

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.1.2 Химия углеродных материалов

Направление подготовки/специальность: 04.04.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Электрохимия

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2021

Тамбов, 2022

Автор программы:

Доктор химических наук, доцент Таныгина Елена Дмитриевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 - Химия (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «13» июля 2017 г. № 655).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	13
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	13

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-3 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере науднотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-3 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ	Планирует научно-исследовательские работы с учетом специфики предприятия

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-3 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очно-заочная (семестр)		
		1	3	4
1	Источники электрического тока	+		
2	Наудно-исследовательская работа			+
3	Электрnxимия ионных жидкостей		+	

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Химия углеродных материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Дисциплина «Химия углеродных материалов» изучается в 2 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 3 з.е.

Очно-заочная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	16
Лекции (Лекции)	6
Практические (Практ. раб.)	10
Самостоятельная работа (СР)	92
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
2 семестр					
1	Структурные формы углерода и физико-химически е свойства углеродных материалов.	1	2	18	Реферат
2	Углеродные волокна	1	2	18	Реферат
3	Полимерные композиционные материалы	1	2	18	Реферат
4	Физико–химическ ие и электрохимически е процессы на углеродных материалах	1	2	18	Реферат
5	Промотированные углеродные электроды	2	2	20	Реферат; Опрос

Тема 1. Структурные формы углерода и физико-химические свойства углеродных материалов. (ПК-3)

Лекция.

Кристаллические и переходные формы углерода. Структура графита и пирографита. Общие представления о нитевидных графитовых кристаллах. Физические, химические и электрофизические свойства углеродных материалов.

Практическое занятие.

Вопросы к семинару

1. Кристаллические и переходные формы углерода.

2. chaoite или белый углерод
3. графен
4. лонсдейлит
5. пенографит
6. стеклоуглерод
7. фуллерит
8. Структура графита и пирографита.
9. Общие представления о нитевидных графитовых кристаллах.
10. Физические, химические и электрофизические свойства углеродных материалов

Задания для самостоятельной работы.

Структурные формы углерода и физико-химические свойства углеродных материалов. Подбор и осмысление конкретных примеров по теме лекции, подготовка к дискуссиям, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательская работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Кристаллические и переходные формы углерода. Структура графита и пирографита. Общие представления о нитевидных графитовых кристаллах. Физические, химические и электрофизические свойства углеродных материалов.

Тема 2. Углеродные волокна (ПК-3)

Лекция.

История создания углеродных волокон. Структура и морфология углеродных волокон. Свойства углеродных волокон. Типы углеродных волокон. Классификация углеродных волокон. Получение углеродных волокон. Элементсодержащие углеродные волокна: общие представления. Получение элементсодержащих углеволокнистых материалов. Применение элементоуглеродных волокон. Многофазные волокна на основе углеродных волокон: общие представления. Волокна с металлическим покрытием

Практическое занятие.

Вопросы к семинару

1. История создания углеродных волокон.
2. Структура и морфология углеродных волокон.
3. Типы углеродных волокон.
4. Классификация углеродных волокон.
5. Одностенные, многостенные нанотрубки
6. Структурные свойства
7. Электронные свойства графитовой плоскости
8. Сверхпроводимость в нанотрубках
9. Оптические свойства нанотрубок
10. Токсичность нанотрубок
11. Получение углеродных нанотрубок
12. Возможные применения углеродных волокон
13. Свойства углеродных волокон.
14. Получение углеродных волокон.
15. Элементсодержащие углеродные волокна: общие представления.
16. Получение элементсодержащих углеволокнистых материалов.
17. Применение элементоуглеродных волокон.
18. Многофазные волокна на основе углеродных волокон: общие представления.
19. Волокна с металлическим покрытием.
20. Возможные применения углеродных волокон

Задания для самостоятельной работы.

Работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

История создания углеродных волокон. Структура и морфология углеродных волокон. Свойства углеродных волокон. Типы углеродных волокон. Классификация углеродных волокон. Получение углеродных волокон. Элементсодержащие углеродные волокна: общие представления. Получение элементсодержащих углеволокнистых материалов. Применение элементоуглеродных волокон. Многофазные волокна на основе углеродных волокон: общие представления. Волокна с металлическим покрытием.

Тема 3. Полимерные композиционные материалы (ПК-3)

Лекция.

Основные понятия и определения. Дисперсно-упрочненные композиты. Волокнистые композиты. Простые модели разрушения композитов. Растяжение. Сжатие. Механизм взаимодействия компонентов композиционных материалов. Физико-химическая сущность прочности композиционных материалов. Современные представления об адгезии. Повышение адгезии за счет модификации наполнителя. Нарушение правила аддитивности в адгезионных соединениях. Матричные материалы. Типы матричных материалов. Полимерные матрицы и их физико-химические особенности. Типы термореактивных связующих. Термопластичные связующие. Самоармирующиеся полимеры. Формование полимерных композиционных материалов

Практическое занятие.

Вопросы к семинару

1. Основные понятия и определения.
2. Дисперсно-упрочненные композиты.
3. Волокнистые композиты.
4. Простые модели разрушения композитов.
5. Растяжение. Сжатие. Механизм взаимодействия компонентов композиционных материалов.
6. Физико-химическая сущность прочности композиционных материалов.
7. Современные представления об адгезии.
8. Повышение адгезии за счет модификации наполнителя.
9. Нарушение правила аддитивности в адгезионных соединениях.
10. Матричные материалы.
11. Типы матричных материалов.
12. Полимерные матрицы и их физико-химические особенности.
13. Типы термореактивных связующих.
14. Термопластичные связующие.
15. Самоармирующиеся полимеры.
16. Формование полимерных композиционных материалов.
17. Углеродные волокна на основе полиакрилонитрила (ПАН).
18. Формирование структуры и свойств углеродных волокон из ПАН.
19. Углеродные волокна на основе пеков

Задания для самостоятельной работы.

Подбор и осмысление конкретных примеров по теме лекции, подготовка к дискуссиям, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательская работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Основные понятия и определения. Дисперсно-упрочненные композиты. Волокнистые композиты. Простые модели разрушения композитов. Растяжение. Сжатие. Механизм взаимодействия компонентов композиционных материалов. Физико-химическая сущность прочности композиционных материалов. Современные представления об адгезии. Повышение адгезии за счет модификации наполнителя. Нарушение правила аддитивности в адгезионных соединениях. Матричные материалы. Типы матричных материалов. Полимерные матрицы и их физико-химические особенности. Типы терморезактивных связующих. Термопластичные связующие. Самоармирующиеся полимеры. Формование полимерных композиционных материалов.

Тема 4. Физико–химические и электрохимические процессы на углеродных материалах (ПК-3)

Лекция.

Электрохимические свойства углеродных материалов в растворах электролитов. Строение границы раздела углеродный материал/электролит. Адсорбция ионов, водорода, кислорода и органических веществ на электродах из углеродных материалов. Коррозия: химическая и электрохимическая. Углеродные материалы в неводных средах. Механизм электрокаталитических реакций на углеродных материалах

Практическое занятие.

1. Электрохимические свойства углеродных материалов в растворах электролитов.
2. Строение границы раздела углеродный материал/электролит.
3. Адсорбция ионов, водорода, кислорода и органических веществ на электродах из углеродных материалов.
4. Коррозия: химическая и электрохимическая.
5. Углеродные материалы в неводных средах.
6. Механизм электрокаталитических реакций на углеродных материалах.

Задания для самостоятельной работы

Задания для самостоятельной работы.

Физико–химические и электрохимические процессы на углеродных материалах. Подбор и осмысление конкретных примеров по теме лекции, подготовка к дискуссиям, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательская работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Электрохимические свойства углеродных материалов в растворах электролитов. Строение границы раздела углеродный материал/электролит. Адсорбция ионов, водорода, кислорода и органических веществ на электродах из углеродных материалов. Коррозия: химическая и электрохимическая. Углеродные материалы в неводных средах. Механизм электрокаталитических реакций на углеродных материалах.

Тема 5. Промотированные углеродные электроды (ПК-3)

Лекция.

Электрокатализ. Типы промотированных углеродных электродов. Химически модифицированные электроды. Макрокинетические характеристики углеродных электродов

Практическое занятие.

Вопросы к семинару

1. Электрокатализ.
2. Типы промотированных углеродных электродов.
3. Химически модифицированные электроды.
4. Макрокинетические характеристики углеродных электродов.

Задания для самостоятельной работы.

Промотированные углеродные электроды. Работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др. Электрокатализ. Типы промотированных углеродных электродов. Химически модифицированные электроды. Макрокинетические характеристики углеродных электродов.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Опрос

Тема 5. Промотированные углеродные электроды

1. Электрохимические свойства углеродных материалов в растворах электролитов.
2. Строение границы раздела углеродный материал/электролит.
3. Адсорбция ионов, водорода, кислорода и органических веществ на электродах из углеродных материалов.
4. Коррозия: химическая и электрохимическая.
5. Углеродные материалы в неводных средах.
6. Механизм электрокаталитических реакций на углеродных материалах

Реферат

Тема 1. Структурные формы углерода и физико-химические свойства углеродных материалов.

1. Структурные свойства
2. Электронные свойства графитовой плоскости
3. Сверхпроводимость в нанотрубках
4. Оптические свойства нанотрубок
5. Токсичность нанотрубок
6. Получение углеродных нанотрубок
7. Возможные применения углеродных волокон
8. Свойства углеродных волокон.

Тема 2. Углеродные волокна

1. Получение углеродных волокон.
2. Элементсодержащие углеродные волокна: общие представления.
3. Получение элементсодержащих углеволокнистых материалов.
4. Применение элементоуглеродных волокон.
5. Многофазные волокна на основе углеродных волокон: общие представления.
6. Волокна с металлическим покрытием.
7. Возможные применения углеродных волокон

Тема 3. Полимерные композиционные материалы

1. Физико-химическая сущность прочности композиционных материалов.
2. Современные представления об адгезии.

3. Повышение адгезии за счет модификации наполнителя.
4. Нарушение правила аддитивности в адгезионных соединениях.
5. Матричные материалы.
6. Типы матричных материалов.

Тема 4. Физико–химические и электрохимические процессы на углеродных материалах

1. Полимерные матрицы и их физико-химические особенности.
2. Типы термореактивных связующих.
3. Термопластичные связующие.
4. Самоармирующиеся полимеры.

Тема 5. Промотированные углеродные электроды

1. Электрокатализ.
2. Типы промотированных углеродных электродов.
3. Химически модифицированные электроды.
4. Макрокинетические характеристики углеродных электродов.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-3)

Типовые вопросы зачета

1. Текстура углеродных материалов. Пористая структура и поверхность. Макропоры. Мезопоры. Микропоры. Гидрофобно-гидрофильные свойства.
2. Адсорбционные и каталитические свойства углеродных материалов. Адсорбция из газовой фазы. Адсорбция из растворов электролитов. Молекулярная сорбция. Катализ.
3. Углеродные волокна. История создания углеродных волокон. Структура углеродных волокон. Морфология углеродных волокон.
4. Свойства углеродных волокон. Типы углеродных волокон. Классификация углеродных волокон. Получение углеродных волокон.

Типовые задания для зачета (ПК-3)

Типовые темы рефератов

1. Фуллерены. Фуллерит. Лонсдейлит. Графен. Чаоит (Chaoite) и графит
2. Пироуглерод, пирографит, стеклоуглерод
3. Пенографит
4. Углеродные нанотрубки
5. История развития производства углеграфитовых материалов
6. Элементсодержащие угольные волокнистые материалы
7. Поверхностные наноструктуры: перспективы синтеза и использования.
8. Перспективные композиционные наноматериалы для ракетно-космической техники.
9. Нанокompозиты: исследования, производство, применение.
10. Механика разрушения композиционных материалов..

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено»	ПК-3	Демонстрирует знания актуальных направлений исследований в области синтеза и применения углеродных материалов, ответ построен логично, проводит научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составляет план исследования и получает новые научные и прикладные результаты. Анализирует теории и обладает навыками практической работы в области синтеза и применения углеродных материалов
«не зачтено»	ПК-3	Демонстрирует фрагментарный уровень знаний актуальных направлений исследований в области синтеза и применения углеродных материалов, способен проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно не может составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты. В ответе на вопросы отсутствует логика. Теорию и навыки практической работы в области синтеза и применения углеродных материалов освоил фрагментарно

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии : [учеб. пособие] : [науч. издание]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2011. - 464 с.
2. Столяров, Р. А., Буракова, И. В., Бураков, А. Е. Нанокристаллические функциональные материалы и покрытия : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Нанокристаллические функциональные материалы и покрытия. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. - 96 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/94354.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Колокольцев С. Н. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : [учеб. пособие]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект", 2012. - 295 с.; 295 с.; 295 с.
2. Абишева, А. К., Акимбеков, Н. Ш., Артманн, А., Артманн, Г., Бакенов, Ж. Б., Бессарабова, И. М., Бийсенбаев, М. А., Гильманов, М. К., Дигель, И. Э., Емуранов, М. М., Жандосов, Ж. М., Жубанова, А. А., Жылыбаева, Н. К., Захаров, В. А., Зашквара, О. В., Керимкулова, А. Р., Кистаубаева, А. С., Кожалакова Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья. - 2024-05-23; Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья. - Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2010. - 302 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/58486.html>

6.3 Иные источники:

1. ЭБС «Znanium.com» - <http://www.znanium.com/index.php?item=main>
2. Электронная библиотека учебников для вузов - <http://4du.ru/>
3. Электронная библиотека учебников - <http://studentam.net/content/category/1/2/5/>
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
5. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
4. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.