


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

## ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

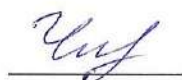
Область науки:	1. Естественные науки
Группа научных специальностей:	1.4 Химические науки
Научная специальность:	1.4.4. Физическая химия
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. Черемисина О.В.

**Рабочая программа дисциплины «Химическая кинетика и катализ» 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:**

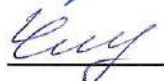
Декан факультета аспирантуры и докторантуры



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 в области химической кинетики и катализа, их применения для целей обеспечения учебного процесса и научной коммуникации;

- подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, связанных с изучением механизма и путей управления скоростью процессов и выхода продукта при организации синтеза новых веществ, технологических процессов, при решении научных задач междисциплинарного характера.

### Основными задачами изучения дисциплины являются:

- *изучение* современных методов установления механизма и кинетических закономерностей протекания химических реакций;

- *освоение* методов расчета и экспериментального исследования механизма и кинетики химических реакций;

- формирование представлений и практического опыта о кинетике процессов, необходимых для составления материальных и тепловых балансов технологических процессов, предсказания выхода химических реакций;

- приобретение *навыков* практического применения расчетов и экспериментального исследования кинетических параметров процессов, определения оптимальных условий проведения химических реакций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Химическая кинетика и катализ» входит в составляющую «Дисциплины (модули), в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули), дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов», элективные дисциплины (модули) 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 4 семестре.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен

**Знать** способы и методы выполнения фундаментальных исследований в области кинетики и катализа химических реакций; теорию и методологию определения кинетических характеристик процессов, протекающих с участием растворов; известные и вновь открытые сведения о кинетических закономерностях физико-химических процессов, применяемых химических технологиях и смежных отраслях.

**Уметь** выявлять пути, способы, направления использования результатов фундаментальных исследований для решения практических задач; применять теоретические знания для определения кинетических характеристик процессов, протекающих с участием растворов; использовать известные и вновь получаемые научные сведения в области фундаментальных исследований кинетики и механизмов химических реакций и технологий каталитических процессов.

**Владеть навыками** практического использования результатов фундаментальных исследований в области кинетики и катализа химических реакций; применения результатов

исследования кинетических и термодинамических параметров процесса для выявления оптимальной области условий проведения отдельной химической реакции или технологического процесса в целом, используя известные и вновь открытые сведения о кинетических закономерностях физико-химических процессов, применяемых химических технологиях и смежных отраслях.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость дисциплины «Химическая кинетика и катализ» составляет 2 зачетных единиц или 72 академических часа. Дисциплину изучают в 4 семестре по очной форме обучения. Форма контроля – дифференцированный зачёт.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
<b>Самостоятельная работа аспирантов (СР), в том числе</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Подготовка к практическим занятиям	8	8
Тематическая работа с научной литературой	8	8
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	8	8
<b>Вид аттестации – дифференцированный зачет</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>72</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>
		<b>72</b>
		<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

В план подготовки входят лекции, практические занятия 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.	Кинетический подход к описанию процессов	9	1	2	–	6
2.	Уравнения формальной кинетики	9	1	2	–	6
3.	Кинетика гетерогенных систем	9	1	2	–	6
4.	Кинетика каталитических реакций	9	1	2	–	6
	<b>Итого:</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>–</b>	<b>24</b>
	Подготовка к дифференцированному зачёту	36				
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>72</b>				

#### 4.2.2. Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Кинетический подход к описанию процессов	Применение кинетического подхода к описанию гомогенных и гетерогенных процессов на поверхности жидкость-жидкость и/или жидкость-твердое.	1
2	Уравнения формальной кинетики простых реакций	Моделирование обратимых, многостадийных последовательных реакций. Моделирование разветвленных реакций, способы увеличения селективности реакции. Цепные реакции	1
3	Кинетика гетерогенных систем; электрохимические реакции	Законы и закономерности диффузии. Математические модели гетерогенных реакций. Кинетика процессов электролиза	1
4	Кинетика каталитических реакций	Закон действующих поверхностей. Гетерогенный катализ. Теоретические представления о гетерогенном катализе.	1
<b>ИТОГО:</b>			<b>4</b>

#### 4.2.3. Практические занятия (семинары)

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Экспериментальное определение кинетических параметров	2
2	Раздел 2.	Моделирование сложных химических реакций	2
3	Раздел 3.	Теоретические представления о видах и моделировании диффузионных процессов.	2
4	Раздел 4.	Применение каталитических реакций	2
<b>ИТОГО</b>			<b>8</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.	Современные подходы к изучению кинетики физико-химических процессов
2	Раздел 2.	Методы экспериментального определения механизма и порядка реакций. Аппаратурное оснащение.
3	Раздел 3.	Применение теоретических представлений о кинетических закономерностях для моделирования технологических процессов
4	Раздел 4.	Современные методики разработки новых каталитических систем

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Химическая кинетика и катализ» используют 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 ИТОВОГО 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 дифференцированного зачёта

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися материала дисциплины.

### **6.3. Критерии формирования оценок по результатам дифференцированного зачета**

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 дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет 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. Приведите кинетическое уравнение закона действующих масс, поясните значение понятий «молекулярность реакции», «порядок реакции»; опишите способы определения порядка реакции.

2. Приведите вывод кинетического уравнения односторонней реакции первого порядка.

3. Приведите вывод кинетического уравнения односторонней реакции второго порядка для веществ с одинаковой концентрацией и разных реагентов и разной концентрацией.

4. Приведите вывод кинетического уравнения обратимой реакции первого порядка, поясните ход зависимости концентрации реагента и выхода продукта обратимого процесса от времени для реактора идеального вытеснения.

5. Приведите вывод кинетического уравнения параллельной реакции первого порядка, поясните ход зависимости концентрации реагента и выхода продукта обратимого процесса от времени для реактора идеального вытеснения.

6. Приведите вывод кинетического уравнения параллельной реакции первого порядка, поясните ход зависимостей концентрации реагента и выхода продукта при разных соотношениях скоростей стадий последовательного процесса.

7. Опишите основные кинетические уравнения цепного процесса с позиции вероятностной теории.

8. Приведите основные положения теории активных столкновений.

9. Приведите основные положения теории активированного комплекса.

10. Покажите связь кинетики процесса и термодинамических параметров активированного комплекса.

11. Приведите моделирование кинетики процесса с позиции расчета скоростей элементарных реакций.

12. Приведите основные положения моделирования гетерогенного процесса, лимитируемого процессов диффузии: уравнения Фика, понятие коэффициента диффузии, теория диффузионного слоя Нернста.

13. Перечислите основные принципы каталитического действия, покажите схему слитного и раздельного катализа, поясните, как меняется энергия активации при слитном и раздельном механизме катализа.

14. Выведите кинетическое уравнение каталитического процесса; покажите на примере каталитического уравнения изменение порядка каталитической реакции при изменении количества реагента по отношению к количеству катализатора.

15. Покажите связь между характером разрыва химической связи и выбором типа катализатора; ответ желательно иллюстрировать примерами органического синтеза или процессами глубокой переработки нефти.

16. Приведите уравнения кислотно-основного катализа: общего и специфического.

17. Приведите математическую формулу закона действующих поверхностей, приведите вывод кинетического уравнения гетерогенного процесса, лимитируемого стадией сорбции.

18. Опишите типовые схемы математического моделирования гетерогенно-каталитического процесса во внешнедиффузионной области.

19. Опишите протекание гетерогенного каталитического процесса, протекающего во внутридиффузионной области.

20. Приведите основные положения теории гетерогенного катализа А.А. Баландина.

21. Опишите особенности протекания электрохимических реакций.

22. Опишите природу электрохимического перенапряжения.

23. Приведите положения теории Нернста-Брунера.

24. Приведите положения теории Фольмера и Фрумкина, как теоретической основы уравнения Тафеля.

### 6.6. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

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 дифференцированного зачета

<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,	Аспирант хорошо знает грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская



<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
	допускает неточности в ответе на вопрос	неточности в ответе на вопрос; все.	существенных 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: **дифференцированный зачет**.

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

Самостоятельная работа аспирантов (СР) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы по данной учебной дисциплине. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы аспирантов, 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 **дифференцированному зачету**.

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. Шлыков С.А. Катализ в промышленности. Теория и прикладные каталитические процессы. Учебное пособие. – Иваново: ИГХТУ. – 2018. – 101 с. : <https://e.lanbook.com/book/127526>.
2. Головнев Н.Н. Энергетика и направленность химических процессов. Химическая кинетика и химическое равновесие. Учебное пособие. – Красноярск: СФУ. – 2018. – 148 с. : <https://e.lanbook.com/book/157749>.
3. Черепанов В.А., Аксенова Т.В. Химическая кинетика: учебное пособие. М.: Юрайт. – 2017. – 130 с. : <https://www.biblio-online.ru/viewer/D9C59BEB-24CC-485B-AB69-DDCE7A1515B0#page/2>

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Кинетика процессов на поверхности: учебно-методическое пособие / О.Н. Шишилов, Н.С. Ахмадуллина, В.Р. Флид [и др.]. Москва: РТУ МИРЭА. – 2022. – 55 с. : <https://e.lanbook.com/book/256775>
2. Романовский Б.В. Основы катализа. М.: Наука. – 2014. – 562 с. : <http://nashol.com/2017031593557/osnovi-kataliza-romanovskii-b-v-2014.html>
3. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: «Академкнига». – 2004. – 679 с. : [http://www.studmed.ru/krylov-ov-geterogennyy-kataliz\\_4043e5153a2.html](http://www.studmed.ru/krylov-ov-geterogennyy-kataliz_4043e5153a2.html)

4. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: «Академия». – 2003. – 256 с. : [http://www.studmed.ru/bayramov-vm-osnovy-himicheskoy-kinetiki-i-kataliza\\_fd765c7a7e2.html](http://www.studmed.ru/bayramov-vm-osnovy-himicheskoy-kinetiki-i-kataliza_fd765c7a7e2.html)

### **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 «Химическая кинетика и катализ», 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.