

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры



Ярмоленко И.В.

« 21 » апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Уваров В.А.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Основы научных исследований

Направление подготовки:

08.04.01 Строительство

Профиль программы:

**Производство строительных материалов, изделий и конструкций:
наносистемы в строительном материаловедении**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 482 от 31 мая 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц. _____



(Т.В. Дмитриева)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреля 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. _____

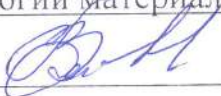


(В.В. Строкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. _____



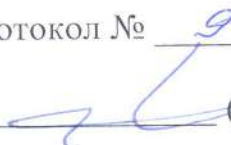
(В.В. Строкова)

« 12 » апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апреля 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц. _____



(А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Универсальные компетенции	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Применяет методы системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	<p>Знать: принципы применения методов системного и критического анализа</p> <p>Уметь: самостоятельно применять методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>Владеть: навыками применения методов системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p>
		УК-1.2. Использует методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций, методики постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	<p>Знать: принципы использования методологии системного и критического анализа проблемных ситуаций</p> <p>Уметь: использовать методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций</p> <p>Владеть: навыками работы с методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>
	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Осуществляет планирование научного исследования, используя проектную методологию	<p>Знать: принципы планирования научного исследования, используя проектную методологию</p> <p>Уметь: планировать научное исследование, используя проектную методологию</p> <p>Владеть: навыками планирования научного исследования, используя проектную методологию</p>
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать	ОПК-2.1. Собирает и систематизирует научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий	<p>Знать: методики сбора и систематизации научно-технической информации о рассматриваемом объекте</p> <p>Уметь: систематизировать информацию с использованием информационных технологий</p> <p>Владеть: навыками сбора и систематизации научно-технической информации о рассматриваемом объекте</p>

	новые знания, в том числе с помощью информационных технологий	ОПК-2.2. Оценивает достоверность научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Знать: принципы оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте Уметь: осуществлять оценку достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте Владеть: навыками оценки достоверности информации
		ОПК-2.3. Использует средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Знать: принципы использования средств прикладного программного обеспечения Уметь: осуществлять использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности Владеть: навыками использования средств прикладного программного обеспечения
		ОПК-2.4. Использует информационно-коммуникационные технологии для оформления документации и представления информации	Знать: принципы использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации Уметь: осуществлять использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации Владеть: навыками использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-6.1. Формулирует цели, ставит задачи исследований	Знать: принципы формулирования цели и постановки задач исследования Уметь: формулировать цели и ставить задачи исследования Владеть: навыками постановки задач и формулирования целей исследования
		ОПК-6.2. Выбирает способы и методики выполнения исследований	Знать: принципы выбора способов и методик выполнения исследований Уметь: выбирать способы и методики выполнения исследований Владеть: навыками выбора способов и методик выполнения исследований

		<p>ОПК-6.3. Составляет программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах</p>	<p>Знать: принципы составления программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах Уметь: определять потребности в ресурсах и составлять программы для проведения исследований Владеть: навыками составления программ для проведения исследований и определения потребности в ресурсах</p>
		<p>ОПК-6.4. Составляет план исследования с помощью методов факторного анализа</p>	<p>Знать: принципы составления плана исследования с помощью методов факторного анализа Уметь: составлять план исследования с помощью методов факторного анализа Владеть: навыками составления плана исследования с помощью методов факторного анализа</p>
		<p>ОПК-6.5. Выполняет и контролирует выполнение эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: принципы выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности Уметь: выполнять эмпирические исследования объекта профессиональной деятельности Владеть: навыками контроль выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности</p>
		<p>ОПК-6.6. Обрабатывает результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей</p>	<p>Знать: принципы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей Уметь: обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей Владеть: навыками обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей</p>
		<p>ОПК-6.8. Документирует результаты исследований, оформляет отчётную документацию</p>	<p>Знать: принципы документирования результатов исследований, оформление отчётной документации Уметь: оформлять отчетную документацию, документировать результаты исследований, оформлять отчётную документацию</p>

			<p>документацию</p> <p>Владеть: навыками документирования результатов исследований и оформления отчетной документации</p>
		<p>ОПК-6.9. Контролирует соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований</p>	<p>Знать: принципы контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований</p> <p>Уметь: контролировать соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований</p> <p>Владеть: навыками контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований</p>
		<p>ОПК-6.10. Формулирует выводы по результатам исследования</p>	<p>Знать: принципы формулирования выводов по результатам исследования</p> <p>Уметь: формулировать выводы по результатам исследования</p> <p>Владеть: навыками формулирования выводов по результатам исследования</p>
		<p>ОПК-6.11. Представляет и защищает результаты проведенных исследований</p>	<p>Знать: принципы представления и защиты результатов проведенных исследований</p> <p>Уметь: представлять и защищать результаты проведенных исследований</p> <p>Владеть: навыками представления и защиты результатов исследований</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы научных исследований

2. Компетенция УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Социальные коммуникации. Психология
2	Основы научных исследований

3. Компетенция ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Прикладная математика
2	Основы научных исследований

4. Компетенция ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Прикладная математика
2	Организация проектно-исследовательской деятельности
3	Основы научных исследований

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	54	54
лекции	34	34
лабораторные		
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	54	54
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	45	45
Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Общая характеристика приборов и методов исследования наносистем					
1.1	<i>Общая характеристика приборов исследования наносистем</i> Характеристика различных приборов исследования наносистем. Особенности работы на них.	3	1		4
1.2	<i>Общая характеристика методов исследования наносистем</i> Классификация методов анализа наноструктур. Математическая обработка результатов. Качественный анализ с помощью метода ИК-спектроскопии. Техника анализа. Электрометрические методы анализа. Хроматографические методы анализа.	3	2		4
2. Виды и принципы исследований на микроуровне					
2.1	<i>Оптическая микроскопия</i> Основы оптической микроскопии. Типы оптических микроскопов. Устройство и принципы работы микроскопов. Основные характеристики приборов. Практическое применение полученных результатов	4	2		6
2.2	<i>Электронная микроскопия</i> Основы электронной микроскопии. Типы электронных микроскопов. Устройство и принципы работы микроскопов. Основные характеристики приборов. Практическое применение полученных результатов	4	2		6
2.3	<i>Сканирующая зондовая микроскопия</i> Основы сканирующей зондовой микроскопии. Типы сканирующих микроскопов. Устройство и принципы работы микроскопов. Основные характеристики приборов. Практическое применение полученных результатов	4	2		6
2.4	<i>ИК-спектроскопия</i> Основы ИК-спектроскопии. Типы оборудования, используемого для этого метода исследования. Основные характеристики приборов. Практическое применение полученных результатов	4	2		6
3. Изучение свойств материалов на наноуровне, наноидентирование и моделирование наносистем					
3.1	<i>Наноидентирование</i> Виды инденторов. Основные принципы действия установок для исследования наноматериалов методов	6	3		6

	индентирования				
3.2	<i>Моделирование наносистем</i> Теоретические принципы моделирования наноматериалов. Принципы моделирования наноструктур. Методы моделирования. Моделирование физических процессов	6	3		7
	ВСЕГО	34	17	0	45

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №2				
1	Общая характеристика приборов и методов исследования наносистем	Расчет калибровочного графика	3	5
2	Оптическая микроскопия	Исследование объектов с использованием поляризационного и стереоскопического микроскопов	2	4
3	Электронная микроскопия	Исследование объектов с использованием растрового электронного микроскопа (РЭМ)	2	4
4	Сканирующая зондовая микроскопия	Исследование объектов с использованием сканирующего зондового микроскопа	2	4
5	ИК-спектроскопия	Исследование объектов с использованием ИК-спектроскопии	2	4
6	Изучение свойств материалов на наноуровне, наноидентирование	Изучение нанопористости композиционных материалов	3	3
7	Моделирование наносистем	Теоретические принципы моделирования наноматериалов и наноструктур с новыми функциональными возможностями	3	4
ИТОГО:			17	28

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание индивидуального домашнего задания

На выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ) предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студентов.

Целью ИДЗ является приобретение студентами практических навыков использования математических методов для обработки результатов экспериментальных исследований.

По согласованию с преподавателем студент может выполнять ИДЗ по

темам, связанным с его производственной деятельностью. Общей темой задания следует считать «Изучение материала (наноматериала) с помощью микроскопа».

Для написания работы нужно согласовать с преподавателем тему, собрать материал, раскрывающий её содержание и оформить его в соответствии со следующими требованиями:

- объем 10-15 страниц печатного текста;
- наличие титульного листа по установленной форме (название образовательного учреждения, дисциплина, по которой выполнено ИДЗ, название темы, полные данные – ФИО, кафедра)
- структура ИДЗ:
 1. оглавление – это расширенный план работы с указанием страниц в тексте;
 2. введение – в нем прописывается актуальность выбранной темы и ожидаемые результаты работы;
 3. основная часть – в виде конкретно сформулированных вопросов, через которые раскрывается выбранная тема;
 4. заключение – это основные выводы, полученные по каждой части работы, перспективы исследования данной темы;
 5. список использованной литературы, который должен иметь единообразную форму.

Примерный перечень вопросов для защиты ИДЗ приведен ниже:

1. Назовите основы оптической микроскопии
2. Опишите типы оптических микроскопов
3. Опишите устройство и принципы работы оптических микроскопов
4. Назовите основные характеристики оптических микроскопов
5. В чем состоит практическое применение полученных результатов на оптических микроскопах?
6. Расскажи об основах сканирующей зондовой микроскопии
7. Опишите типы сканирующих микроскопов
8. Опишите устройство и принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.
9. Опишите основные характеристики сканирующих зондовых микроскопов
10. Назовите практическое применение полученных результатов на сканирующих зондовых микроскопах
11. Расскажите об основах электронной микроскопии.
12. Назовите типы электронных микроскопов.
13. Опишите устройство и принципы работы электронных микроскопов
14. Опишите основные характеристики электронных микроскопов
15. Назовите практическое применение полученных результатов на электронных микроскопах.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-1.1. Применяет методы системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ
УК-1.2. Использует методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций, методики постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ, собеседование

2 Компетенция УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-2.1. Осуществляет планирование научного исследования, используя проектную методологию	защита практических работ, собеседование, устный опрос

3 Компетенция ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.1. Собирает и систематизирует научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ, собеседование
ОПК-2.2. Оценивает достоверность научно-технической информации о рассматриваемом объекте	зачет, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-2.3. Использует средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	зачет, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-2.4. Использует информационно-коммуникационные технологии для оформления документации и представления информации	зачет, защита практических работ, собеседование, устный опрос

4 Компетенция ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.1. Формулирует цели, ставит задачи исследований	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ, устный опрос
ОПК-6.2. Выбирает способы и методики выполнения исследований	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ, устный и письменный опрос
ОПК-6.3. Составляет программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах	зачет, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-6.4. Составляет план исследования с помощью методов факторного анализа	зачет, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-6.5. Выполняет и контролирует выполнение эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности	зачет, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-6.6. Обрабатывает результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ, собеседование, устный и письменный опрос
ОПК-6.8. Документирует результаты исследований, оформляет отчетную документацию	защита ИДЗ, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-6.9. Контролирует соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований	зачет, защита ИДЗ, защита практических работ, устный опрос
ОПК-6.10. Формулирует выводы по результатам исследования	защита ИДЗ, защита практических работ, собеседование, устный опрос
ОПК-6.11. Представляет и защищает результаты проведенных исследований	защита ИДЗ, защита практических работ, собеседование, устный опрос

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **зачета**.

Зачет проводится в форме собеседования по контрольным вопросам. Вопросы охватывают весь пройденный материал. При собеседовании преподаватель задает студенту 2 вопроса. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам изучаемого курса.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общая характеристика приборов и методов исследования наносистем	УК-2	Опишите цели и задачи изучаемого курса
2			Дайте общую характеристика методов и приборов исследования наносистем.
3			Назовите классификацию методов анализа наноструктур.
4			Как производится математическая обработка результатов?
5			Как производится качественный анализ с помощью метода ИК-спектроскопии? В чем состоит техника анализа.
6			Что представляют собой электрометрические методы анализа?
7			Что представляют собой хроматографические методы анализа?
8	Виды и принципы исследований на микроуровне	ОПК-6	Назовите основные положения оптической микроскопии.
9			Назовите принципы работы оптического микроскопа.
10			Назовите специализированные методики оптической микроскопии.
11			Что представляет собой флуоресцентная микроскопия? Назовите источники света.
12			Что представляет собой электронная микроскопия? Назовите основные понятия.
13			Что представляет собой трансмиссионная микроскопия?
14			Что представляет собой растровая (сканирующая) микроскопия? Назовите перспективные направления развития.
15			Что представляет собой сканирующие элементы зондовых микроскопов?
16			Что представляет собой сканирующая туннельная микроскопия?
17			Что представляет собой атомно-силовая

			микроскопия?
18			Что представляет собой магнитно-силовая микроскопия?
19			Что представляет собой фотоэлектронная микроскопия?
20	Наноидентификация и моделирование наносистем	ОПК-2	Что такое наноидентификация? Назовите виды инденторов.
21			Назовите основные принципы действия установок для исследования наноматериалов методов индентирования.
22		УК-1	Опишите теоретические принципы моделирования наноматериалов и наноструктур.

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических работ, выполнения индивидуального домашнего задания.

Практические работы. Практические занятия проводятся по темам, перечень которых представлен в таблице.

Защита практических работ проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по соответствующим темам. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Расчет калибровочного графика	УК-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое калибровочный график? 2. Расскажите принцип построения калибровочного графика. 3. В каких координатах строят калибровочный график? 4. Как производят разметку осей при построении калибровочного графика? 5. Каким уравнением описывается линейная градуировочная зависимость?
2.	Исследование объектов с использованием поляризационного и стереоскопического микроскопов	ОПК-6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое микроскоп? 2. Расскажите об устройстве стереомикроскопа Альтами СМ-Т II. 3. Расскажите об устройстве поляризационного микроскопа ПОЛАМ Р-312. 4. Укажите особенности работы стереоскопического и поляризационного микроскопов. 5. Какова разрешающая способность изученных микроскопических приборов? 6. Расскажите о результатах исследования материалов, какая структура присуща каждому из образцов. 7. Как осуществляется наладка микроскопов?
3.	Исследование объектов с использованием растрового электронного микроскопа (РЭМ)	ОПК-6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие о растровой сканирующей микроскопии. 2. Структура микроскопов данного типа. 3. Разрешающая способность РЭМ. 4. Преимущества сканирующего электронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMU. 5. Сравните и опишите структурных особенностей исследованных материалов.
4.	Исследование объектов с использованием сканирующего зондового микроскопа	ОПК-6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы принципы сканирующей зондовой микроскопии? 2. В чем состоят основные преимущества использования методов сканирующей зондовой микроскопии?

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
			<ol style="list-style-type: none"> 3. Какие способы проведения СЗМ съемки различают? 4. Какие свойства позволяет исследовать прибор. 5. Опишите общую конструкцию прибора NanoEducator.
5.	Исследование объектов с использованием ИК-спектроскопии	ОПК-6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое ИК-спектроскопия? 2. Достоинства данного метода. 3. Опишите принцип устройства спектрофотометра. 4. Какие технические характеристики имеет ИК-спектрометр VERTEX 70. 5. Методы подготовки образцов для выполнения исследований. 6. Перечислите методы подготовки жидкостей для съемки. 7. Перечислите методы подготовки порошков и рыхлых твердых образцов для съемки. 8. Перечислите действия, необходимые для съемки материала.
6.	Изучение нанопористости композиционных материалов	ОПК-2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация пор, принятая Международным союзом по теоретической и прикладной химии. 2. Взаимосвязь размеров пор и их адсорбционных свойств. 3. Принцип определения общего объема пор. 4. Принцип распределения пор по размерам. 5. От чего зависит диапазон размеров пор, выводимый на гистограммах распределения пор?
7.	Теоретические принципы моделирования наноматериалов и наноструктур с новыми функциональными возможностями	УК-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите цели моделирования наноматериалов и наноструктур. 2. Положение моделирования в теории познания. 3. Охарактеризуйте этапы технологического цикла моделирования. 4. Перечислите виды наноразмерных систем. 5. Подходы к решению задач молекулярного моделирования. 6. Применяемые методы для моделирования наноматериалов и наноструктур.

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Ниже приведен пример практической работы:

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСТРУКТУР С НОВЫМИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Цель работы: ознакомиться с основами и особенностями моделирования наноматериалов и наноструктур.

Справочный материал

Проектирование наноматериалов и наноструктур с новыми функциональными возможностями, требует владения набором методик, позволяющих осуществлять такое проектирование. В отличие от проектирования объектов в макромире, нанообъекты обладают своими специфичными физико-химическими характеристиками и подчиняются другим законам, чем макрообъекты.

Для проектирования наноматериалов требуется использование методов компьютерного моделирования и специального программного обеспечения, позволяющего как вводить необходимые параметры, проводить компьютерное моделирование так и производить визуализацию полученных структур и информации об их свойствах.

Моделирование – это особый метод познания окружающего мира. Он может применяться как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях. Моделирование не является расширением теории или эксперимента – его следует рассматривать как отдельную позицию между теорией и экспериментом.

В настоящее время технологический цикл моделирования принято разделять на ряд этапов.

1-й этап – построение модели. Сначала выбирается физическая модель явления и проводится разделение всех действующих факторов на главные, которые обязательно нужно учесть, и второстепенные, которые на данном этапе исследования могут быть отброшены. Здесь же формулируются допущения или рамки применимости модели, в которых будут верны полученные результаты.

2-й этап – разработка метода расчета сформулированной математической задачи. Фактически это совокупность цепочек алгебраических формул, по которым ведутся вычисления, и логических условий, позволяющих установить последовательность применения этих формул.

3-й этап – создание или выбор программы для реализации разработанного алгоритма на компьютере. Современное программирование является самостоятельной наукой со своими фундаментальными принципами, подходами и методами. Поэтому программное обеспечение представляет собой сложную систему, включающую языки, трансляторы, операционные системы, библиотеки стандартных программ и пр.

4-й этап – проведение расчетов на компьютере. Здесь наиболее отчетливо

проявляется сходство с физическим экспериментом. Различие в том, что в лаборатории экспериментатор с помощью специально построенной установки воплощает условия эксперимента и измеряет значения ключевых физических параметров. Специалист по моделированию с помощью компьютера осуществляет то же самое на математической модели. Ответ в обоих случаях получается в виде некоторой информации, которая затем подвергается расшифровке.

5-й этап – обработка результатов расчетов, их всесторонний анализ и выводы. После проведения анализа становится ясно, можно использовать полученные результаты или же необходимо уточнить модель.

Как известно, наноразмерные системы представляют собой физические объекты, размер которых хотя бы в одном направлении измеряется единицами, десятками или сотнями нанометров. Если размер наносистемы ограничен в одном направлении, то это нанопленка, если в двух – нанопроволока, если в трех – наночастица. Кроме того, часто говорят о наноструктурных системах. В этом случае речь идет о материалах, устройствах, изделиях и иных макроскопических системах, которые состоят из соединенных между собой наноразмерных объектов.

Значение моделирования нанотехнологии крайне актуально для создания прототипов наноматериалов, устройств, систем и разнообразных приложений. В то же время, она может быть использована не только для того, чтобы понять и охарактеризовать системы, полученные в результате экспериментов, но и для прогнозирования свойств новых материалов, так как между структурными, механическими, химическими и электрическими свойствами в наноразмерной области существует сильная взаимосвязь. Положительным фактором является то, что моделирование нанотехнологии может воспользоваться методами молекулярного моделирования (молекулярного дизайна). Сегодня существуют два основных подхода к решению задач молекулярного моделирования.

1. Первый подход определяется целиком особенностями формализации знаний в химической науке. Это область, изучающая разнообразные проявления систем, и базируется на дискретных правилах типа: если в молекуле имеется данная функциональная группировка, то для нее характерны такие-то реакции. По признакам подхода это модель «черный ящик». В общем-то, такой способ характерен не только для химии, но и для всех наук, в которых приходится иметь дело со сложными объектами.

2. Второй подход в молекулярном моделировании базируется на квантовой теории и вычислительных приемах квантовой химии. Особенность подхода – фундаментальность и универсальность исходных положений и возможность в деталях проследить формирование причинно-следственной связи, т. е. от модели «черный ящик» переходим к модели «серый ящик».

Если попытаться обозначить основные численные методы для систем, состоящих из большого числа частиц, то они сводятся к следующим четырем:

- квантово-теоретические расчеты «из первых принципов» (abinitio),
- молекулярная механика;
- молекулярная динамика;
- методы Монте-Карло.

Методы молекулярной механики могут успешно применяться лишь для

сравнительно узкого класса молекулярных структур в конфигурациях, близких к равновесному состоянию. Методы молекулярной динамики позволяют решать уравнения движения частиц. С их помощью можно рассчитать эволюцию системы многих частиц в течение определенного числа шагов. Наконец, в методах Монте-Карло случайным образом генерируются различные варианты конфигурации системы, образующие статистический ансамбль, описываемый распределением Больцмана. В качестве внешнего параметра выступает температура.

Таким образом, молекулярная механика позволяет определить энергетически выгодное пространственное строение молекулы путем нахождения локального минимума энергии. Молекулярная динамика дает возможность найти траекторию движения атомов в силовом поле молекулы. Методы Монте-Карло позволяют определить самое выгодное в энергетическом отношении пространственное строение молекул, а также оценить их термодинамические характеристики.

Задание к работе

1. Провести обзор программных пакетов, предназначенных для моделирования (в т.ч. визуализации) наноматериалов и наноструктур.
2. Представить информацию в виде таблицы/

Программное обеспечение моделирования наносистем

№ п/п	Наименование программного пакета	Функциональные возможности	Используемые методы моделирования
1			
2			
...			

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Ниже приведен пример практической работы:

РАСЧЕТ КАЛИБРОВОЧНОГО ГРАФИКА

Цель работы: получить навыки построения и расчета калибровочного графика.

Справочный материал

Калибровочные графики используются в физических и физико-химических методах анализа.

Калибровочный график – это графическое изображение связи между измеряемой величиной экстинцией и концентрацией вещества.

Принцип построения калибровочного графика. Готовятся несколько стандартных растворов (5-6 растворов, реже меньше 4) с известным содержанием определяемого вещества. В каждом стандартном растворе измеряется аналитический сигнал прибором, который используется в данном виде анализа. По результатам измерений строится график в координатах аналитический сигнал

– содержание вещества в стандартном растворе. Построенный график является калибровочным. Далее проводятся измерения в анализируемом растворе, в котором следует узнать концентрацию определяемого вещества. Получив величину аналитического сигнала, с помощью калибровочного графика, находится концентрация, которая соответствует этому сигналу. На этом процедура анализа считается завершенной.

Когда говорят о калибровочном графике, то всегда подразумевают прямую линию. Прямая линия является либо естественной функцией аналитического сигнала от концентрации, либо экспериментальные данные подвергаются линеаризации, чтобы в итоге калибровка стала прямой. Калибровочная прямая подтверждает ожидаемый физико-химический закон. Оценку этого легче проводить по параметрам прямой, чем по виду кривой линии. Таким образом, если при построении калибровочной прямой убеждаемся, что это действительно прямая, то констатируем ожидаемое течение реакции и нормальное функционирование прибора.

Построение градуировочного (калибровочного) графика

Экспериментальные данные по концентрации раствора C и соответствующим им значениям оптических плотностей D заносят в таблицу (табл. 1).

Калибровочный график строят в координатах оптическая плотность – концентрация раствора, чтобы избежать округления данных и уменьшения точности определения.

Таблица 1

Результаты измерения оптических плотностей D растворов различной концентрации

$C, \%$						
D						

При построении калибровочного графика (на миллиметровой бумаге) необходимо правильно выбрать масштаб с тем, чтобы точность вычислений соответствовала точности исходных данных и требуемой точности результата измерений. При этом разметка осей производится в масштабных единицах, а не по значениям экспериментальных величин.

Для расчетов используют линейную зависимость величины аналитического сигнала от концентрации, хотя метод градуировочного графика может быть использован и в случае нелинейных зависимостей. Пример линейного калибровочного графика приведен на рис.

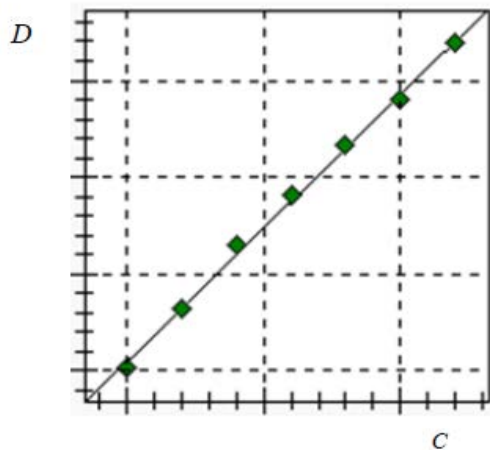


Рис. Пример линейного калибровочного графика

Линейная градуировочная зависимость описывается уравнением (1), если полученная прямая не проходит через начало координат, и уравнением (2), если проходит:

$$y = a + bx \quad (1)$$

$$y = bx \quad (2)$$

Коэффициент b (угловой коэффициент) характеризует угол наклона градуировочного графика, а свободный член a – величину сигнала контрольного опыта (отсекаемый на оси ординат отрезок). Согласно методу наименьших квадратов коэффициенты b и a рассчитываются по следующим формулам: – градуировочный график не проходит через начало координат

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}, \quad a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

– градуировочный график проходит через начало координат

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

Задание к работе

1. С использованием спектрофотометра LEKI SS-1207 получить значения оптической плотности D при различных концентрациях C (0,001–0,005 %). Для одной концентрации провести три параллельных измерения.

2. Вывести уравнение прямой для построения линейной зависимости $D=aC+b$ (рассчитать константы a и b).

3. С использованием спектрофотометра LEKI SS-1207 получить значение оптической плотности D раствора с неизвестной концентрацией C .

По построенному графику определить концентрацию раствора.

ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных

Ниже приведен пример практической работы:

ИЗУЧЕНИЕ НАНОПОРИСТОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: получить навыки проведения оценки распределения объема пор композиционных материалов с использованием метода сорбции газов.

Приборы и материалы: прибор SoftSorbi-II ver. 1.0, образцы мелкозернистого бетона на основе композиционного вяжущего различного состава (ВНВ-50, ВНВ-30).

Справочный материал

Метод сорбции газов позволяет проводить оценку распределения пор по размерам материалов.

Каждый интервал размеров пор соответствует характерным адсорбционным свойствам, что находит свое выражение в изотермах адсорбции (в соответствии с классификацией пор, принятой Международным союзом по теоретической и прикладной химии (IUPAC)): микропоры (менее 2 нм), мезопоры (2–50 нм), макропоры (более 50 нм).

Определение объема пор

Общий объем пор характеризуется количеством газа, адсорбированного при относительном давлении близком к единице, в предположении, что поры затем будут заполнены жидким адсорбатом. Объем адсорбированного азота (V_{ads}) преобразуется в объем содержащегося в порах жидкого азота (V_{liq}):

$$V_{liq} = \frac{P_a V_{ads} V_m}{RT}$$

где P_a и T – давление и температура окружающей среды; V_m – молярный объем жидкого адсорбата (для азота $V_m = 34,7 \text{ см}^3/\text{моль}$).

Из объема пор рассчитывается их средний размер. Например, для пор цилиндрической формы:

$$r_p = \frac{2V_{liq}}{S}$$

где V_{liq} – объем содержащегося в порах жидкого азота;

S – удельная поверхность.

Определение распределения пор по размерам

Современный подход к описанию изотерм адсорбции и распределения пор по размерам для микропористых материалов базируется на квантово-механических расчетах. Суть подхода заключается в построении теоретических изотерм для различных пар «микропористый адсорбент – адсорбат». Расчеты проводятся с помощью метода Монте Карло (Grand Canonical Monte Carlo, GCMC) или теории функционала плотности (Density Functional Theory, DFT). Оба этих метода используют для расчета фундаментальные молекулярные параметры, характеризующие взаимодействия «газ – газ» и «газ – твердое тело» в адсорбционной системе. Затем экспериментальные данные описываются набором

теоретических изотерм, позволяя получить распределение пор по размерам. Распределение представляют в виде набора гистограмм.

Задание к работе

1. С использованием прибора SoftSorbi-II провести исследование распределения пор по размерам образцов мелкозернистого бетона на основе композиционного вяжущего различного состава (ВНВ-50, ВНВ-30).

2. С использованием полученных гистограмм распределения нанопор различного диаметра произвести сравнение нанопористости образцов мелкозернистого бетона в зависимости от состава композиционного вяжущего.

ОПК-6. Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Ниже приведен пример практической работы:

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО И СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО МИКРОСКОПОВ

Цель работы: Изучить микроскопы поляризационного и стереоскопического типов. Определить особенности структуры различных материалов, выявить имеющиеся дефекты.

Приборы, оборудование, материалы: поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312; стереомикроскоп Альтами СМ-Т II; исследуемые материалы различной природы (выдается преподавателем).

Справочный материал

Микроскоп (μικρός – маленький и σκοπέω – смотрю) – это устройство для получения увеличенных изображений малых объектов, которые невозможно разглядеть невооруженным глазом.

Устройство микроскопов.

Исследование структурной поверхности материалов производится при помощи стереоскопического микроскопа Альтами СМ-Т II и поляризационного микроскопа ПОЛАМ Р-312.

Стереомикроскоп Альтами СМ-Т II предназначен для получения объемного изображения предметов в отраженном или проходящем свете. Максимальное увеличение микроскопа х390. Большинство стереомикроскопов дает существенно меньшее увеличение, чем современные оптические микроскопы, однако имеет существенно большее фокусное расстояние, что позволяет рассматривать крупные объекты.



Рис. 1. Стереомикроскоп Альтами СМ-Т II

Кроме того, в отличие от обычных оптических микроскопов, которые дают, как правило, инвертированное изображение, оптическая система стереомикроскопов не «переворачивает» изображение. Общий вид микроскопа представлен на рисунке 1. Основные части стереомикроскопа: 1 – окуляры; 2 – окулярные тубусы; 3 – ручки увеличения; 4 – объектив-насадка; 5 – гнездо для подключения видеоустройства. Альтами СМ-Т II совместим с USB камерой (от 1.3 до 5 Мрiх), через которую можно получать цифровые снимки объектов исследований и сохранять их на компьютере.

Поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312 предназначен для исследований непрозрачных объектов в отраженном свете, обыкновенном и поляризованном, а также прозрачных объектов в проходящем свете при малых увеличениях. Максимальное увеличение составляет $\times 1140$. В основе принципа действия поляризационных микроскопов лежит получение изображения исследуемого объекта при его облучении поляризационными лучами, которые, в свою очередь, должны быть сгенерированы из обычного света с помощью специального прибора – поляризатора. Оптическая система микроскопа предназначена для исследования плоских объектов. Если объект недостаточно плоский отчетливость картины по краям и в центре оказывается различной, особенно при больших увеличениях после фотографирования.

Общий вид микроскопа представлен на рисунке 2. Основными частями поляризационного микроскопа являются: 1 – штатив; 2 – предметный столик; 3 – тубус; 4, 5 – осветительное устройство; 6 – бинокулярная насадка; 7 – окуляр; 8 – объектив; 9 – фотоаппарат. Механизм фокусировки на исследуемый объект осуществляется рукоятками – 10, точная фокусировка рукоятками – 11.

На задней стенке установлено осветительное устройство, которое переключается в зависимости от характера изучаемого объекта. Если исследование объекта происходит в отраженном свете включают лампу 4, в проходящем – лампу 5.

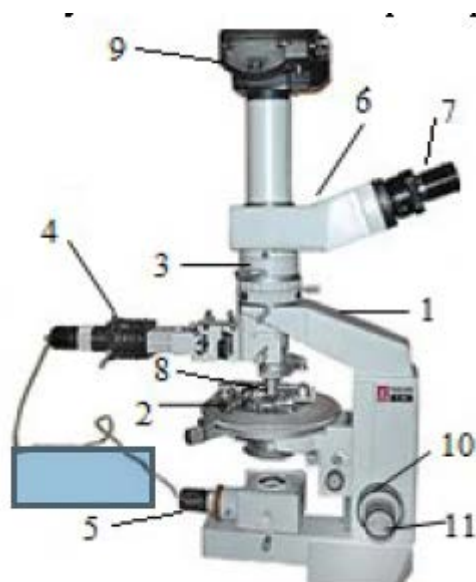


Рис. 2. Поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312

Задание к работе

Исследование структуры материалов будут проходить при помощи поляризационного и стереоскопического микроскопов. Объектами исследования должны стать материалы различной структуры, который предоставит преподаватель. К примеру, тяжелый бетон, ячеистый бетон, древесина, керамзит, природный камень, кристалл медного купороса и т.д.

Преподаватель или инженер знакомит студентов с приборами, рассказывает особенности работы с ними. На примере одного из образцов демонстрируется работа с микроскопами. Студенты под руководством преподавателя производят изучение оставшихся образцов. С помощью фотоаппарата, подключенного к микроскопу, делают фотографии, которые вклеивают в лабораторный журнал (тетрадь) и вывод по работе.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
«Зачтено»	студент имеет устойчивые знания об основных терминах, понятиях и определениях, полученные при изучении дисциплины, может сформулировать взаимосвязи между понятиями, ориентируется во всех разделах курса, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно отвечает на поставленные вопросы (в том числе и дополнительные).
«Не зачтено»	студент имеет значительные пробелы в знаниях, не может сформулировать взаимосвязи между изученными понятиями, не имеет представления о большинстве изучаемых в учебной дисциплине тем,

	допускает в ответе неточности, недостаточно правильно формулирует основные законы и правила.
--	--

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знание	Знание принципов применения методов системного и критического анализа
	Знание принципов использования методологии системного и критического анализа проблемных ситуаций
	Знание принципов планирования научного исследования, используя проектную методологию
	Знание методики сбора и систематизации научно-технической информации о рассматриваемом объекте
	Знание принципов оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте
	Знание принципов использования средств прикладного программного обеспечения
	Знание принципов использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации
	Знание принципов формулирования цели и постановки задач исследования
	Знание принципов выбора способов и методик выполнения исследований
	Знание принципов составления программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах
	Знание принципов составления плана исследования с помощью методов факторного анализа
	Знание принципов выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности
	Знание принципов обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей
	Знание принципов документирования результатов исследований, оформление отчетной документации
	Знание принципов контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований
	Знание принципов формулирования выводов по результатам исследования
Знание принципов представления и защиты результатов исследований	
Умение	Умение самостоятельно применять методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
	Умение использовать методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций
	Умение планировать научное исследование, используя проектную методологию
	Умение систематизировать информацию с использованием информационных технологий
	Умение осуществлять оценку достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте
	Умение осуществлять использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи

	профессиональной деятельности
	Умение осуществлять использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации
	Умение формулировать цели и ставить задачи исследования
	Умение выбирать способы и методики выполнения исследований
	Умение определять потребности в ресурсах и составлять программы для проведения исследований
	Умение составлять план исследования с помощью методов факторного анализа
	Умение выполнять эмпирические исследований объекта профессиональной деятельности
	Умение обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей
	Умение оформлять отчетную документацию, документировать результаты исследований, оформлять отчетную документацию
	Умение контролировать соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований
	Умение формулировать выводы по результатам исследования
	Умение представлять и защищать результаты в проведенных исследованиях
Владение	Владение навыками применения методов системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
	Владение навыками работы с методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
	Владение навыками планирования научного исследования, используя проектную методологию
	Владение навыками сбора и систематизации научно-технической информации о рассматриваемом объекте
	Владение навыками оценки достоверности информации
	Владение навыками использования средств прикладного программного обеспечения
	Владение навыками использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации
	Владение навыками постановки задач и формулирования целей исследования
	Владение навыками выбора способов и методик выполнения исследований
	Владение навыками составления программ для проведения исследований и определения потребности в ресурсах
	Владение навыками составления плана исследования с помощью методов факторного анализа
	Владение навыками контроль выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности
	Владение навыками обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей
	Владение навыками документирования результатов исследований и оформления отчетной документации
	Владение навыками контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований
Владение навыками формулирования выводов по результатам исследования	

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание принципов применения методов системного и критического анализа	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов применения методов системного и критического анализа	Знает принципы применения методов системного и критического анализа. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов использования методологии системного и критического анализа проблемных ситуаций	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов использования методологии системного и критического анализа проблемных ситуаций	Знает принципы использования методологии системного и критического анализа проблемных ситуаций Возможны неточности и ошибки
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов планирования научного исследования, используя проектную методологию	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов планирования научного исследования, используя проектную методологию	Знает принципы планирования научного исследования, используя проектную методологию. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным

	материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание методики осуществления сбора и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает методики осуществления сбора и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Знает методику осуществления сбора и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Знает принципы оценки достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов использования средств прикладного программного обеспечения	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов использования средств прикладного программного обеспечения	Знает принципы использования средств прикладного программного обеспечения

		Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Знает принципы использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов формулирования цели и постановки задач исследования	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов формулирования цели и постановки задач исследования	Знает принципы формулирования цели и постановки задач исследования. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов выбора способов и методик	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать

выполнения исследований	Не знает принципов выбора способов и методик выполнения исследований	их самостоятельно или с помощью Знает принципы выбора способов и методик выполнения исследований. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов составления программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов составления программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах	Знает принципы составления программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов составления плана исследования с помощью методов факторного анализа	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов составления плана исследования с помощью методов факторного анализа	Знает принципы составления плана исследования с помощью методов факторного анализа. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения,

выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности		может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности	Знает принципы выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Знает принципы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов документирования результатов исследований, оформление отчетной документации	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов документирования результатов исследований, оформление отчетной документации	Знает принципы документирования результатов исследований, оформление отчетной документации. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно

		или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований	Знает принципы контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов формулирования выводов по результатам исследования	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов формулирования выводов по результатам исследования	Знает принципы формулирования выводов по результатам исследования Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
Знание принципов представления и защиты результатов проведенных исследований	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно или с помощью
	Не знает принципов представления и защиты результатов проведенных исследований	Знает принципы формулирования выводов по результатам исследования. Возможны неточности и ошибки.
	Показывает некачественные знания: не знает значительной части материала; не дает ответы на большинство вопросов; не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами; неверно, нелогично излагает и интерпретирует знания	Показывает качественные знания: обладает достаточным/полным знанием материала, может владеть дополнительными знаниями; дает недостаточно полные/развернутые ответы на поставленные вопросы; излагает

	излагает и интерпретирует знания	знания в логической последовательности, самостоятельно или с помощью их интерпретирует и анализирует, делает выводы; выполняет поясняющие рисунки и схемы, приводит примеры.
--	----------------------------------	--

Оценка сформированности компетенций по показателю умение__.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение самостоятельно применять методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Не умеет самостоятельно применять методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Умеет самостоятельно применять методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
Умение использовать методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций	Не умеет использовать методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций	Умеет использовать методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций
Умение планировать научное исследование, используя проектную методологию	Не умеет планировать научное исследование, используя проектную методологию	Умеет планировать научное исследование, используя проектную методологию
Умение систематизировать информацию с использованием информационных технологий	Не умеет систематизировать информацию с использованием информационных технологий	Умеет систематизировать информацию с использованием информационных технологий
Умение систематизировать информацию с использованием информационных технологий	Не умеет систематизировать информацию с использованием информационных технологий	Умеет систематизировать информацию с использованием информационных технологий
Умение осуществлять оценку достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Не умеет осуществлять оценку достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте	Умеет осуществлять оценку достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте
Умение осуществлять использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Не умеет осуществлять использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Умеет осуществлять использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности
Умение осуществлять использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Не умеет осуществлять использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Умеет осуществлять использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации
Умение формулировать цели и ставить задачи исследования	Не умеет формулировать цели и ставить задачи исследования	Умеет формулировать цели и ставить задачи исследования
Умение выбирать способы и методики выполнения исследований	Не умеет выбирать способы и методики выполнения исследований	Умеет выбирать способы и методики выполнения исследований
Умение определять потребности в ресурсах и	Не умеет определять потребности в ресурсах и	Умеет определять потребности в ресурсах и составлять программы для

составлять программы для проведения исследований	составлять программы для проведения исследований	проведения исследований
Умение составлять план исследования с помощью методов факторного анализа	Не умеет составлять план исследования с помощью методов факторного анализа	Умеет составлять план исследования с помощью методов факторного анализа
Умение выполнять эмпирические исследований объекта профессиональной деятельности	Не умеет выполнять эмпирические исследований объекта профессиональной деятельности	Умеет выполнять эмпирические исследований объекта профессиональной деятельности
Умение обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Не умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей
Умение оформлять отчетную документацию, документировать результаты исследований, оформлять отчетную документацию	Не умеет оформлять отчетную документацию, документировать результаты исследований, оформлять отчетную документацию	Умеет оформлять отчетную документацию, документировать результаты исследований, оформлять отчетную документацию
Умение контролировать соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований	Не умеет контролировать соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований	Умеет контролировать соблюдение требований охраны труда при выполнении исследований
Умение формулировать выводы по результатам исследования	Не умеет формулировать выводы по результатам исследования	Умеет формулировать выводы по результатам исследования
Умение представлять и защищать результаты проведенных исследований	Не умеет представлять и защищать результаты проведенных исследований	Умеет представлять и защищать результаты проведенных исследований

Оценка сформированности компетенций по показателю владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
1	2	3
Владение навыками применения методов системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Не владеет навыками применения методов системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Владеет навыками применения методов системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
Владение навыками работы с методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Не владеет навыками работы с методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Владеет навыками работы с методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
Владение навыками планирования научного исследования, используя проектную методологию	Не владеет навыками планирования научного исследования, используя проектную методологию	Владеет навыками планирования научного исследования, используя проектную методологию
Владение навыками сбора и систематизации данных	Не владеет навыками сбора и систематизации данных	Владеет навыками сбора и систематизации данных
Владение навыками оценки достоверности информации	Не владеет навыками оценки достоверности информации	Владеет навыками оценки достоверности информации
Владение навыками использования средств	Не владеет навыками использования средств	Владеет навыками использования средств прикладного программного

прикладного программного обеспечения	прикладного программного обеспечения	обеспечения
Владение навыками использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Не владеет навыками использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Владеет навыками использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации
Владение навыками постановки задач и формулирования целей исследования	Не владеет навыками постановки задач и формулирования целей исследования	Владеет навыками постановки задач и формулирования целей исследования
Владение навыками выбора способов и методик выполнения исследований	Не владеет навыками выбора способов и методик выполнения исследований	Владеет навыками выбора способов и методик выполнения исследований
Владение навыками составления программ для проведения исследований и определения потребности в ресурсах	Не владеет навыками составления программ для проведения исследований и определения потребности в ресурсах	Владеет навыками составления программ для проведения исследований и определения потребности в ресурсах
Владение навыками составления плана исследования с помощью методов факторного анализа	Не владеет навыками составления плана исследования с помощью методов факторного анализа	Владеет навыками составления плана исследования с помощью методов факторного анализа
Владение навыками контроль выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности	Не владеет навыками контроль выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности	Владеет навыками контроль выполнения эмпирических исследований объекта профессиональной деятельности
Владение навыками обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Не владеет навыками обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Владеет навыками обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей
Владение навыками документирования результатов исследований и оформления отчетной документации	Не владеет навыками документирования результатов исследований и оформления отчетной документации	Владеет навыками документирования результатов исследований и оформления отчетной документации
Владение навыками контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований	Не владеет навыками контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований	Владеет навыками контроля соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований
Владение навыками формулирования выводов по результатам исследования	Не владеет навыками формулирования выводов по результатам исследования	Владеет навыками формулирования выводов по результатам исследования
Владение навыками представления и защиты результатов исследований	Не владеет навыками представления и защиты результатов исследований	Владеет навыками представления и защиты результатов исследований

Преподаватель выставляет оценку по данной дисциплине на основании анализа освоения вышеуказанных компетенций на основании рейтинговой системы комплексной оценки студентов. Только комплектное освоение компетенций по всем трем показателя (знание, умение, навыки) позволяет достичь положительной оценки по изучаемой дисциплине.

Следует учитывать, что отсутствие на занятии без уважительной причины или неподготовленность к практическому (семинарскому) занятию влечет к снижению рейтинга студента. Также данный факт актуален для индивидуального домашнего задания, сданного позднее установленного срока (без уважительной причины). Пропущенные занятия подлежат отработке.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Ф. Шкляр. – Москва: Дашков и К, 2017. – 208 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450782>.
2. Основы научных исследований: учеб. пособие / А.А. Бубенчиков и др.; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2019.
3. Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Н. Кузнецов. – Москва: Дашков и К, 2017. – 283 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450759>
4. Гречников Ф.В. Основы научных исследований: учеб. пособие / Ф.В. Гречников, В.Р. Каргин. – Самара: Изд-во СГАУ, 2015. – 111 с.
5. Герцог, Г.А. Основы научного исследования: методология, методика, практик: учебное пособие. / Г.А. Герцог. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. – 208 с.
6. Наносистемы в строительном материаловедении. Учеб. пособие / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 205 с.
7. Методические указания к выполнению практических работ и курсового проекта для студентов направления 08.04.01 (270800.68) – Строительство. / сост.: Огурцова Ю.Н., Сумин А.В. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 29 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Сайт Федерального агентства по науке и инновациям (www.fasi.gov.ru).
2. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности (www.sci-innov.ru).
3. Портал Открытого инновационного сообщества (OIU.ru).
4. <http://cvt.bstu.ru> (Центр высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова).
5. <http://elibrary.ru> (Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU).
6. <http://e.lanbook.com> (Электронно-библиотечная система издательства «Лань»).
7. <http://www.iprbookshop.ru> (Электронно-библиотечная система IPRbooks).