

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет**

**Химико-технологический институт**

*Кафедра физико-химической технологии защиты биосферы*

**Рабочая программа дисциплины**

включая фонд оценочных средств и методические указания для  
самостоятельной работы обучающихся

---

**Б1.Б.04 – МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ  
ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ДАнных**

Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – «Промышленная экология и рациональное  
использование природных ресурсов»

Квалификация – магистр

Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

г. Екатеринбург, 2021

Разработчик: канд. хим. наук, доцент Горбатенко / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 8 от «10» марта 2021 года).

Зав. кафедрой Горбатенко / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 5 от «12» марта 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ Первова / И.Г. Первова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ Первова / И.Г. Первова /

«12» марта 2021 года



## Оглавление

1. Общие положения .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов .....	6
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины.....	6
заочная форма обучения .....	6
5.2. Содержание занятий лекционного типа .....	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа .....	8
5.4. Детализация самостоятельной работы .....	9
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	12
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	13
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	14
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций .....	17
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	18
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	19
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20

## 1. Общие положения

Дисциплина «**Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных**» относится к обязательной части блока 1, входящего в состав образовательной программы высшего образования 20.04.01 - Техносферная безопасность (профиль – Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;
- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 172 от 06.03.2015;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 20.04.01 – Техносферная безопасность (профиль – Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов), подготовки магистров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №6 от 20.06.2019) и утвержденный ректором УГЛТУ (20.06.2019).

Обучение по образовательной программе 20.04.01 – Техносферная безопасность (профиль – Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов) осуществляется на русском языке.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**Цель освоения дисциплины** – приобретение теоретических и практических навыков самостоятельного проведения научных исследований с использованием современных методов и средств планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок при решении профессиональных задач в области техносферной безопасности, особенностей составления отчетов, статей и заявок на выдачу патентов по итогам научных исследований.

### **Задачи дисциплины:**

- научить моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать;
- ознакомить с современными методами и средствами планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок;
- ознакомить с методами анализа результатов наблюдений и экспериментов, в том числе с применением современных методов математической статистики;
- развить навыки самостоятельного планирования, проведения, обработки и оценки эксперимента, представления итогов профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, научных статей;

– познакомить с методами оптимизации технологических процессов;  
– дать магистрам общие представления о формах юридической охраны интеллектуальной собственности.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных и общепрофессиональных компетенций:**

**ОК-9** – способность самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент;

**ОК-10** – способность к творческому осмыслению результатов эксперимента, разработке рекомендаций по их практическому применению, выдвижению научных идей;

**ОК-11** – способность представлять итоги профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями;

**ОПК-5** – способность моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:** – научную проблематику соответствующей области техносферной безопасности; методы, средства и практику планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок; основные понятия теории вероятностей и математической статистики (понятие случайного события, законы распределения непрерывных и дискретных случайных величин, нормальное распределение и его свойства, вариационный ряд, выборочная и генеральная совокупности, выборочные моменты, статистические проверки нуль-гипотез равенства выборочных средних и дисперсий); элементы теории ошибок измерений (классификацию ошибок, методы уменьшения и устранения случайных и систематических ошибок, алгоритмы вычисления и оценки ошибок и погрешностей);

**уметь:** анализировать новую научную проблематику в области техносферной безопасности; самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент; рассчитывать выборочные среднее и дисперсию; проводить проверку нуль-гипотезы равенства выборочных средних и дисперсий; рассчитывать выборочный коэффициент парной линейной корреляции; рассчитывать оценки случайных и систематических ошибок; представлять итоги профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями;

**владеть:** навыками творческого осмысления результатов эксперимента, разработки рекомендаций по их практическому применению, выдвижению научных идей; навыками обоснования перспектив проведения исследований в области техносферной безопасности; методами планирования эксперимента и обработки полученных результатов, методами обработки результатов наблюдений методами корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов, в том числе с помощью ПЭВМ и программы Microsoft Excel.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная учебная дисциплина относится к обязательным дисциплинам блока 1, что означает формирование в процессе обучения у магистра основных общепрофессиональных и профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля и профессионального стандарта.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

*Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	Проектный менеджмент в научной среде
		Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	заочная форма
<b>Контактная работа с преподавателем*:</b>		<b>14</b>
лекции (Л)		4
практические занятия (ПЗ)		10
лабораторные работы (ЛР)		-
иные виды контактной работы		-
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>		<b>94</b>
изучение теоретического курса		40
подготовка к текущему контролю		50
курсовая работа (курсовой проект)		-
подготовка к промежуточной аттестации		4
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>		<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3/108</b>	

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов**

**5.1. Трудоемкость разделов дисциплины**

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных»	0,5	-		0,5	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
2	Особенности представления и обработки количественных результатов измерения	1	2		3	20
3	Планирование и анализ результатов экспериментов	2	8		10	46
4	Охрана интеллектуальной собственности, созданной при выполнении научных исследований	0,5	-		0,5	20
<b>Итого по разделам:</b>		<b>4</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>90</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>						<b>4</b>
<b>Всего</b>					<b>108</b>	

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### 1. Введение в курс «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных»

1.1. Цели и задачи дисциплины Порядок изучения, цели и задачи дисциплины.

1.2. Роль и место дисциплины в подготовке магистрантов. Роль и место науки в жизни общества. Основные потребности человека в науке. Научные исследования. Основные этапы и использование результатов

### 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения

2.1. Особенности экспериментальных исследований. Характеристика результатов измерений как случайных величин Основные законы распределения, статистические параметры случайных величин и их применение.

2.2. Теоретические исследования. Структура научных исследований. Основные этапы (структура) и особенности научного исследования. Содержание основных стадий и этапов научно-исследовательской работы. Рекомендации по составлению аналитического обзора. Организация работы с научной литературой. Проверка научного реферирования. Поиск и хранение найденной информации.

2.3. Представление результатов измерений с учетом их погрешностей. Основные понятия и определения характеристик случайных величин. Определение и классификация систематической погрешности. Определение и классификация случайной погрешности. Исключение грубой погрешности измерений. Определение систематической составляющей погрешности измерений. Определение случайной составляющей погрешности измерений. Определение погрешности косвенных измерений. Формы представления конечных результатов измерений Оформление результатов научных исследований. Статистические подходы к представлению результатов эксперимента. Требования ГОСТ к оформлению отчета о НИР, библиографическому описанию документов, рекомендации по стандартизации при планировании эксперимента. Защита интеллектуальной собственности.

### 3. Планирование и анализ результатов экспериментов

3.1. Понятие о математической модели объекта Влияние вида математической модели объекта на выбор плана эксперимента.

3.2. Методы и планы эксперимента для проведения корреляционного анализа. Функциональные и корреляционные зависимости. Суть, методы и выводы корреляционного анализа.

3.3. Методы и планы эксперимента для проведения дисперсионного анализа. Суть и выводы дисперсионного анализа. Методы и планы эксперимента для проведения дисперсионного анализа. Одно-, двух- и многофакторный дисперсионный анализ. Математическое планирование дробных факторных экспериментов.

3.4. Методы и планы эксперимента для проведения регрессионного анализа. Суть и выводы регрессионного анализа. Требования к планированию эксперимента для применения классического регрессионного анализа (КРА). Алгоритм действий при выполнении КРА. Суть метода математического планирования эксперимента для проведения регрессионного анализа (РАМПЭ), планы полных и дробных факторных экспериментов первого и второго порядков. Достоинства метода РАМПЭ перед КРА.

3.5. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач

Особенности планирования эксперимента симплекс-методом. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач методом крутого восхождения или спуска и симплекс-методом. Особенности планирования эксперимента в производственных условиях.

#### 4. Охрана интеллектуальной собственности, созданной при выполнении научных исследований

Государственная система патентной информации. Открытие, изобретение, полезная модель. Международная классификация изобретений. Организация патентных исследований, патентного поиска.

#### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1	Раздел 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения (тема: 2.3. Представление результатов измерений с учетом их погрешностей)	практическая работа		-
2	Раздел 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения (тема: 2.3. Представление результатов измерений с учетом их погрешностей)	практическая работа		2
3	Раздел 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения (тема: 2.3. Представление результатов измерений с учетом их погрешностей)	практическая работа		-
4	Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов (тема: 3.2. Методы и планы эксперимента для проведения корреляционного анализа)	практическая работа		-
5	Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов (тема: Методы и планы эксперимента для проведения дисперсионного анализа)	практическая работа		4
6	Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов (тема: Методы и планы эксперимента для проведе-	практическая работа		4

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
	ния регрессионного анализа)			
7	Раздел 4. Охрана интеллектуальной собственности, созданной при выполнении научных исследований (тема: Организация патентных исследований и патентного поиска, подача заявок на выдачу патентов)	практическая работа		-
<b>Итого:</b>				<b>10</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Введение в курс «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных»	Подготовка к тестовому контролю		4
2	Раздел 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения (тема: 2.3. Представление результатов измерений с учетом погрешностей)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		6
3	Раздел 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения (тема: 2.3. Представление результатов измерений с учетом погрешностей)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		6
4	Раздел 2. Особенности представления и обработки количественных результатов измерения (тема: 2.3. Представление результатов измерений с учетом погрешностей)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		8
5	Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов (тема: 3.2. Методы и планы эксперимента для проведения корреляционного анализа)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		14
6	Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов (тема: Методы и планы эксперимента для проведения дисперсионного анализа)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		14
7	Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов (тема: Методы и планы эксперимента для проведения регрессионного анализа)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		18

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
8	Раздел 4. Охрана интеллектуальной собственности, созданной при выполнении научных исследований (тема: Поиск и организация патентных исследований, подача заявок на выдачу патентов)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю		20
9	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой		4
<b>Итого:</b>				<b>94</b>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

### Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
<b>Основная учебная литература</b>			
1	Гиссин, В.И. Планирование эксперимента и обработка результатов: учебное пособие: [16+] / В.И. Гиссин; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567016">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567016</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2431-0. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие / И.Б. Рыжков. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-5697-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/145848">https://e.lanbook.com/book/145848</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2020	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	Юдин, Ю.В. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Ю.В. Юдин. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – 124 с. – ISBN 978-5-7996-2486-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170230">https://e.lanbook.com/book/170230</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
4	Щурин, К.В. Планирование и обработка результатов эксперимента: учебное пособие / К.В. Щурин, О.А. Копылов, И.Г. Панин. – Королёв: МГОТУ, 2019. – 196 с. – ISBN 978-5-00140-385-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140930">https://e.lanbook.com/book/140930</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
<b>Дополнительная учебная литература</b>			
5	Адлер, Ю.П. Введение в планирование экспериментов:	2014	Полнотекстовый доступ при вхо-

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	учебное пособие / Ю.П. Адлер. – Москва: МИСИС, 2014. – 36 с. – ISBN 978-5-87623-770-5. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/69763">https://e.lanbook.com/book/69763</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.		де по логину и паролю*
6	Вершинин, В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента: учебное пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-4120-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/115525">https://e.lanbook.com/book/115525</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
7	Рыков, С. П. Основы научных исследований : учебное пособие для вузов / С. П. Рыков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-5902-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/159496">https://e.lanbook.com/book/159496</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей	2021	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
8	Шувалов, М.В. Информационный поиск и патентные исследования в области технических наук «Водоснабжение» и «Канализация»: учебное пособие / М.В. Шувалов, Н.Ф. Ильин, В.А. Зайко. – Самара: АСИ СамГТУ, 2016. – 192 с. – ISBN 978-5-9585-0705-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117597">https://e.lanbook.com/book/117597</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

\*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

### Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

### Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

### Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> .
4. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>;

5. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>

### Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон от 23.08.1996 N 127-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О науке и государственной научно-технической политике». – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=1064317550040494434356881803&cacheid=B5C36514629F4985783CF7AB5324BDBB&mode=splus&base=RZR&n=370221&rnd=34C018DFDBCf07EAF174B95A152C435D#2osjyflnc5w>

2. «Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая)» от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 17.01.2021). Статья 1353. Государственная регистрация изобретений, полезных моделей и промышленных образцов. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=1064317550040494434356881803&cacheid=89DC46438E07DC7BFF4391830AD407E6&mode=splus&base=RZR&n=357900&dst=100790&rnd=34C018DFDBCf07EAF174B95A152C435D#10v2dc8eezw>

3. «ОК 015-94 (МК 002-97). Общероссийский классификатор единиц измерения» (утв. Постановлением Госстандарта России от 26.12.1994 N 366) (ред. от 11.11.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=1064317550040494434356881803&cacheid=3CC27B6E5B5A7028DA67F461D2678B25&mode=splus&base=RZR&n=377985&rnd=34C018DFDBCf07EAF174B95A152C435D#1lptyey7vjw>

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
<b>ОК-9</b> – способность самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> защита отчетных материалов по теме практической работы, тестирование
<b>ОК-10</b> – способность к творческому осмыслению результатов эксперимента, разработке рекомендаций по их практическому применению, выдвижению научных идей	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> защита отчетных материалов по теме практической работы, тестирование
<b>ОК-11</b> – способность представлять итоги профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> защита отчетных материалов по теме практической работы, тестирование
<b>ОПК-5</b> – способность моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> защита отчетных материалов по теме практической работы, тестирование

## **7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы зачета (промежуточный контроль формирование компетенций ОК-9, ОК-10, ОК-11 и ОПК-5)**

*Зачтено* – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

*Зачтено* – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные магистром с помощью «наводящих» вопросов;

*Зачтено* – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания магистром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

*Не зачтено* – магистр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

### **Критерии оценки отчетных материалов по теме практической работы (текущий контроль формирование компетенций ОК-9, ОК-10, ОК-11 и ОПК-5)**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; оформление, алгоритм решения задачи и правильность расчета образцовые; задание выполнено самостоятельно. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите задачи.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; оформление, алгоритм решения задачи образцовые; в задаче нет грубых математических ошибок; задача выполнена самостоятельно. Обучающийся при защите задачи правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, выбранном алгоритме решения задачи есть недостатки; задача не имеет грубых математических ошибок; задача выполнена самостоятельно. Обучающийся при защите задачи ответил не на все вопросы.

«2» (*неудовлетворительно*): оформление работы не соответствует требованиям; выбран не верный алгоритм решения задачи; работа имеет грубые математические ошибки.

### **Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирование компетенций ОК-9, ОК-10, ОК-11 и ОПК-5)**

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «*отлично*»;

71-85% заданий – оценка «хорошо»;  
51-70% заданий – оценка «удовлетворительно»;  
менее 51% - оценка «неудовлетворительно».

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль)**

1. Научно-техническая революция, ее роль в развитии общества.
2. Особенности организации научной деятельности в России.
3. Государственные программы научных исследований
4. Прикладные и фундаментальные научные исследования.
5. Основные этапы научно-исследовательских работ.
6. Оформление результатов научной работы. Требования к отчетам о НИР.
7. Последовательность и особенности составления аналитического обзора.
8. Виды погрешностей, их классификация и методы обнаружения.
9. Вычисление погрешности эксперимента при равном количестве параллельных опытов.
10. Числовые характеристики случайных распределений.
11. Постановка эксперимента для проверки воспроизводимости опытов.
12. Статистическая обработка экспериментальных данных по методу наименьших квадратов.
13. Особенности Выбора типа математической модели.
14. Планирование эксперимента для применения корреляционного анализа. Условия для проведения корреляционного анализ и методы анализа.
15. Планирование эксперимента для применения дисперсионного анализа. Суть и условия для проведения дисперсионного анализа.
16. Название планов и методов дисперсионного анализа по числу одновременно изменяемых в эксперименте факторов X.
17. Планирование эксперимента для применения регрессионного анализа. Задачи, решаемые данным методом.
18. Статистический анализ значимости коэффициентов уравнения и его адекватности.
19. Проверка адекватности уравнения с помощью критерия Фишера.
20. Оптимизационные методы планирования эксперимента. Симплексный метод.
21. Особенности конечноэлементного моделирования.
22. Обработка результатов эксперимента.
23. Оформление заявки на изобретение. Этапы и последовательность.

#### **Задания в тестовой форме (текущий контроль)**

##### **Фрагмент к теме «Измерения и их погрешности. Классификация погрешностей»**

*Виды погрешностей измерения:*

- случайные
- частные
- грубые
- систематические  
временные

*Случайные ошибки – это ошибки:*

- которые остаются неизменными или закономерно изменяющиеся в процессе измерения
- которые носят статистический, вероятностный характер

- возникающие при нарушении условий измерения

*Систематические ошибки – это ошибки:*

- которые остаются неизменными или закономерно изменяющиеся в процессе измерения
- которые носят статистический, вероятностный характер
- возникающие при нарушении условий измерения

*Промахи – это:*

- результаты, полученные при поломке прибора
- результаты, в которых отклонения от истинных значений происходит за счет разности во влажности или температуре окружающей среды
- результаты, полученные при погрешности изготовления оборудования (приборные ошибки) или градуировки самой меры

*Характеристики точности измерений:*

- сходимость
- воспроизводимость
- точность
- правильность
- адекватность

*Погрешность аппроксимации относятся к .... ошибкам:*

- систематическим
- случайным
- грубым

*Систематические погрешности:*

- конструкционные
- аппроксимации
- старения
- подключения
- инструментальные
- влияния окружающей среды
- стохастические

*Стохастическая погрешностей относятся к .... ошибкам:*

- систематическим
- случайным
- грубым

*Конструкционная погрешность относятся к ... ошибкам:*

- систематическим
- случайным
- грубым

*Метод, используемый для определения промахов при выборке от 3 до 8:*

- Q-критерий
- доверительный интервал
- наименьших квадратов

*Число степеней свободы:*

- $k = n - 2$
- $n$
- $k = n - 1$

## Задание на практическую работу (текущий контроль)

### Пример задания к практической работе на тему

#### «Анализ экспериментальных данных контроля экологического состояния природных и инженерных объектов»

**Цель работы** - освоение способов обработки и анализа экспериментально полученной информации о зависимости одного параметра от другого или других, а также способов представления экспериментальных данных в графическом и аналитическом виде, пользуясь основными методами математической статистики.

**Задание.** Установить аналитический вид зависимости и построить ее график.

**Вариант 1.** При исследовании работы отстойника были получены следующие значения концентрации взвешенных веществ за время работы аппарата:

$t$ , ч	0,25	0,5	1,0	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0
$C$ , мг/л	3,5	2,5	2,0	1,70	1,75	1,72	1,75	1,56
$t$ , ч	5,5	6,5	7,0	8,0	8,5	9,5	10	
$C$ , мг/л	1,60	1,55	1,65	1,50	1,56	1,45	1,50	

Предполагаемый вид зависимости  $C = C(t)$  – гиперболический.

**Вариант 2.** Эффективность коагуляции определяется концентрацией ( $C$ ) загрязняющих веществ в объеме очищаемой воды, что напрямую зависит от дозы коагулянта ( $D_K$ ). Получены следующие значения концентраций загрязняющих веществ при различных дозах коагулянта:

$D_K$ , г	1,0	2,0	2,5	4,0	4,5	5,5	6,5
$C$ , мг/л	12,5	11,0	9,0	6,8	6,0	5,5	4,5
$D_K$ , г	7,2	8,0	9,5	10,8	11,1	12,3	13,5
$C$ , мг/л	4,0	2,0	2,5	1,5	1,0	1,5	1,4

Предполагаемый вид зависимости  $C = C(D_K)$  – гиперболический.

**Вариант 3.** При исследовании эффективности процесса флотации были получены следующие значения концентрации взвешенных веществ в течение времени процесса:

$t$ , ч	1,0	1,5	2,0	3,5	4,9	5,5	6,0
$C$ , мг/л	7,5	6,5	7,0	5,5	4,6	4,5	3,5
$t$ , ч	7,2	8,0	9,5	10,0	11,5	12,0	13,0
$C$ , мг/л	4,0	3,8	3,0	2,5	3,0	2,4	2,5

Предполагаемый вид зависимости  $C = C(t)$  – гиперболический.

**Вариант 4.** Зависимость показаний прибора ( $U_{np}$ ) от величины концентрации загрязняющих веществ:

$U_{np}$	1,0	1,5	2,5	3,0	4,0	5,0	5,5
$C$ , мг/л	3,5	4,0	4,0	5,5	5,0	6,5	7,5
$U_{np}$	6,5	7,5	8,0	9,0	10,5	11,0	12,5
$C$ , мг/л	7,5	7,0	8,5	9,9	9,0	10,0	11,5

Предполагаемый вид зависимости – линейный.

#### Вопросы, выносимые на защиту отчетных материалов по теме выполненной практической работы (текущий контроль)

1. Цель и задачи практической работы;

2. Методика проведения практической работы;
3. Понимание установленных закономерностей, влияющих на практический результат;
5. Умение объяснить, что повлияло или могло повлиять на полученный результат.
6. Представление конечного результата измерения с учетом абсолютной и относительной (%) погрешностей

#### 7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует способность самостоятельно проводить научные исследования, применять современные методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработках при решении профессиональных задач в области техносферной безопасности; готов составлять отчеты, писать статьи и заявки на выдачу патентов по итогам научных исследований; готов самостоятельно решать сложные и проблемные вопросы в области техносферной безопасности, проводить обработку полученных экспериментальных данных методом математической статистики</p>
Базовый	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует способность проводить научные исследования, применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработках при решении профессиональных задач в области техносферной безопасности; готов составлять отчеты, писать статьи и заявки на выдачу патентов по итогам научных исследований; готов решать сложные и проблемные вопросы в области техносферной безопасности, проводить обработку полученных экспериментальных данных методом математической статистики</p>
Пороговый	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует способность под руководством проводить научные исследования, применять современные методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработках при решении профессиональных задач в области техносферной безопасности; готов под руководством составлять отчеты, писать статьи и заявки на выдачу патентов по итогам научных исследований; готов проводить обработку полученных экспериментальных данных методом математической статистики</p>
Низкий	Не зачтено	Теоретическое содержание курса не освоено, боль-

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не способен применять современные методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработках при решении профессиональных задач в области техносферной безопасности; не готов составлять отчеты, писать статьи и заявки на выдачу патентов по итогам научных исследований; не готов проводить обработку полученных экспериментальных данных методом математической статистики</p>

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению аргументировано предлагать наиболее оптимальные методы планирования эксперимента и обработки полученных экспериментальных данных.

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов и магистрантов).

*Формы самостоятельной работы* магистров разнообразны. Они включают в себя:

- знакомство с изучением и систематизацию официальных государственных документов: законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант Плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

В процессе изучения дисциплины «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных» магистрами направления 20.04.01 «Техносферная безопасность» *основными видами самостоятельной работы* являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к зачету.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС)

Данные тесты могут использоваться:

- магистрами при подготовке к зачету в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических и лекционных занятиях;
- для проверки остаточных знаний магистрами, изучивших данный курс.

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку магистров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы магистров в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

#### *Подготовка к практическим работам.*

Выполнение индивидуальной практической работы является частью самостоятельной работы обучающегося и предусматривает индивидуальную работу магистров с учебной, технической и справочной литературой по соответствующим разделам курса.

Целью практических занятий является закрепление практических навыков, полученных на лекционных занятиях, направленных на применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области техносферной безопасности; использование современных методов научных исследований при химическом анализе; оценке качества получаемой продукции; способностью к обобщению и статистической обработке результатов лабораторных исследований, формулированию аргументированных выводов.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: систематические консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи студенту; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Магистрант выполняет задание по варианту. Номер варианта соответствует порядковому номеру магистра в списке группы. Практическая работа выполняется обучающимся самостоятельно и должна быть представлена к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии. Выполняемая работа должна быть защищена магистром. Магистры, не выполнившие практические работы, к сдаче зачета не допускаются. Работа должна быть аккуратно оформлена в печатном или письменном виде, удобна для проверки и хранения. Защита работы может носить как индивидуальный, так и публичный характер.

### **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- при проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов;
- практические занятия по дисциплине проводятся с использованием необходимого методического материала (методические указания, справочники, нормативы и т.п.).

На практических занятиях магистры отрабатывают навыки планирования и проведения эксперимента, учатся применять методы математического планирования эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента с применением методов математической статистики, оформлять и защищать результаты научных исследований.

На занятиях используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, практическое занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и практических методов обучения (выполнение индивидуальных заданий).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;
- двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD.

#### **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **Требования к аудиториям**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы, стулья, рабочее место, оснащенное компьютером с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду, а также: экран, проектор, маркерная доска, 2 стеллажа для книг, стенд охраны труда и техники безопасности.
Помещения для самостоятельной работы	Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования