и в соответствии с требованиями (записаны название, цель работы, перечислены используемое оборудование и химические реактивы, приведены схемы установок) - 1 балл; не полное соответствие – 0,5 балла Студент может прокомментировать проведенные расчеты и ход выполнения эксперимента - 1 балл	
3	3	Текущий контроль	Задачи по теме "Химическая термодинамика и термодинамика растворов"	1	3	1. Задача решена правильно, сдана в установленный срок, студент получает 3 балла. 2. Задача решена с ошибкой или сдана позднее установленного срока, студент получает 2 балла. 3. Задача решена с ошибкой и сдана позднее установленного срока, студент получает 1 балл. 4. Задача не сдана, студент получает 0 баллов.	экзамен
4	3	Текущий контроль	Задачи по теме "Химическое равновесие"	1	3	1. Задача решена правильно, сдана в установленный срок, студент получает 3 балла. 2. Задача решена с ошибкой или сдана позднее установленного срока, студент получает 2 балла. 3. Задача решена с ошибкой и сдана позднее установленного срока, студент получает 1 балл. 4. Задача не сдана, студент получает 0 баллов.	экзамен
5	3	Текущий контроль	Задачи по теме "Химическая кинетика гомогенных реакций"	1	3	1. Задача решена правильно, сдана в установленный срок, студент получает 3 балла. 2. Задача решена с ошибкой или сдана позднее установленного срока, студент получает 2 балла. 3. Задача решена с ошибкой и сдана позднее установленного срока, студент получает 1 балл. 4. Задача не сдана, студент получает 0 баллов.	экзамен
6	3	Текущий контроль	Задачи по теме "Электрохимия"	1	3	1. Задача решена правильно, сдана в установленный срок, студент получает 3 балла. 2. Задача решена с ошибкой или сдана позднее установленного срока, студент получает 2 балла. 3. Задача решена с ошибкой и сдана позднее установленного срока, студент получает 1 балл.	экзамен

						4. Задача не сдана, студент получает 0 баллов.	
7	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	Экзамен проводится в форме тестирования. Тест состоит из 10 вопросов по основным разделам курса. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в форме тестирования. На выполнение теста отводится 30 минут, допускается использование справочников, калькулятора. Тест состоит из 10 вопросов по основным разделам курса. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ОПК-2	Знает: теоретические основы химической термодинамики и кинетики, гомогенного и гетерогенного катализа, электро-химии; основные законы базовых разделов физической химии: термодинамические и термохимические характеристики веществ, параметры химического и фазового равновесия, кинетические параметры химических реакций и закономерности их изменения в физико-химических процессах	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Умеет: применять основные законы физической химии для решения теоретических и практических задач биоинженерной направленности и анализа полученных результатов; для анализа и интерпретации результатов экспериментов профессиональной направленности	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: использования основных экспериментальных методов физико-химических исследований для решения практических задач профессиональной направленности; применения методов физической химии для исследования биохимических процессов и систем	+	+					+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Физическая химия : Учеб. для вузов: В 2 кн. . Кн. 1 / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр.. - М. : Высшая школа, 2001. - 512,[1] с. : ил.
2. Физическая химия : Учеб. для вузов: В 2 кн. . Кн. 2 / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1995. - 318,[1] с. : ил.
3. Физическая химия. Поверхностные явления и химическая кинетика : учеб. пособие / В. М. Жихарев и др.; Челяб. политехн. ин-т им.

Ленинского комсомола, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов ; ЮУрГУ. - Челябинск : ЧПИ, 1990. - 88 с. : ил.

4. Агаркова Г. А. Физическая химия. Электрохимия : учеб. пособие / Г. А. Агаркова, Ю. С. Кузнецов ; под ред. Г. Г. Михайлова ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Физ.-хим. исслед. металлург. процессов ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЧПИ, 1985. - 57 с. : ил.

5. Штин С. В. Физическая химия. Термохимия : учеб. пособие к лаб. работам для физ.-металлург. фак. / С. В. Штин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 39, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000539671

б) дополнительная литература:

1. Физическая и коллоидная химия : учеб. пособие для вузов по естественнонауч. и инж.-техн. направлениям : в 2 ч. . Ч. 2 / В. Ю. Конюхов и др.; под ред. В. Ю. Конюхова и К. И. Попова. - 2-е изд., испр. и доп.. - М. : Юрайт, 2018. - 308, [1] с. : ил.

2. Физическая и коллоидная химия : учеб. пособие для вузов по естественнонауч. и инж.-техн. направлениям : в 2 ч. . Ч. 1 / В. Ю. Конюхов и др.; под ред. В. Ю. Конюхова и К. И. Попова. - 2-е изд., испр. и доп.. - М. : Юрайт, 2018. - 257, [2] с. : ил.

3. Физическая химия : сб. упражнений и задач по направлению 150400 "Металлургия" / В. И. Антоненко и др.; под ред. Г. Г. Михайлова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. физ. химии ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 444, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000508586

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ю.С.Кузнецов, А.А.Лыкасов. Сборник упражнений по химическому равновесию: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 43 с.

2. Основы термодинамики и термодинамика растворов: учебное пособие / А.А. Лыкасов, В.И. Шишков, Ю.С. Кузнецов, Г.Г. Михайлов.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 52 с.

3. Кузнецов Ю.С., Лыкасов А.А. Электрохимия: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 68 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ю.С.Кузнецов, А.А.Лыкасов. Сборник упражнений по химическому равновесию: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. – 43 с.

2. Основы термодинамики и термодинамика растворов: учебное пособие / А.А. Лыкасов, В.И. Шишков, Ю.С. Кузнецов, Г.Г. Михайлов.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 52 с.

3. Кузнецов Ю.С., Лыкасов А.А. Электрохимия: Учебное пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 68 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Горшков, В. И. Основы физической химии : учебник / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. — 7-е эл.изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 410 с. — ISBN 978-5-906828-87-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/495320
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Сборник примеров и задач по физической химии. Электрохимия, химическая кинетика : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, А. В. Гребенник, А. Ю. Крюков, О. И. Воробьева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 224 с. — ISBN 978-5-507-47770-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/426224
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Бажин, Н. М. Термодинамика растворов и гетерогенных систем : учебное пособие для вузов / Н. М. Бажин, В. Н. Пармон. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 288 с. — ISBN 978-5-507-49045-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/405476

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)
3. ABBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено