

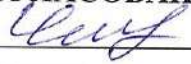
**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СОГЛАСОВАНО**

  
Руководитель программы  
аспирантуры  
профессор О.В. Черемисина

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Декан факультета переработки  
минерального сырья,  
доцент П.А. Петров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**


<b>Область науки:</b>	1. Естественные науки
<b>Группа научных специальностей:</b>	1.4 Химические науки
<b>Научная специальность:</b>	1.4.4. Физическая химия
<b>Отрасли науки:</b>	Технические
<b>Форма освоения программы аспирантуры:</b>	очная
<b>Срок освоения программы аспирантуры:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д.т.н., проф. Черемисина О.В.

**Рабочая программа дисциплины «Физическая химия»** составлена:

– в соответствии с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Составитель:

 д.т.н., проф. Черемисина О.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и физической химии от «31» августа 2022 г., протокол № 1.

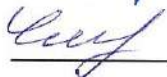
**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой ОФХ



д.т.н., проф. О.В. Черемисина

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины

- формирование у аспирантов знаний в области современных тенденций и методов физико-химического описания и моделирования процессов, протекающих на различных уровнях масштабирования: от лабораторного до опытного эксперимента;

- подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, связанных с изучением и синтезом новых веществ, химических процессов, решении научных задач междисциплинарного характера;

- формирование у аспирантов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления, овладение современными методами научных исследований в области физической химии.

### Основными задачами изучения дисциплины являются:

- *изучение* современных методов изучения физико-химических свойств веществ и закономерностей протекания процессов и реакций;

- *овладение* методами физико-химического моделирования технологических процессов в металлургии и химической технологии

- *формирование* представлений и практического опыта физико-химических расчетов, необходимых для определения тепловых эффектов и тепловых балансов технологических процессов, предсказания направления протекания химических реакций

- *приобретение навыков* практического применения расчетов и экспериментального исследования кинетических параметров процессов, определения оптимальных условий проведения химических реакций с использованием законов фазовых равновесий, термодинамики и кинетики;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «**Физическая химия**» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, входит в составляющую «Дисциплины (модули), в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули), дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.1. Физическая химия, направленности (профилю) «Физическая химия»; дисциплину изучают в **5** семестре.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен

**Знать** основные законы и закономерности в области физической химии и смежных дисциплин, основные учебные материалы в указанной области, особенности преподавания химических дисциплин в университете минерально-сырьевого профиля

**Уметь** разрабатывать учебные модули, проводить тематические учебные занятия по физической химии и смежным дисциплинам; организовывать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, связанные с определением физико-химических параметров гомогенных и гетерогенных процессов (в том числе каталитических)

**Владеть** навыками использования приобретённых теоретических знаний и практических умений в области физической химии и смежных дисциплин для преподавательской деятельности; применения результатов исследования кинетических и термодинамических параметров процесса для выявления оптимальной области условий

проведения отдельной химической реакции или технологического процесса в целом; использования современных методов постановки и решения задач, лабораторного моделирования и масштабирования с учетом особенностей производства.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Физическая химия» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет **3** зачетные единицы или **108** академических часов. Дисциплину изучают в **5** семестре по очной форме обучения. Форма контроля – экзамен.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Лекции	20	20
Практические занятия	10	10
<b>Самостоятельная работа аспирантов (СР), в том числе</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Тематическая работа с научной литературой	22	22
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10	10
<b>Вид аттестации – кандидатский экзамен (КЭ)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	ак. час.	<b>108</b>
	зач. ед.	<b>3</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

В план подготовки входят лекции, практические занятия (семинары) и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта
1.	Физико-химический подход к описанию химико-технологических систем	14	4	2	–	8
2.	Основы строения вещества, межчастичное взаимодействие	14	4	2	–	8

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта
3.	Термодинамический подход к описанию процессов и систем; диаграммы состояния	15	4	2	–	9
4.	Кинетический подход к описанию химических реакций	15	4	2	–	9
5.	Особенности преподавания физической химии и родственных дисциплин в университете горнотехнического профиля	14	4	2	–	8
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	–	<b>42</b>
	<b>Подготовка к экзамену:</b>	<b>36</b>				
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>				

#### 4.2.2. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Физико-химический подход к описанию химико-технологических систем	Моделирование химико-технологических систем с применением законов и уравнений физической химии.	4
2	Основы строения вещества, межчастичное взаимодействие	Квантово-статистическая модель строения вещества на атомном и молекулярном уровне; ведение в зонную теорию строения твердого тела; теоретические представления о природе химической связи в координационных соединениях; межмолекулярное взаимодействие	4
3	Термодинамический подход к описанию процессов и систем; диаграммы состояния	Моделирование направления протекания процесса. Системы ионно-молекулярных равновесий. Диаграммы Эллингхема, их использование для моделирования химических реакций. Диаграммы состояния многокомпонентных систем.	4
4	Кинетический подход к описанию химических реакций	Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация; динамика элементарного акта при химических превращениях;	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		элементарные реакции с участием активных частиц	
5	Особенности преподавания физической химии и родственных дисциплин в университете горнотехнического профиля	Акцентуация внимания обучающихся на прикладных аспектах физической химии. Иллюстрирование фундаментальных положений физической химии и смежных дисциплин примерами технологических производственных процессов согласно направлению и профилю/специализации подготовки аспиранта. Пути обобщения и адаптации результатов научных исследований к описанию промышленных процессов.	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>20</b>

#### 4.2.3. Практические занятия (семинары)

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Использование законов Гесса, Келли, Кирхгофа для расчёта функций состояния	2
2	Раздел 2.	Расчёт теплоёмкости методом квантово-статистической теории	2
3	Раздел 3.	Диаграммы состояния	2
4	Раздел 4.	Обработка кинетических зависимостей	2
5	Раздел 5.	Моделирование выхода процесса при изменении температуры и давления	2
<b>ИТОГО</b>			<b>10</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Тематика для самостоятельной подготовки

№ п/п	Раздел	Тематика самостоятельной работы
1	Раздел 1.	Физико-химическое описание и моделирование
2	Раздел 2.	Современные методы экспериментального определения строения вещества, аппаратурное оснащение; основные экспериментальные методики
3	Раздел 3.	Современные методы экспериментального определения термодинамических свойств веществ и параметров физико-химических процессов
4	Раздел 4.	Современные методы экспериментального определения кинетических параметров химических реакций: общая методология.

№ п/п	Раздел	Тематика самостоятельной работы
5	Раздел 5.	Поиск и использование примеров из реальных технологических процессов различных отраслей минерально-сырьевого комплекса для иллюстрации фундаментальных положений физической химии и смежных дисциплин

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «**Физическая химия**» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

**Лекции** являются одним из важнейших видов занятий и составляют основу теоретической подготовки.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Главным содержанием этого вида занятий является работа по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Целью практических занятий является

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач;

- приобрести навыки обработки различных видов информации в том числе с использованием компьютерной техники;

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**Консультации** являются одной из форм руководства учебной работой и оказания помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях. Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Цель и основные задачи текущего контроля

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по темам дисциплины (устный ответ).

## **6.2. Цель и основные задачи экзамена**

Экзамен имеет целью проверить знание и понимание обучающимися материала дисциплины.

## **6.3. Критерии формирования оценок по результатам экзамена**

Оценка «отлично» – глубокие знания учебного материала, все элементы курса представлены на высоком учебно-методическом уровне.

Оценка «хорошо» – твердо освоенный учебный материал, представлены все элементы курса.

Оценка «удовлетворительно» – есть знания основного учебного материала, но детали не усвоены, не представлены некоторые элементы курса.

Оценка «неудовлетворительно» – учебный материал не освоен, не представлены основные элементы курса.

## **6.4. Порядок проведения экзамена**

Сдача аспирантом кандидатского экзамена по дисциплине «Физическая химия» осуществляется в порядке, утвержденном Министерством науки и высшего образования Российской Федерации. Экзамен проводится путем устного собеседования по материалам дисциплины с выставлением оценок.

## **6.5. Типовые контрольные вопросы/задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

1. Моделирование химико-технологических систем с применением законов и уравнений физической химии.
2. Моделирование направление протекания процесса, выхода целевого продукта.
3. Использование понятия активность для описания процессов в растворах и расплавах.
4. Моделирование структуры вещества в конденсированном состоянии.
5. Парциальные молярные величины, их определение по экспериментальным данным и путем интегрирования уравнения Гиббса-Дюгема.
6. Химический потенциал, его значение для компонента идеального газа, идеального раствора, предельно разбавленного раствора и для реальных систем.
7. Понятие об активности и фугитивности.
8. Уравнение изотермы реакции.
9. Константа равновесия.
10. Расчет равновесного состава реакционной смеси.
11. Влияние внешних условий на равновесие.
12. Принцип Ле-Шателье.
13. Выбор оптимальных условий для проведения реакции.
14. Вычисление константы равновесия при различных температурах.
15. Закон Рауля для идеальных и предельно разбавленных растворов.
16. Учет диссоциации растворенного вещества.
17. Растворимость газов, законы Генри и Сивертса.



18. Температуры замерзания и кипения растворов, криоскопия и эбуллиоскопия.
19. Уравнение Шредера. Расчет диаграмм по уравнению Шредера.
20. Осмотическое давление растворов. Обратный осмос, его использование для очистки стоков и опреснения воды.
21. Определение степени и константы диссоциации слабых электролитов, кажущейся степени диссоциации и коэффициента активности сильных электролитов по опытному значению изотонического коэффициента.
22. Определение молярной массы органических веществ методами криоскопии и эбуллиоскопии.
23. Метод дифференциально-термического анализа.
24. Построение диаграмм.
25. Твердые растворы, ограниченный и неограниченный изоморфизм.
26. Системы с твердыми растворами: идеальные, с минимумом температуры плавления, эвтектического и перитектического типов.
27. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися соединениями.
28. Проявление на диаграммах полиморфных превращений и расслаивания жидкой фазы.
29. Определение тепловых эффектов фазовых превращений.
30. Образование растворов электролитов.
31. Теория гидратации.
32. Расчет рН и равновесного состава в растворах сильных и слабых электролитов, гидролизующихся солей и в буферных растворах.
33. Расчет равновесий в насыщенных растворах с учетом гидролиза ионов труднорастворимого соединения и комплексобразования в растворе.
34. Обобщенные теории кислот и оснований Бренстеда, Льюиса, Пирсона.
35. Кислотно-основные свойства неводных растворов и расплавов.
36. Термодинамическая теория Э.Д.С.
37. Удельная и эквивалентная электропроводность.
38. Подвижность ионов и факторы, ее определяющие.
39. Определение качества воды,
40. Константы диссоциации слабых электролитов.
41. Предельная электропроводность ионов.
42. Термодинамика электрохимических систем.
43. Электродный потенциал.
44. Гальванический элемент.
45. Уравнение Нернста.
46. Типы электродов.
47. Определение коэффициента активности электролитов.
48. Определение растворимости соединений.
49. Константы нестойкости комплексов,
50. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции.
51. Ионметрия.
52. Диаграммы Пурбе.
53. Формальная кинетика.
54. Порядок реакции и способы его определения.
55. Кинетика сложных реакций.

56. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации.
57. Теории активных столкновений и переходного состояния.
58. Механизм гомогенного и гетерогенного катализа.
59. Ферментативный катализ.
60. Кинетика электрохимических процессов.
61. Поляризация электродов. Диффузионное и электрохимическое перенапряжение.

### 6.6. Критерии и процедура оценивания результатов экзамена

Развернутый ответ должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения и правила в конкретных случаях.

При оценке ответа обучающегося необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности и понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Примерная шкала оценивания знаний по выполнению заданий экзамена

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Аспирант хорошо знает грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос; все.	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Не владеет навыками, большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Посредственно владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Хорошо владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Отлично владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции

даются указания по организации самостоятельной работы, порядке проведения промежуточной аттестации.

Для организации и контроля учебной работы аспирантов используется метод ежемесячной аттестации обучающегося по итогам выполнения текущих аудиторных и самостоятельных (внеаудиторных) работ. Форма промежуточной аттестации: **экзамен**.

### **7.1. Организация самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы по данной дисциплине. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы аспиранта, предусмотренному учебным планом по дисциплине в текущем семестре.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Практическому занятию, лабораторной работе и самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы и срокам сдачи заданий или прохождения тестирования.

### **7.2. Работа с книгой**

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к **экзамену**.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

### **7.3. Консультации**

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, аспирантам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные

коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

### **8.1. Основная литература**

1. Основы физической химии. Учебник в 2-х частях. 5-е изд., переработанное и дополненное / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. М. : Лаборатория знаний, 2019. – 348 с. : <http://www.chem.msu.ru/rus/books/2019/eremin-phys-chem-2019/welcome.html>

2. Физическая химия : учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. – 3-е издание, стереотипное. Москва: ФЛИНТА, 2019. – 251 с. : <https://e.lanbook.com/book/122598>.

3. 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> (дата обращения: 11.12.2022).

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Краснов К.С. Физическая химия. Том 1. Строение вещества, термодинамика Учебник для ВУЗов. /К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнее и др. Под ред. К.С. Краснова М.: «Высшая школа». 2001. 512 с. [http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-1-stroenie-veschestva-termodinamika\\_a1933b180b2.html](http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-1-stroenie-veschestva-termodinamika_a1933b180b2.html)

2. Краснов К.С. Физическая химия. Том 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. Учебник для ВУЗов. /К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнее и др. Под ред. К.С. Краснова М.: «Высшая школа». 2001. 319 с. [http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-2-elektrokhimiya-himicheskaya-kinetika-i-kataliz\\_2c45f4fdd06.html](http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-2-elektrokhimiya-himicheskaya-kinetika-i-kataliz_2c45f4fdd06.html)

3. Бажин, Н. М. Термодинамика для химиков : учебник / Н. М. Бажин, В. Н. Пармон. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 612 с. — ISBN 978-5-8114-3917-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206717> (дата обращения: 11.12.2022).

4. Буданов, В. В. Химическая термодинамика : учебное пособие / В. В. Буданов, А. И. Максимов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2271-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209705> (дата обращения: 11.12.2022).

5. Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1542-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211475> (дата обращения: 11.12.2022).

6. Atkins P., Paula J. Physical Chemistry. Text book. Eighth edition. New York. W.H. Freeman and Company. 2006. 1085 p. [http://exordio.qfb.umich.mx/archivos%20pdf%20de%20trabajo%20umsh/Leer%20escribir%20PDF%202014/CH-Physical%20Chemistry\(8th%20ed\)\[英语\]Atkins.pdf](http://exordio.qfb.umich.mx/archivos%20pdf%20de%20trabajo%20umsh/Leer%20escribir%20PDF%202014/CH-Physical%20Chemistry(8th%20ed)[英语]Atkins.pdf)

### **8.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;

— Методические указания по практическим занятиям.

#### **8.4. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

#### **8.5. Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

#### **8.6. Информационные справочные системы:**

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>
2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.
4. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **9.1. Специальные помещения для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий по дисциплине «**Физическая химия**», оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. 56 посадочных мест; стенды информационные – 12 шт. Мебель: доска аудиторная – 2 шт.; стол учебный – 32 шт.; стул – 66 шт. Компьютерная техника: системный блок Intel Pentium – 1 шт., монитор ЖК 16" – 1 шт., принтер лазерный Samsung ML2160 – 1 шт.

## **9.2. Оснащенность помещений для самостоятельной работы**

Помещение для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест. Стол – 10 шт.; стул – 20 шт. Компьютерная техника: системный блок Intel Pentium – 4 шт.; монитор ЖК 16" – 4 шт.; принтер лазерный Samsung ML2160 – 1 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета

## **9.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения. Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения. Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения: Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

## **9.4. Лицензионное программное обеспечение**

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.