

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

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

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль) – «Технология полимеров»

Квалификация – магистр

Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

г. Екатеринбург, 2020

Разработчик: д.т.н., профессор  /В.В. Глухих/

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологий 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/

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

3 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. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов..... | 6 |
| 5.1. Трудоемкость разделов дисциплины | 6 |
| очная и заочная формы обучения | 6 |
| 5.2 Содержание занятий лекционного типа..... | 9 |
| 5.3 Темы и формы занятий семинарского типа..... | 10 |
| 5.4 Детализация самостоятельной работы..... | 11 |
| 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине | 11 |
| 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине..... | 13 |
| 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы..... | 13 |
| 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 балльной шкалы оценок и уровней сформированных компетенций | 16 |
| 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся | 17 |
| 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | 19 |
| 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 19 |

1. Общие положения

Дисциплина «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных» относится к блоку Б1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.04.01 – Химическая технология (профиль – «Технология полимеров»).

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.

– Приказ Министерства труда и социальной защиты от 07.09.2015 г. № 592н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов».

– Приказ Министерства труда и социальной защиты от 07.09.2015 г. № 594н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по производству наноструктурированных полимерных материалов».

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» (уровень магистратура), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 1494 от 21.11.2014;

– Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.04.01 – Химическая технология (профиль – «Технология полимеров»), подготовки магистров по очной и заочной формам обучения, одобренные Ученым советом УГЛТУ (протокол № 6 от 20.06.2019).

Обучение по образовательной программе 18.04.01 – Химическая технология (профиль – «Технология полимеров») 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 – формирование теоретических знаний и практических навыков использования обучающимися современных знаний, практических навыков и умений самостоятельной работы по планированию и анализу результатов эксперимента.

Задачи дисциплины:

изучение обучающимися современных представлений и опыта математического планирования, проведения и анализа данных;

приобретение обучающимися навыков в планировании, проведении и анализе результатов собственных экспериментов на современном уровне.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

ОК-1 - Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК-5 - Способность к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;

ОПК-4 - Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

методы обработки и формы представления результатов экспериментов;

методы математического планирования и проведения эксперимента, в том числе метод последовательного симплекс-планирования эксперимента для решения оптимизационных задач;

методы анализа экспериментальных данных, в том числе методы математической статистики (корреляционный, дисперсионный, регрессионный анализы и др.);

нормативные документы оформления результатов научных исследований.

уметь:

применять методы математического планирования эксперимента;

обрабатывать экспериментальные данные с применением методов математической статистики;

анализировать экспериментальные данные с применением методов математической статистики;

применять современные пакеты компьютерных прикладных программ для анализа данных;

оформлять и защищать результаты своих экспериментов.

владеть:

навыками математического планирования эксперимента;

навыками использования современных пакетов компьютерных прикладных программ для анализа данных;

навыками обработки и статистического анализа экспериментальных данных с применением методов математической статистики;

навыками оформления результатов своих экспериментов в соответствии с требованиями нормативных документов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части, что означает формирование в процессе обучения у магистранта основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

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 |
|----------------|---|--|
| | Современные проблемы науки и техники | Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии |
| | Современные компьютерные технологии в науке и образовании | Биополимеры и биопластики |
| | | Повышение эксплуатационных свойств полимерных материалов и композитов |
| | | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

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 |
| Контактная работа с преподавателем*: | 50 | 14 |
| лекции (Л) | 16 | 4 |
| практические занятия (ПЗ) | 34 | 10 |
| иные виды контактной работы | - | - |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 58 | 94 |
| изучение теоретического курса | 18 | 54 |
| подготовка к текущему контролю | 36 | 36 |
| подготовка к промежуточной аттестации | 4 | 4 |
| Вид промежуточной аттестации: | зачёт | зачёт |
| Общая трудоемкость, з.е./ часы | 3/108 | 3/108 |

*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

очная форма обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|-------|---|---|----|-------------------------|------------------------|
| 1 | Тема 1. Введение. Термины и определения. | 2 | - | 2 | 2 |
| 2 | Тема 2. Планирование многофакторных экспериментов. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| 3 | Тема 3. Математическое планирование многофакторных экспериментов для дисперсионного анализа экспериментальных данных. | 4 | 2 | 6 | 7 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|---------------------------|--|------------|-----------|-------------------------|------------------------|
| 4 | Тема 4. Математическое планирование многофакторных экспериментов для регрессионного анализа экспериментальных данных. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| 5 | Тема 5. Математическое планирование экспериментов для изучения зависимостей свойств смесей химических веществ от их соотношения. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| 6 | Тема 6. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы Microsoft Excel. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| 7 | Тема 7. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы STATGRAPHICS. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| 8 | Тема 8. Методы крутого восхождения и наискорейшего спуска по поверхности отклика объекта. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| 9 | Тема 9. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента. | 4 | 2 | 6 | 7 |
| Итого по разделам: | | 16 | 34 | 50 | 58 |
| Промежуточная аттестация | | х | х | - | 4 |
| Всего | | 108 | | | |

заочная форма обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|-------|--|------|------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Тема 1. Введение. Термины и определения. | 0,25 | - | 0,25 | 6 |
| 2 | Тема 2. Планирование многофакторных экспериментов. | 0,75 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| 3 | Тема 3. Математическое | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|---------------------------|--|------------|-----------|-------------------------|------------------------|
| | планирование многофакторных экспериментов для дисперсионного анализа экспериментальных данных. | | | | |
| 4 | Тема 4. Математическое планирование многофакторных экспериментов для регрессионного анализа экспериментальных данных. | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| 5 | Тема 5. Математическое планирование экспериментов для изучения зависимостей свойств смесей химических веществ от их соотношения. | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| 6 | Тема 6. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы Microsoft Excel. | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| 7 | Тема 7. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы STATGRAPHICS. | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| 8 | Тема 8. Методы крутого восхождения и наискорейшего спуска по поверхности отклика объекта. | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| 9 | Тема 9. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента. | 1 | 0,75 | 1,5 | 11 |
| Итого по разделам: | | 4 | 10 | 14 | 94 |
| Промежуточная аттестация | | | | - | 4 |
| Всего | | 108 | | | |

5.2 Содержание занятий лекционного типа

Тема 1. Введение. Термины и определения.

Цели и задачи дисциплины. Роль и место дисциплины в подготовке магистров по направлению 18.04.01. Порядок изучения дисциплины. Термины и определения в соответствии с рекомендациями по стандартизации Р 50.1.040-2002. Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения. - М.: ИПК Из-во стандартов, 2002.

Общепринятые термины и определения в области математических методов планирования экспериментов и статистического анализа экспериментальных данных.

Тема 2. Планирование многофакторных экспериментов.

Планы полных (ПФЭ) и дробных (ДФЭ) многофакторных экспериментов, их достоинства и недостатки. Требования к планам многофакторных экспериментов для анализа экспериментальных данных методами корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа.

Тема 3. Математическое планирование многофакторных экспериментов для дисперсионного анализа экспериментальных данных.

Планирование дробных факторных экспериментов по схеме латинских квадратов. Планы латинских квадратов. Планы греко-латинских квадратов. Планы гипер-греко-латинских квадратов. Планирование дробных факторных экспериментов по схеме латинских кубов. Двухуровневые планы Плакетта-Бермана.

Тема 4. Математическое планирование многофакторных экспериментов для регрессионного анализа экспериментальных данных.

Достоинства математических планов эксперимента при регрессионном анализе экспериментальных данных. Класс уравнений регрессии – функция Тейлора. Формулы расчёта нормализованных (кодированных) значений входных факторов и перехода от нормализованных к натуральным значениям. Критерии оптимальности математических планов эксперимента. Ненасыщенные планы эксперимента. Двухуровневые планы эксперимента первого порядка: планы полных (ПФЭ) и дробных (ДФЭ) факторных экспериментов. Недостатки планов дробных факторных экспериментов по сравнению с планами полных факторных экспериментов. Влияние выбора генерирующего соотношения при составлении плана дробного факторного эксперимента на критерии оптимальности математических планов эксперимента. Возможности программы STATGRAPHICS для составления планов полного и дробного факторного эксперимента первого порядка с компьютерной оценкой параметров их оптимальности. Трёхуровневые планы эксперимента второго порядка: Кифера, Коно, Бокса и др. Композиционные планы эксперимента: планы Бокса-Уилсона, Бокса-Хантера. Достоинства композиционных планов эксперимента по сравнению с планами первого и второго порядка.

Тема 5. Математическое планирование экспериментов для изучения зависимостей свойств смесей химических веществ от их соотношения.

Метод симплексных решёток. Симплекс-решётчатые планы Шеффе. Симплекс-центроидные планы.

Тема 6. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы Microsoft Excel.

Возможности программы Microsoft Excel для статистического анализа результатов измерений и проведения корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов экспериментальных данных.

Тема 7. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы STATGRAPHICS.

Возможности программы STATGRAPHICS для статистического анализа результатов измерений, проведения корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов экспериментальных данных, изучения зависимостей свойств смесей химических веществ от их соотношения.

Тема 8. Методы крутого восхождения и наискорейшего спуска по поверхности отклика объекта.

Последовательность планирования и проведения опытов эксперимента при использовании методов крутого восхождения и наискорейшего спуска по поверхности отклика объекта.

Тема 9. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента.

Последовательность планирования и проведения опытов эксперимента при использовании метода последовательного симплекс-планирования эксперимента.

5.3 Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия.

| № | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Форма проведения занятия | Трудоёмкость, час | |
|---------------------|--|-----------------------------|-------------------|-----------|
| | | | очная | заочная |
| 1 | Тема 1. Введение. Термины и определения. | семинар-обсуждение | 0,25 | 0,25 |
| 2 | Тема 2. Планирование многофакторных экспериментов. | ситуационные задачи | 0,5 | 0,25 |
| 3 | Тема 3. Математическое планирование многофакторных экспериментов для дисперсионного анализа экспериментальных данных. | расчетно-графическая работа | 4 | 1 |
| 4 | Тема 4. Математическое планирование многофакторных экспериментов для регрессионного анализа экспериментальных данных. | расчетно-графическая работа | 4 | 1 |
| 5 | Тема 5. Математическое планирование экспериментов для изучения зависимостей свойств смесей химических веществ от их соотношения. | ситуационные задачи | 2 | 0,5 |
| 6 | Тема 6. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы Microsoft Excel. | расчетно-графическая работа | 4 | 1 |
| 7 | Тема 7. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы STATGRAPHICS. | семинар-обсуждение | 0,5 | 0,75 |
| 8 | Тема 8. Методы крутого восхождения и наискорейшего спуска по поверхности отклика объекта. | семинар-обсуждение | 0,5 | 0,75 |
| 9 | Тема 9. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента. | ситуационные задачи | 0,5 | 0,75 |
| Итого часов: | | | 34 | 10 |

5.4 Детализация самостоятельной работы

| № | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Вид самостоятельной работы | Трудоемкость, час | |
|---------------|--|---|-------------------|-----------|
| | | | очная | заочная |
| 1 | Тема 1. Введение. Термины и определения. | подготовка к текущему контролю | 2 | 6 |
| 2 | Тема 2. Планирование многофакторных экспериментов. | подготовка к текущему контролю | 7 | 11 |
| 3 | Тема 3. Математическое планирование многофакторных экспериментов для дисперсионного анализа экспериментальных данных. | подготовка к текущему контролю и контрольной работе | 7 | 11 |
| 4 | Тема 4. Математическое планирование многофакторных экспериментов для регрессионного анализа экспериментальных данных. | подготовка к текущему контролю и контрольной работе | 7 | 11 |
| 5 | Тема 5. Математическое планирование экспериментов для изучения зависимостей свойств смесей химических веществ от их соотношения. | подготовка к текущему контролю | 7 | 11 |
| 6 | Тема 6. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы Microsoft Excel. | подготовка к текущему контролю и контрольной работе | 7 | 11 |
| 7 | Тема 7. Статистические методы анализа результатов многофакторных экспериментов средствами программы STATGRAPHICS. | подготовка к текущему контролю | 7 | 11 |
| 8 | Тема 8. Методы крутого восхождения и наискорейшего спуска по поверхности отклика объекта. | подготовка к текущему контролю | 7 | 11 |
| 9 | Тема 9. Метод последовательного симплекс-планирования эксперимента. | подготовка к текущему контролю | 7 | 11 |
| | Промежуточная аттестация | | 3,75 | 3,75 |
| Итого: | | | 58 | 94 |

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине Основная и дополнительная литература

| № | Автор, наименование | Год издания | Примечание |
|---|---|-------------|--------------------------|
| | <i>Основная литература</i> | | |
| 1 | Глухих, В.В. Прикладные научные исследования: учебник / В.В. Глухих. - Екатеринбург: Ур. госуд. лесотехн. ун-т, 2016. - 240 с. - ISBN 978-5-94984-590-5. – Текст: электронный. - URL: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/10039 . | 2016 | электронный ресурс УГЛТУ |

| № | Автор, наименование | Год издания | Примечание |
|---|--|-------------|--------------------------------------|
| 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 ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 172 с. – ISBN 978-5-7882-2216-5. -Текст: электронный. // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560915 . – Режим доступа: для авториз. пользователей. | 2017 | доступ при входе по логину и паролю* |
| | <i>Дополнительная литература</i> | | |
| 3 | Пен, Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics: учеб. пособие по дисциплинам "Планирование и организация эксперимента" и "Основы науч. исслед." - Изд. 2-е, доп. / Р.З. Пен. - Красноярск: Красноярский писатель: СибГТУ, 2012. - 270 с. - ISBN 978-5-7882-2216-5. Текст: непосредственный. | 2012 | ресурс научной библиотеки УГЛТУ |

*- 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». Режим доступа: 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/>.

Профессиональные базы данных

1. Научная электронная библиотека eLibrary. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
2. Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru/>.

Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.
2. Рекомендации по стандартизации Р 50.1.040-2002. Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения. - М.: ИПК Из-во стандартов, 2002. Введёны с 01.07.2003. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

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 |
|---|--|
| ОК-1 -Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу | Промежуточный контроль: контрольные вопросы к зачёту Текущий контроль: практические задания, задания в тестовой форме |
| ОК-5 - Способность к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности | Промежуточный контроль: контрольные вопросы к зачёту Текущий контроль: практические задания, задания в тестовой форме |
| ОПК-4 -Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез | Промежуточный контроль: контрольные вопросы к зачёту Текущий контроль: практические задания, задания в тестовой форме |

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

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы (промежуточный контроль формирования компетенций ОК-1, ОК-5, ОПК-4)

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 магистрантом 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 магистрантом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

Незачтено - магистрант 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 выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенций ОК-1, ОК-5, ОПК-4)

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».

Критерии оценивания практических заданий (текущий контроль формирования компетенций ОК-1, ОК-5, ОПК-4):

Отлично: выполнены все задания, магистрант четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Хорошо: выполнены все задания, магистрант без с небольшими ошибками ответил на все контрольные вопросы.

Удовлетворительно: выполнены все задания с замечаниями, магистрант ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Неудовлетворительно: магистрант не выполнил или выполнил неправильно задания, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

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 зачёту (промежуточный контроль)

1. В чем заключается принципиальное различие эмпирических методов научных исследований "наблюдение" и "эксперимент"?
2. Как можно преобразовать в кодированные значения натуральные значения входных факторов в эксперименте.
3. Какие преимущества имеют математические методы планирования эксперимента.
4. В чём заключаются основные различия насыщенных математических планов эксперимента от ненасыщенных.
5. Какое основное преимущество планов Плакетта-Бермана по сравнению с другими планами дробного факторного эксперимента.
6. Возможно ли применение к результатам эксперимента по планам Плакетта-Бермана методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа.
7. Какие преимущества и недостатки имеют композиционные планы эксперимента.
8. Каким композиционным планам эксперимента Вы отдаёте предпочтение и почему.
9. Какие компьютерные программы Вы способны использовать для статистического анализа результатов эксперимента.
10. Составьте план эксперимента для изучения зависимостей свойств смесей четырёх химических веществ от их массового соотношения.
11. Какие недостатки при статистическом анализе результатов эксперимента имеет программа Microsoft Excel по сравнению с программой STATGRAPHICS.
12. Какой экспериментальный метод поиска оптимального свойства объекта Вы выберете и почему.

Задания в тестовой форме (текущий контроль)

1. Выберите основные достоинства математического планирования эксперимента:

1. Позволяет определить истинные (детерминированные) зависимости (модели) свойств изучаемого объекта от значений входных факторов, изменяемых в эксперименте.
 2. Позволяет получить по результатам эксперимента статистические модели изучаемого объекта с повышенной точностью и их надежностью в описании и прогнозировании поведения объекта.
 3. Позволяет значительно сэкономить на числе опытов эксперимента.
2. Выберите раздел математики, который лежит в основе математических методов планирования эксперимента:
 1. Теория вероятности.
 2. Математическая статистика.
 3. Математическая комбинаторика.
 3. Выберите методы статистического анализа результатов экспериментов, точность которого и достоверность повышается при их математическом планировании:
 1. Корреляционный анализ.
 2. Ковариационный анализ.
 3. Дисперсионный анализ.
 4. Регрессионный анализ.
 4. Выберите число входных факторов (K), при котором можно применить математические планы эксперимент, составленные по схеме латинских квадратов:
 1. Один.
 2. Два.
 3. Три.
 4. Четыре.
 5. Пять.
 5. Выберите число входных факторов (K), при котором можно применить математические планы эксперимент, составленные по схеме греко-латинских квадратов:
 1. Два.
 2. Три.
 3. Четыре.
 4. Пять.
 5. Шесть.
 6. Выберите число входных факторов (K), при котором можно применить математические планы эксперимент, составленные по схеме гипер-греко-латинских квадратов:
 1. Три.
 2. Четыре.
 3. Пять.
 4. Шесть.
 5. Семь.
 7. Выберите матрицу плана эксперимента, представленную на рисунке 1, которая не относится к латинским квадратам.
 8. Выберите матрицу плана эксперимента, представленную на рисунке 2, которая относится к латинским квадратам.
 9. Выберите число опытов в планах Плакетта-Бермана:
 1. Три.
 2. Четыре.
 3. Десять.
 4. Шестнадцать.
 5. Двадцать.
 10. Выберите максимальное количество входных факторов, при котором можно провести дисперсионный анализ при числе опытов в плане Плакетта-Бермана равном 12:
 1. Три.
 2. Четыре.

3. Десять.
 4. Одиннадцать.
 5. Двенадцать.
11. Выберите число опытов в планах Плакетта-Бермана для оценки влияния 14 входных факторов на свойство объекта:
1. Четыре.
 2. Десять.
 3. Двенадцать.
 4. Шестнадцать.
 5. Двадцать.
12. Введите название столбца с неправильным чередованием значений входных факторов в плане Плакетта-Бермана, представленном на рисунке 3.

Практические задания (текущий контроль)

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.

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 балльной шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

| Уровень сформированных компетенций | Оценка | Пояснения |
|------------------------------------|----------------|--|
| Высокий | <i>Зачтено</i> | <p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует способность формулировать необходимость и разрабатывать математические планы экспериментов, использовать компьютерные программы для статистического анализа ре-</p> |

| Уровень сформированных компетенций | Оценка | Пояснения |
|------------------------------------|------------------|---|
| | | <p>зультатов экспериментов, способность самостоятельно планировать и выполнять научно-исследовательские работы с использованием современных методов исследования в химической технологии, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.</p> |
| Базовый | <i>Зачтено</i> | <p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся способен участвовать в разработке математических планов экспериментов, использовать компьютерные программы для статистического анализа результатов экспериментов, способен планировать и выполнять научно-исследовательские работы с использованием современных методов исследования в химической технологии.</p> |
| Пороговый | <i>Зачтено</i> | <p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся может под руководством разрабатывать математические планы экспериментов, может использовать компьютерные программы для статистического анализа результатов экспериментов, способен выполнять под руководством научно-исследовательские работы в химической технологии.</p> |
| Низкий | <i>Незачтено</i> | <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 формулировать необходимость и разрабатывать математические планы экспериментов, не способен использовать компьютерные программы для статистического анализа результатов экспериментов, не способен самостоятельно планировать и выполнять научно-исследовательские работы с использованием современных методов исследования в химической технологии, не способен составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.</p> |

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

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

Самостоятельная работа магистрантов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности. Самостоятельная работа играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу магистрантов. В связи с этим, обучение в вузе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой магистрантов.

Формы самостоятельной работы магистрантов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- создание презентаций, докладов по выполняемому проекту;
- участие в работе конференций, комплексных научных исследованиях;
- Написание научных статей.

В процессе изучения дисциплины «Математические методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных» направления 18.04.01 *основными видами самостоятельной работы* являются:

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

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

Данные тесты могут использоваться:

- магистрантами при подготовке к экзамену в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических занятиях;
- для проверки остаточных знаний магистрантов, 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 или текстовое 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 магистрантов по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы магистрантов в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

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), использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов;
- практические занятия по дисциплине проводятся с использованием платформы LMS MOODLE.

Практические занятия по дисциплине проводятся с использованием компьютерных программ пакета MS Excel.

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, практическое занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и лабораторно-практических методов обучения (выполнение расчетно-графических работ).

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 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 промежу- | Переносная мультимедийная установка (проектор, экран). Учебная мебель |

| | |
|---|--|
| точной аттестации. | |
| Помещения для самостоятельной работы | Столы компьютерные, стулья. Персональные компьютеры. Выход в Интернет. |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | |