

# Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Химико-технологический институт

*Кафедра технологий целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров*

## Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания  
для самостоятельной работы обучающихся

---

### ФТД.В.01 – ПЛАНИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве»

Направленность (профиль) – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»

Квалификация – Исследователь. Преподаватель-исследователь

Количество зачётных единиц (часов) – 2 (72)

Разработчик: д-р техн. наук, профессор  /В.В. Глухих/

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологии целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров (протокол № 7 от «3» февраля 2021 года).

Зав. кафедрой  /А.В. Вураско/

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе: методической комиссией химико-технологического института (протокол № 4 от «3» февраля 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

методической комиссией инженерно-технического института (протокол № 6 от «4» февраля 2021 года).

Председатель методической комиссии ИТИ  / А.А. Чижов /

Рабочая программа утверждена:  
директором химико-технологического института

Директор ХТИ  /И.Г. Перова/

«4» февраля 2021 года

директором инженерно-технического института

Директор ИТИ  /Е.Е. Шишкина/

«4» февраля 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. <i>Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов.....</i>	7
5.1. <i>Трудоемкость разделов дисциплины .....</i>	7
5.2. <i>Содержание занятий лекционного типа .....</i>	7
5.3. <i>Темы и формы занятий семинарского типа .....</i>	12
5.4. <i>Детализация самостоятельной работы .....</i>	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	11
7.1. <i>Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....</i>	11
7.2. <i>Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....</i>	12
7.3. <i>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.....</i>	13
7.4. <i>Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций.....</i>	17
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	18
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	20
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	20

## 1. Общие положения

Дисциплина «Планирование и анализ результатов эксперимента» относится к факультативным дисциплинам учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Планирование и анализ результатов эксперимента» являются:

– Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ;

– Приказ Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 18.08.2014 № 1018;

– Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины), подготовки аспирантов по очной и заочной формам обучения, одобренные Ученым советом УГЛТУ (протокол № 2 от 18.02.2021).

Обучение по образовательной программе 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» (профиль – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины) 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 дисциплины** – приобретение аспирантами дополнительных знаний, практических навыков и умений самостоятельной работы по планированию и анализу результатов эксперимента.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение аспирантами современных представлений и опыта планирования, проведения и анализа эксперимента;

- оказание практической помощи аспирантам в планировании, проведении и анализе результатов собственных научных исследований на современном уровне.

### **Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих универсальных компетенций:**

– УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

### **общепрофессиональных компетенций:**

- ОПК-1 - способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;
- ОПК-2 - способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований;
- ОПК-3 - готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- последовательность выполнения и особенности стадий, этапов прикладных научных исследований;
- методы обработки и формы представления результатов наблюдений и экспериментов;
- методы планирования и проведения эксперимента;
- методы анализа результатов наблюдений и эксперимента, в том числе методы математической статистики (корреляционный, дисперсионный, регрессионный анализы и др.);
- правила оформления результатов научных исследований;

**уметь:**

- планировать и проводить эксперимент, применять методы математического планирования эксперимента;
- обрабатывать результаты эксперимента с применением методов математической статистики;
- анализировать результаты эксперимента с применением методов математической статистики;
- оформлять и защищать результаты научных исследований;

**владеть:**

- планированием экспериментов;
- анализом результатов наблюдений и эксперимента с применением методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов, в том числе с помощью новейших информационно-коммуникационных технологий.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к факультативным дисциплинам учебного плана, что означает формирование в процессе обучения у аспирантов дополнительных профессиональных знаний в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины не является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

*Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин.*

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
История и философия науки.	Научно-исследовательская деятельность. Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская).	Организация и методология научных исследований. Современные тенденции проектирования и эксплуатации машин и оборудования химической переработки растительного сырья. Химия и физика древесины и

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
		ее компонентов. Химическая и механическая переработка растительного сырья. Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины. Научно-исследовательская деятельность. Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.
		Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

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>18</b>	<b>6</b>
лекции (Л)	8	2
практические занятия (ПЗ)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	10	4
иные виды контактной работы	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>54</b>	<b>66</b>
изучение теоретического курса	20	24
подготовка к текущему контролю	34	38
подготовка к промежуточной аттестации	-	4
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
Общая трудоемкость, з.е./ часы	<b>2/72</b>	<b>2/72</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 УГЛТУ 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 очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение	1		-	1	1
2	Некоторые особенности количественных измерений	2		4	6	10
3	Планирование и анализ результатов экспериментов	4		4	8	40
4	Оформление результатов научных исследований	1		2	3	3
<b>Итого по разделам:</b>		<b>8</b>		<b>10</b>	<b>18</b>	<b>54</b>
Промежуточная аттестация		х	х	х		
<b>Всего</b>		<b>72</b>				

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение	0,25		-	0,25	1
2	Некоторые особенности количественных измерений	0,25		4	4,25	12
3	Планирование и анализ результатов экспериментов	1,25		-	1,25	44
4	Оформление результатов научных исследований	0,25		-	0,25	5
<b>Итого по разделам:</b>		<b>2</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>62</b>
Промежуточная аттестация		х	х	х		4
<b>Всего</b>		<b>72</b>				

### 5.2. Содержание занятий лекционного типа

#### Раздел 1. Введение.

1.1. Цели и задачи дисциплины.

1.2. Роль и место дисциплины в подготовке аспирантов.

1.3. Порядок изучения дисциплины.

## **Раздел 2. Некоторые особенности количественных измерений.**

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

2.2. Погрешности измерения: общие, абсолютные, относительные, возможные предельные.

2.3. Представление результатов измерений с учётом их погрешностей, формы представления конечных результатов измерений. Возможности программы MS Excel для расчёта случайных ошибок и погрешностей измерений.

## **Раздел 3. Планирование и анализ результатов экспериментов.**

3.1. Рекомендации по стандартизации Госстандарта России Р 50.1.040 -2002 «Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения». Понятие «Математическая модель объекта». Детерминированные и экспериментально-статистические модели объекта. Влияние вида математической модели объекта на выбор плана эксперимента.

3.2. Функциональные и корреляционные зависимости. Суть, методы и выводы корреляционного анализа. Поле корреляции и его анализ. Линейные (парный, множественный, частные), нелинейные, ранговые коэффициенты корреляции и их анализ. Достоинства и недостатки корреляционного анализа результатов экспериментов и наблюдений. Требования к планированию эксперимента для применения к его результатам корреляционного анализа. Возможности программы MS Excel для построения поля корреляции и расчёта коэффициента парной линейной корреляции (коэффициента корреляции Пирсона).

3.3. Суть и выводы дисперсионного анализа. Одно-, двух- и многофакторный дисперсионный анализ. Достоинства и недостатки дисперсионного анализа результатов экспериментов и наблюдений. Методы планирования и планы экспериментов для проведения дисперсионного анализа. Планы полных факторных экспериментов. Математическое планирование дробных факторных экспериментов. Планы дробных реплик. Планы латинских, греко-латинских, гипер-греко-латинских квадратов и кубов. Планы отсеивающих экспериментов (планы Плакетта-Бермана). Достоинства и недостатки планов экспериментов при применении к их результатам дисперсионного анализа. Возможности программы MS Excel для расчёта параметров дисперсионного анализа.

3.4. Суть и выводы регрессионного анализа. Использование метода «чёрного ящика» при планировании эксперимента. Достоинства и недостатки регрессионного анализа результатов экспериментов и наблюдений. Требования к планированию эксперимента для применения к его результатам классического регрессионного анализа (КРА). Алгоритм действий при выполнении КРА. Суть математического планирования эксперимента для применения к его результатам регрессионного анализа (РАМПЭ). Достоинства метода РАМПЭ перед КРА. Методы составления ортогональных и D-оптимальных планов полных и дробных факторных экспериментов первого и второго порядков. Особенности планирования эксперимента в производственных условиях. Эволюционные планы Бокса. Возможности программы MS Excel для расчёта параметров регрессионного анализа.

3.5. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач методом крутого восхождения (спуска) и симплекс-методом. Достоинства и недостатки этих методов.

## **Раздел 4. Оформление результатов научных исследований.**

4.1. Требования ГОСТ 7.32-2001 к оформлению отчёта о научно-исследовательской работе. Требования ГОСТ 7.1-2003 и 7.0.100-2018 к библиографическому описанию документов. Требования ГОСТ Р 7.0.11-2011 к оформлению диссертации и автореферата диссертации.

4.2. Статистические подходы к представлению результатов эксперимента. Возможности программы MS Excel для построения диаграмм с указанием погрешностей измерений.

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

Учебным планом по дисциплине предусмотрены лабораторные работы.



№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Некоторые особенности количественных измерений (Измерение параметров объекта)	Лабораторная работа	4	4
2	Планирование и анализ результатов экспериментов (Планирование, проведение и анализ результатов мысленного эксперимента)	Лабораторная работа	4	-
3	Оформление результатов научных исследований (Защита отчетов о выполненных научно-исследовательских работах)	Лабораторная работа	2	-
<b>Итого часов:</b>			<b>10</b>	<b>4</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Введение	Изучение теоретического курса	1	1
2	Некоторые особенности количественных измерений	Изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам, подготовка к текущему контролю (защите отчетов по лабораторным работам, тестированию)	10	12
3	Планирование и анализ результатов экспериментов	Изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам, подготовка к текущему контролю (защите отчетов по лабораторным работам, тестированию)	40	44
4	Оформление результатов научных исследований	Изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам, подготовка к текущему контролю (защите отчетов по лабораторным работам, тестированию)	3	5
5	Подготовка к промежуточной аттестации	Изучение теоретического курса	-	4
<b>Итого:</b>			<b>54</b>	<b>66</b>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

### Основная и дополнительная литература

№	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	<b>Основная литература</b>		
1	Глухих, В.В. Прикладные научные исследования: учебник / В.В. Глухих. - Екатеринбург: Ур. госуд. лесотехн. ун-т, 2016. - 239 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/10039">https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/10039</a> .	2016	Электронный ресурс УГЛТУ
2	Мухутдинов, А. Р. Основы моделирования и оптимизации материалов и процессов в Microsoft Excel : учебное пособие : / А. Р. Мухутдинов, З. Р. Вахидова, М. Р. Файзуллина. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 172 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=560915">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=560915</a> .	2017	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	Пен, Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics: учеб. пособие по дисциплинам "Планирование и организация эксперимента" и "Основы науч. исслед." / Р.З.Пен. - Изд. 2-е, доп. - Красноярск: Красноярский писатель: СибГТУ, 2012. - 270 с.	2012	50
	<b>Дополнительная литература</b>		
4	Прокофьев, Г.Ф. Основы прикладных научных исследований при создании новой техники: монография / Г.Ф. Прокофьев, Н.Ю. Микловцик. - Архангельск: ИД САФУ, 2014. - 171 с. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=312308">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=312308</a> .	2014	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 552400 "Технология продуктов питания" / Ю. П. Грачев, Ю. М. Плаксин. - Москва : ДеЛи принт, 2005. - 296 с.	2005	20

\*- 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

мым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

#### **Справочные и информационные системы.**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> - для авториз. пользователей.
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. Режим доступа: <https://www.scopus.com/>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал. Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

#### **Профессиональные базы данных.**

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>;
2. Научная электронная библиотека eLibrary. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>;
3. Экономический портал. Режим доступа: <https://institutiones.com/>;
4. Информационная система РБК. Режим доступа: <https://ekb.rbc.ru/>;
5. Государственная система правовой информации. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/>;
6. Электронные базы данных Федерального института промышленной собственности. Режим доступа: <http://www.fips.ru/>;
7. Реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения. Режим доступа: <https://rnnt.ru/technologies>;
8. ФАУ РосдорНИИ. Режим доступа: <https://www.rosdornii.ru/>;
9. ФДА РОСАВТОДОР. Режим доступа: <https://rosavtodor.gov.ru/>;
10. Технический комитет по стандартизации № 418 «Дорожное хозяйство». Режим доступа: <https://tk418.ru/>.

#### **Нормативно-правовые акты.**

1. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ.
2. ГОСТ 7.32-2017. Системы стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Введ. 2018-07-01. - М: ИПК Изд-во стандартов, 2018. – 33 с.
3. ГОСТ Р 7.0.100-2018. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Введ. 2019-07-01. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2019. – 73 с.
4. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.040-2002. Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения. Введен с 01.07.2003. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 40 с.

### **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>УК-1</b> - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет <b>Текущий контроль:</b> защита отчетов по лабораторным работам, тестирование

<b>ОПК-1</b> - способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет <b>Текущий контроль:</b> защита отчетов по лабораторным работам, тестирование
<b>ОПК-2</b> - способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет <b>Текущий контроль:</b> защита отчетов по лабораторным работам, тестирование
<b>ОПК-3</b> - готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	<b>Промежуточный контроль:</b> зачет <b>Текущий контроль:</b> защита отчетов по лабораторным работам, тестирование

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

#### **Критерии оценивания устного ответа на вопросы к зачету (промежуточный контроль формирования компетенций УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3)**

*зачтено* – дан полный или частично полный 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; допускаются незначительные ошибки или недочеты, исправленные аспирантом с помощью «наводящих» вопросов;

*не зачтено* – аспирант 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 оценивания защиты отчетов по лабораторным работам (текущий контроль формирования компетенций УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3)**

*отлично* - работа выполнена в соответствии с требованиями, аспирант демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, четко и без ошибок отвечает на все вопросы;

*хорошо* - работа выполнена в соответствии с требованиями, аспирант демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, отвечает на все вопросы, допуская незначительные неточности;

*удовлетворительно* - работа выполнена в соответствии с требованиями, аспирант демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме лабораторной работы при наводящих вопросах преподавателя, дает неполный ответ на вопросы;

*неудовлетворительно* - аспирант не подготовил работу или подготовил работу, не отвечающую требованиям, дает неполный ответ на вопросы или не отвечает на них.

#### **Критерии оценивания выполнения тестирования (текущий контроль формирования компетенций УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3)**

По итогам выполнения тестирования 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**

**Вопросы к зачету (промежуточный контроль)**

1. В чём заключается принципиальное различие эмпирических методов научных исследований "наблюдение" и "эксперимент"?
2. Дайте определение метода "измерение". Почему результаты измерения относятся к случайным числам? Что является наиболее полной характеристикой результата измерения?
3. Приведите параметр, который характеризует рассеивание единичных результатов измерений в выборке относительно среднего арифметического значения.
4. Дайте определение и алгоритмы количественной оценки абсолютных, относительных, положительных, отрицательных, постоянных, пропорциональных, случайных, систематических, допустимых, возможных предельных, приборных ошибок измерения.
5. Приведите практический пример использования одного из методов поиска грубых ошибок измерения.
6. Приведите характеристику методов, которые позволяют уменьшить величину систематических ошибок.
7. Приведите общепринятые формы представления конечных результатов измерения.
8. Дайте определение терминам "Математическая модель объекта", "Детерминированная математическая модель объекта", "Статистическая модель объекта"
9. Дайте определение терминов "Качественная математическая модель объекта" и "Количественная математическая модель объекта".
10. Приведите параметры, влияющие на выбор плана эксперимента.
11. Для каких целей применяют корреляционный анализ в научных исследованиях?
12. Охарактеризуйте суть корреляционного анализа. Сформулируйте все возможные выводы корреляционного анализа.
13. Приведите характеристики методов корреляционного анализа. Зачем необходима обязательная проверка на значимость коэффициента выборочной парной линейной корреляции? Приведите достоинства и недостатки двух методов корреляционного анализа.
14. Продемонстрируйте примерами полей корреляции разнообразие выводов при корреляционном анализе.
15. Дайте определение и формулу расчёта коэффициента выборочной парной линейной корреляции. Охарактеризуйте свойства коэффициента выборочной парной линейной корреляции.
16. Покажите на примерах формулирование выводов корреляционного анализа в зависимости от величины и знака коэффициента выборочной парной линейной корреляции.
17. Сформулируйте требования и рекомендации при планировании эксперимента для последующей обработки его результатов методами корреляционного анализа.
18. При каком значении коэффициента выборочной парной линейной корреляции нельзя делать выводы без анализа поля корреляции? Представьте пример поля корреляции, которое свидетельствует об отсутствии связи между Y и X.
19. В каких случаях применяют ранговые критерии корреляции?

20. Охарактеризуйте суть дисперсионного анализа. Для каких целей применяют дисперсионный анализ в научных исследованиях? Приведите достоинства дисперсионного анализа по сравнению с корреляционным анализом.

21. Составьте матрицу плана эксперимента, который необходимо провести, чтобы оценить его результаты методом однофакторного дисперсионного анализа, если число уровней (значений) фактора  $X$  равно четырём, а число повторных опытов для каждого уровня равно 3.

22. Составьте матрицу плана эксперимента по методу Плакета-Бермана для изучения влияния на свойство объекта 12 входных факторов.

23. Дайте определение сути регрессионного анализа. Для каких целей применяют регрессионный анализ в научных исследованиях? Назовите достоинства регрессионного анализа по сравнению с корреляционным и дисперсионным анализами.

24. Какие задачи решают при регрессионном анализе? От чего зависит порядок проведения регрессионного анализа (его тип)?

25. Сформулируйте требования и рекомендации при планировании эксперимента для последующей обработки его результатов методами классического регрессионного анализа.

26. Каков алгоритм выполнения классического регрессионного анализа?

27. Охарактеризуйте суть метода математического планирования эксперимента для проведения регрессионного анализа (метода РАМПЭ).

28. В чем заключаются основные преимущества метода РАМПЭ по сравнению с классическим регрессионным анализом? В чем заключается суть метода "Черный ящик"?

29. Продемонстрируйте примерами свои умения рассчитывать кодированные значения факторов, исходя из натуральных, и наоборот.

30. В чем заключается различие в алгоритме выполнения регрессионного анализа по методу РАМПЭ, по сравнению с классическим регрессионным анализом? Какие недостатки имеет уравнение регрессии, полученное по методу РАМПЭ?

31. Почему необходимо стремиться к составлению ортогональных и D-оптимальных планов эксперимента для применения метода РАМПЭ?

32. Продемонстрируйте примерами свои умения составлять планы полного и дробного факторного эксперимента первого порядка с кодированными и натуральными значениями факторов и проводить обработку их результатов методом РАМПЭ.

33. Продемонстрируйте примерами свои умения составлять планы эксперимента второго порядка с кодированными и натуральными значениями факторов и проводить обработку их результатов методом РАМПЭ.

34. Приведите особенности планирования эксперимента в производственных условиях.

### **Пример тестового задания (текущий контроль)**

1. Выберите основные достоинства математического планирования эксперимента:

- Позволяет определить истинные (детерминированные) зависимости (модели) свойств изучаемого объекта от значений входных факторов, изменяемых в эксперименте.
- Позволяет получить по результатам эксперимента статистические модели изучаемого объекта с повышенной точностью и их надежностью в описании и прогнозировании поведения объекта.
- Позволяет значительно сэкономить на числе опытов эксперимента.

2. Выберите раздел математики, который лежит в основе математических методов планирования эксперимента:

- Теория вероятности.
- Математическая статистика.
- Математическая комбинаторика.

3. Выберите методы статистического анализа результатов экспериментов, точность которого и достоверность повышается при их математическом планировании:
- Корреляционный анализ.
  - Ковариационный анализ.
  - Дисперсионный анализ.
  - Регрессионный анализ.
4. Выберите число входных факторов (K), при котором можно применить математические планы эксперимент, составленные по схеме латинских квадратов:
- Один.
  - Два.
  - Три.
  - Четыре.
  - Пять.
5. Выберите число входных факторов (K), при котором можно применить математические планы эксперимент, составленные по схеме греко-латинских квадратов:
- Два.
  - Три.
  - Четыре.
  - Пять.
  - Шесть.
6. Выберите число входных факторов (K), при котором можно применить математические планы эксперимент, составленные по схеме гипер-греколатинских квадратов:
- Три.
  - Четыре.
  - Пять.
  - Шесть.
  - Семь.
7. Выберите матрицу плана эксперимента, представленную на рисунке, которая не относится к латинским квадратам.
8. Выберите матрицу плана эксперимента, представленную на рисунке, которая относится к латинским квадратам.
9. Выберите число опытов в планах Плакетта-Бермана:
- Три.
  - Четыре.
  - Десять.
  - Шестнадцать.
  - Двадцать.
10. Выберите максимальное количество входных факторов, при котором можно провести дисперсионный анализ при числе опытов в плане Плакетта-Бермана равном 12:
- Три.
  - Четыре.
  - Десять.
  - Одиннадцать.
  - Двенадцать.
11. Выберите число опытов в планах Плакетта-Бермана для оценки влияния 14 входных факторов на свойство объекта:
- Четыре.
  - Десять.
  - Двенадцать.
  - Шестнадцать.
  - Двадцать.

12. Введите название столбца с неправильным чередованием значений входных факторов в плане Плакетта-Бермана, представленном на рисунке.
13. Для каких факторов можно применять метод регрессионного анализа их влияния на свойства исследуемого объекта?
- количественных;
  - качественных.
14. Укажите на неправильный ответ в достоинствах дисперсионного анализа по сравнению с корреляционным анализом.
- Позволяет устанавливать качественную нелинейную зависимость  $Y$  от  $X$
  - Позволяет устанавливать уровень фактора  $X$ , при котором фактор начинает влиять на свойство объекта  $Y$
  - Позволяет устанавливать количественную зависимость  $Y$  от  $X$
  - Позволяет устанавливать качественную зависимость  $Y$  от  $X$
15. Укажите на вид зависимости свойства объекта  $Y$  от значений фактора  $X$ , которое можно определить с помощью дисперсионного анализа.
- Качественная зависимость
  - Количественная зависимость
  - Абстрактная зависимость
  - Кумулятивная зависимость
16. Какими величинами являются результаты измерений?
- непрерывными
  - случайными
  - дискретными
  - постоянными
  - мнимыми
17. Выберите наиболее точную оценку истинного значения измеряемой величины.
- среднее геометрическое значение выборки
  - среднее арифметическое значение выборки
  - среднее логарифмическое значение выборки
  - минимальное значение выборки
  - максимальное значение выборки
18. При трехкратном измерении рН одной пробы дистиллированной воды получены следующие единичные результаты: 6,2; 6,1; 6,8. Выберите правильный ответ на вопрос "Имеется ли в данной выборке промах (грубая ошибка измерения)?"
- Да, результат 6,1
  - Нет
  - Да, результат 6,8
  - Да
  - Ответ можно получить после проведения статистического анализа выборки на наличие в ней грубых ошибок
19. Как называется процедура определения значения некоторой величины посредством сравнения её с эталоном?
- счет
  - измерение
  - эксперимент
  - наблюдение
20. Выберите закон распределения результатов измерений, который встречается наиболее часто в химии и химической технологии:
- Вейбулла
  - Пуассона
  - Гаусса (нормальный)



- Колмогорова
- Хансена

### **Задания для лабораторных работ (текущий контроль)**

**Лабораторная работа № 1. Составление математического плана эксперимента.**

1. Уточнение целей и задач НИР и эксперимента.
2. Выбор методов статистического анализа результатов эксперимента.
3. Оценка объема имеющихся материальных ресурсов (финансовых, человеческих и др.).
4. Оценка временных ресурсов (ограничений на время научных исследований) и др.
5. Выбор числа и уровней входных факторов в эксперименте.
6. Выбор математических моделей зависимости свойств объекта от значений входных факторов.
7. Выбор математического плана эксперимента.
8. Составление математического плана эксперимента.

**Лабораторная работа № 2. Статистический анализ результатов эксперимента.**

1. Выбор компьютерной программы для статистического анализа результатов эксперимента.
2. Выбор доверительной вероятности для статистического анализа результатов эксперимента.
3. Выбор методов статистического анализа результатов эксперимента.
4. Выбор критериев достоверности получаемых при статистическом анализе математических моделей зависимости свойств объекта от значений входных факторов.
5. Выбор наиболее достоверных полученных математических моделей зависимости свойств объекта от значений входных факторов.
6. Подготовка отчёта о выполненной научно-исследовательской работе в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2003. Системы стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Введ. 2002-07-01.- М: ИПК Из-во стандартов, 2001.

#### **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 к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты, способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований, готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы.</p>
Базовый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными за-</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>мечаниями.</p> <p>Обучающийся способен к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, способен планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты, способен подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований, проявить готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы.</p>
Пороговый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся может под руководством проявлять способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, проявлять способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты, проявлять способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований, проявлять готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы.</p>
Низкий	не зачтено	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, 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 демонстрирует способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты, способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований, готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы.</p>

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая 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 аспирантов).

Самостоятельная работа аспирантов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности. Самостоятельная работа играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой аспирантов.

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

- изучение 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;

- написание рефератов по теме дисциплины;

- создание презентаций, докладов по выполняемой научно-квалификационной работе (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;

- участие в работе конференций, комплексных научных исследованиях;

- написание научных статей;

- подготовку отчетов по практикам по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;

- научно-исследовательскую деятельность и подготовку научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

В процессе изучения дисциплины «Планирование и анализ результатов эксперимента» аспирантами направления 35.06.04 *основными видами самостоятельной работы* являются:

- изучение теоретического курса, подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным работам) и тестированию;

- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

- подготовка к защите отчетов по лабораторным работам

- подготовка к зачету.

Подготовка обучающихся *к выполнению лабораторных работ* заключается в повторении изученного ими на теоретических занятиях учебного материала. Перед выполнением лабораторной работы необходимо ознакомиться с заданием.

*Защита отчетов по лабораторным работам* проводится в форме собеседования с преподавателем по содержанию работы. Подготовка к защите сводится к пониманию цели лабораторной работы и установлению закономерности, влияющей на практический результат.

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

Данные тесты могут использоваться:

- аспирантами при подготовке к зачету в форме самопроверки знаний;

- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических занятиях;

- для проверки остаточных знаний аспирантов, 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 приступать 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 45-60 секунд на один вопрос.

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

*Зачет* проводится в устной форме по вопросам, представленным в разделе 7.3 данной программы. Подготовка к зачету предполагает самостоятельную проработку лекционного материала и учебной литературы по представленным вопросам.

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

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

– лекционные занятия по дисциплине проводятся с использованием платформы LSM MOODLE. 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 платформы MOODLE, Справочной правовой системы «Консультант Плюс». Практические занятия по дисциплине проводятся с использованием методических указаний, нормативно-технической литературы.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и принципах работы с документами (карты, планы, схемы, регламенты), ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, лабораторная работа, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации и объяснительно-иллюстративное изложение).

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".

## **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, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой ау-

дирекции. 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 оборудования.

### **Требования к аудиториям**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
<p>Помещение для лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.</p>	<p>Демонстрационное мультимедийное оборудование (проектор, роутер, экран, ноутбук).                      Переносные:                      - комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.                      Столы и стулья.</p>
<p>Компьютерный класс</p>	<p>Рабочие места, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и электронную информационную образовательную среду Университета.                      Переносные:                      - демонстрационное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор);                      - комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.                      Столы и стулья.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Столы компьютерные, стулья. Персональные компьютеры. Выход в Интернет и электронную информационную образовательную среду Университета. Переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор).</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования</p>	<p>Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, экраны, ноутбуки). Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования, химикатов.</p>