

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Современные методы физических исследований Б1.В.ДВ.2

Направление подготовки: 15.04.02 - Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Болдырев А.В. , Болдырев С.В.

**Рецензент(ы):** Шафигуллин Л.Н.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. 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
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Болдырев А.В. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), AVBoldyrev@kpfu.ru ; доцент, к.н. Болдырев С.В. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), SVBoldyrev@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
ОК-2	способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения
ОК-7	способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности, учитывая цену ошибки, вести обучение и оказывать помощь сотрудникам
ОПК-2	способностью на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований
ОПК-3	способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа
ОПК-7	способностью организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников
ПК-19	способностью организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов
ПК-20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
ПК-23	способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения
ПК-26	готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- определения и понятия: исследовательская работа, математическая модель, испытание, метод МНК, верификация модели, оптимизация параметров исследования, статистическая гипотеза, доверительный интервал, вычислительный эксперимент, план эксперимента;
- основные уравнения математической статистики;

- методики: планирования эксперимента, выявление корреляционных связей однофакторных и многофакторных моделей, нахождения регрессионной зависимости, методы оптимизации;
- методики проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов;
- основные методы разработки и оформления научных исследований;
- этапы НИР;
- элементы научной новизны и практической значимости работы;
- способы и методы поиска, накопления и обработки научной информации;
- приемы изложения научных материалов и формирования рукописи научной работы;
- современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности, основные термины и понятия, используемые в исследовательской деятельности.

Должен уметь:

- планировать эксперимент, строить математические модели по экспериментальным данным;
- использовать стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования при проведении исследований;
- анализировать результаты исследований, включая построение математических моделей объекта исследований, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции;
- грамотно представлять результаты исследовательской и проектной деятельности;
- выбрать направление, поставить цель и задачи научных исследований, наметить пути и этапы их решения;
- организовать и провести эксперимент в условиях научно-исследовательской лаборатории;
- оформить результаты эксперимента в виде текста, графиков, диаграмм и т.д.;
- систематизировать отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машиностроительного производства;
- находить требуемую научную и техническую информацию;
- защищать результаты научных исследований.

Должен владеть:

- навыками поиска и анализа современной научно-технической информации;
- навыками организации и проведения экспериментальных исследований в области машиностроения;
- навыками презентации результатов научного исследования и ведения научной дискуссии;
- методами организации и проведения теоретического исследования;
- методами графического изображения результатов измерений, методами подбора эмпирических формул;
- методами синтеза соединений на основе полученных фундаментальных знаний в области теории и приобретенных экспериментальных навыков;
- теоретическими основами и практическими навыками работы на экспериментальных установках и научном оборудовании;
- современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований, свободно владеть ими при проведении самостоятельных научных исследований;
- навыками формулировать выводы исследования;
- навыками составлять отчет, доклад по результатам исследования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.02 "Технологические машины и оборудование (Машины и аппараты пищевых производств)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 20 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы исследовательской работы	4	1	2	0	8
2.	Тема 2. Моделирование	4	1	2	0	8
3.	Тема 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики	4	1	2	0	9
4.	Тема 4. Планирование и обработка эксперимента	4	1	2	0	9
5.	Тема 5. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования. Экспериментально-статистическое исследование связей	4	2	2	0	9
6.	Тема 6. Методы и средства экспериментальных исследований	4	2	2	0	9
	Итого		8	12	0	52

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Основы исследовательской работы

Введение. Основные положения. Исследовательская работа. Основные задачи исследовательской работы. Классификация исследований. Объект исследования и его характеристика. Модель 'Черный ящик'. Факторы и параметры, требования, предъявляемые к ним. Информационный поиск. Научно - техническая информация. Информационно-патентный поиск.

###### Тема 2. Моделирование

Моделирование. Модели и их классификации. Физическая и математическая модели машины (узла). Подобие. Сущность подобия, теоремы подобия. Критерии подобия, пересчет результатов модельных испытаний на натуре. П-теорема и ее следствия. Определение критериев подобия с использованием теории размерностей. Определение критериев подобия из уравнений процесса.

###### Тема 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики

Основные статистические характеристики рядов измерений. Дисперсия, среднеквадратичное отклонение, математическое ожидание и т.д. Исключение резко выделяющихся значений. Понятие доверительного интервала и доверительной вероятности. Критерий Стьюдента. Оценка доверительного интервала для среднего из выборки. Планирование объема необходимой выборки для обеспечения требуемой точности. Нормальный закон распределения, его параметры и использование. Проверка гипотезы о законе распределения.

###### Тема 4. Планирование и обработка эксперимента

Понятие планирования эксперимента. Классификация планов. Область определения, интервалы варьирования и уровни факторов. Кодирование факторов. Матрица планирования полного факторного эксперимента. Выбор модели при проведении полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Понятие определяющего контраста. Выбор модели при проведении полного факторного эксперимента. Планирование отсеивающего эксперимента. Планы второго порядка.

###### Тема 5. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования. Экспериментально-статистическое исследование связей

Понятие оптимизации параметров исследования. Экстремальный эксперимент.

Экспериментально-статистическая оптимизация объектов исследования классическим методом, методом крутого восхождения, методом симплекс - планирования и методом сечений. Проверка однородностей выборок и дисперсий. Критерии Фишера и Кохрена. Сравнение выборочных средних. Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции и диаграмма рассеивания. Регрессионный анализ. Формы представления результатов исследования. Этапы выявления аналитической формы зависимости. Метод наименьших квадратов. Преобразование нелинейных уравнений к линейному виду. Статистический анализ коэффициентов регрессии. Оценка адекватности регрессии. Анализ регрессионных остатков. Понятие коэффициента и шкалы Дарбина-Ватсона.

#### **Тема 6. Методы и средства экспериментальных исследований**

Общие сведения об измерениях. Термины в области измерений. Классификация средств измерений. Основы теории погрешностей измерений. Систематические погрешности, их обнаружение и исключение. Компенсация систематической погрешности в процессе измерений. Случайная погрешность. Прямые и косвенные измерения. Погрешность шкальных приборов. Измерение температур и тепловых потоков твердых, жидких и газообразных тел. Методы и средства измерений: принципы действия, структурные и другие схемы; диапазон, условия и области применения измерений тепловых величин. Измерение давления газов и жидкостей, а также сил в узлах и механизмах. Методы и средства измерений: принципы действия, структурные и другие схемы; диапазон, условия и области применения измерений тепловых величин. Измерение расхода газов и жидкостей. Методы и средства измерений: принципы действия, структурные и другие схемы; диапазон, условия и области применения измерений тепловых величин. Измерение геометрических размеров тел и топографии поверхностей. Методы и средства измерений: принципы действия, структурные и другие схемы; диапазон, условия и области применения измерений тепловых величин.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

##### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Устный опрос	ОК-2 , ОК-7 , ОК-1	1. Основы исследовательской работы 2. Моделирование 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики 4. Планирование и обработка эксперимента 5. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования. Экспериментально-статистическое исследование связей 6. Методы и средства экспериментальных исследований
2	Проверка практических навыков	ОПК-2 , ОПК-3 , ОПК-7 , ПК-23	1. Основы исследовательской работы 2. Моделирование 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики 4. Планирование и обработка эксперимента 5. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования. Экспериментально-статистическое исследование связей 6. Методы и средства экспериментальных исследований
3	Реферат	ПК-19 , ПК-20 , ПК-26	1. Основы исследовательской работы 2. Моделирование 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики 4. Планирование и обработка эксперимента 5. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования. Экспериментально-статистическое исследование связей 6. Методы и средства экспериментальных исследований
	<b>Экзамен</b>	ОК-1, ОК-2, ОК-7, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-23, ПК-26	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Проверка практических навыков	Продemonстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продemonстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продemonстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 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

#### Семестр 4

#### Текущий контроль

#### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Вопросы по теме 1: Понятие исследовательской работы. Основные этапы исследовательской работы. Что такое наблюдение, эксперимент. Понятие планирование эксперимента, статистической обработки эксперимента, моделирования и подобия. Задачи теоретического исследования Понятие лабораторного и стендового эксперимента. Понятие объекта исследования, его свойства. Виды априорной информации. Понятие модели черного 'ящика'. Понятие фактора, предъявляемые к ним требования. Дайте определение понятия 'испытание'. Назовите основные характеристики процесса испытания. Приведите классификацию воздействующих факторов. Поясните сущность понятий 'точность' и 'воспроизводимость' результатов испытаний.

Вопросы по теме 2: Понятие математической модели. Способы получения математических моделей. Понятие физической модели. Понятие критерия подобия. Понятие подобия. Классификация моделей. Назовите известные вам теоремы подобия. Основные направления верификации модели.



Вопросы по теме 3: Методы системного анализа, их характеристика. Понятие дисперсии, среднеквадратичного отклонения. Понятие доверительного интервала, критерия Стьюдента. Понятие выборки. Нормальный закон распределения величин. Законы распределения случайных величин, геометрическая интерпретация. Назовите основные статистические гипотезы и способы их оценки.

Вопросы по теме 4: Классификация экспериментов. Основные этапы разработки плана эксперимента. Порядок планирования факторного эксперимента. Матрица планирования ПФЭ. Дробный факторный эксперимент. Определяющий контраст. Уровень фактора. Кодирование факторов.

Вопросы по теме 5: Назовите известные вам методы оптимизации, охарактеризуйте их. Понятие оптимизации параметров исследования. Экстремальный эксперимент. Метод крутого восхождения. Классический метод. Метод симплекс планирования. Порядок получение и анализа параметров линейной зависимости на основе выборки значений. Критерии Фишера и Кохрена. Диаграмма рассеивания. Понятие и свойства коэффициента корреляции. Способы преобразования нелинейных зависимостей к линейному виду. Понятие регрессионного анализа. Понятие дисперсионного анализа. Сущность метода наименьших квадратов. Понятие адекватности регрессии. Понятие шкалы Дарбина-Ватсона.

Вопросы по теме 6: Приведите классификацию измерений по областям измерений. Назовите основные характеристики процесса измерения. Приведите примеры измеряемых механических величин. Приведите принципы действия нескольких СИ механических величин, нарисуйте структурную схему (по выбору). Приведите примеры измеряемых тепловых величин. Приведите принципы действия нескольких СИ тепловых величин, нарисуйте структурную схему (по выбору). Особенности испытательной техники для исследования процессов теплообмена. Основные параметры, фиксируемые в исследованиях процессов теплообмена, средства их измерений. Понятие систематической и случайной погрешности. Погрешность шкальных приборов. Способы компенсации систематических погрешностей.

## **2. Проверка практических навыков**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Основы теории погрешностей измерений: вычисление случайной погрешности по результатам серии измерений физической величины. Прямые (непосредственные) измерения.
2. Косвенные измерения.
3. Оценка неточности измерения. Классификация погрешностей.
4. Значение погрешности. Качество результатов измерений.
5. Случайные погрешности. Систематические погрешности.
6. Основы теории погрешностей измерений: определение погрешности для случая косвенного измерения. Изучение погрешности измерений.
7. Изучение косвенных измерений. Расчет погрешности.
8. Оптимизация объекта методом симплекс-планирования. Метод последовательного симплекс-планирования.
9. Метод анализа контурных кривых.
10. Применение П-теоремы для получения безразмерных критериев подобия.

## **3. Реферат**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Статистические методы анализа и обработки экспериментальных данных.
2. Погрешности эксперимента.
3. Способы поиска оптимума функции отклика.
4. Методы определения экстремума.
5. Современное состояние проблемы моделирования в науке и технике.
6. Основные принципы организации эксперимента.
7. Эксперимент как один из методов апробации теории.
8. Основные отличия методов экспериментирования и наблюдения при проверке научных гипотез.
9. Обобщение как цель любого эксперимента. Виды обобщений (для экспериментов с научными и практическими целями).
10. Ошибки исследователя при проведении эксперимента.

## **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Понятие исследовательской работы.
2. Основные этапы исследовательской работы.
3. Что такое наблюдение, эксперимент.
4. Понятие планирование эксперимента, статистической обработки эксперимента, моделирования и подобия.
5. Задачи теоретического исследования
6. Понятие лабораторного и стендового эксперимента.
7. Понятие объекта исследования, его свойства.
8. Виды априорной информации.
9. Понятие модели черного 'ящика'.
10. Понятие фактора, предъявляемые к ним требования.
11. Дайте определение понятия 'испытание'.
12. Назовите основные характеристики процесса испытания.

13. Приведите классификацию воздействующих факторов.
14. Поясните сущность понятий 'точность' и 'воспроизводимость' результатов испытаний.
15. Понятие математической модели.
16. Способы получения математических моделей.
17. Понятие физической модели.
18. Понятие критерия подобия.
19. Понятие подобия.
20. Классификация моделей.
21. Назовите известные вам теоремы подобия.
22. Основные направления верификации модели.
23. Методы системного анализа, их характеристика.
24. Понятие дисперсии, среднеквадратичного отклонения.
25. Понятие доверительного интервала, критерия Стьюдента.
26. Понятие выборки.
27. Нормальный закон распределения величин.
28. Законы распределения случайных величин, геометрическая интерпретация.
29. Назовите основные статистические гипотезы и способы их оценки.
30. Классификация экспериментов.
31. Основные этапы разработки плана эксперимента.
32. Порядок планирования факторного эксперимента.
33. Матрица планирования ПФЭ.
34. Дробный факторный эксперимент.
35. Определяющий контраст.
36. Уровень фактора.
37. Кодирование факторов.
38. Назовите известные вам методы оптимизации, охарактеризуйте их.
39. Понятие оптимизации параметров исследования.
40. Экстремальный эксперимент.
41. Метод крутого восхождения.
42. Классический метод.
43. Метод симплекс планирования.
44. Порядок получение и анализа параметров линейной зависимости на основе выборки значений.
45. Критерии Фишера и Кохрена.
46. Диаграмма рассеивания.
47. Понятие и свойства коэффициента корреляции.
48. Способы преобразования нелинейных зависимостей к линейному виду.
49. Понятие регрессионного анализа.
50. Понятие дисперсионного анализа.
51. Сущность метода наименьших квадратов.
52. Понятие адекватности регрессии.
53. Понятие шкалы Дарбина-Ватсона.
54. Приведите классификацию измерений по областям измерений.
55. Назовите основные характеристики процесса измерения.
56. Приведите примеры измеряемых механических величин.
57. Приведите принципы действия нескольких СИ механических величин, нарисуйте структурную схему (по выбору).
58. Приведите примеры измеряемых тепловых величин.
59. Приведите принципы действия нескольких СИ тепловых величин, нарисуйте структурную схему (по выбору).
60. Особенности испытательной техники для исследования процессов теплообмена.
61. Основные параметры, фиксируемые в исследованиях процессов теплообмена, средства их измерений.
62. Понятие систематической и случайной погрешности.
63. Погрешность шкальных приборов.
64. Способы компенсации систематических погрешностей.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	2	20
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Соснин, Э.А. Методология эксперимента [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Э.А. Соснин, Б.Н. Пойзнер. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 162 с. - (Высшее образование: Магистратура). - [www.dx.doi.org/10.12737/24370/](http://www.dx.doi.org/10.12737/24370/) - ISBN 978-5-16-012591-6 (print). - ISBN 978-5-16-102336-5 (online). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=774694>
2. Волосухин, В.А. Планирование научного эксперимента [Электронный ресурс]: Учебник / В.А. Волосухин, А.И. Тищенко. - 2-е изд. - М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. - 176 с. - (Высшее образование: Магистратура). - [www.dx.doi.org/10.12737/11543](http://www.dx.doi.org/10.12737/11543). - ISBN 978-5-369-01229-1 (РИОР). - ISBN 978-5-16-006915-9 (ИНФРА-М, print). - ISBN 978-5-16-103349-4 (ИНФРА-М, online). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=516516>
3. Лопатин, В.Ю. Организация эксперимента: Симплексное планирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ю. Лопатин, В.Н. Шуменко. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2010. - 46 с. - ISBN 978-5-87623-404-9. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/117006/#3>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - 2-е изд., стер. - СПб.: Издательство 'Лань', 2013. - 224 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1264-8. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/30202/#4>

2. Прошин, В.И. Анализ результатов измерений в экспериментальной физике [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ В.И. Прошин, В.Г. Сидоров. - СПб.: Издательство 'Лань', 2018. - 172 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2886-1. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/102585/#2>

3. Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику[Электронный ресурс]: Учебное пособие. - СПб.: Издательство 'Лань', 2008. - 240 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0862-7. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/379/#2>

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>

ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

ЭБС Консультант студента - <http://www.studentlibrary.ru/>

ЭБС Университетская библиотека online - <http://biblioclub.ru>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении теоретических вопросов и решении задач с применением методических материалов и специализированного программного обеспечения. Задачи связаны с определением погрешностей прямых (непосредственных) измерений, косвенных измерений, с использованием метода симплекс-планирования и др.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа обучающихся подразумевает не только проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, но и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также подготовку рефератов и подготовку к устным опросам, практическим занятиям и экзамену.
устный опрос	Для подготовки к устным опросам рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных задач. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
проверка практических навыков	Преподаватель проверяет правильность решения задач, связанных с определением погрешностей прямых (непосредственных) измерений, косвенных измерений, с использованием метода симплекс-планирования и др. При этом обучающимся могут быть заданы дополнительные вопросы с целью уточнения степени освоения практических навыков.
реферат	Подготовка реферата состоит в самостоятельной проработке обучающимися научно-технической и патентной литературы, соответствующей одной из выданных преподавателем тем, анализе и обобщении информации, а также оформлении реферата, согласно требованиям ГОСТ 2.105-95. Объем реферата должен быть не менее 20 страниц формата А4.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение изучения курса. На экзамене обучающийся отвечает на вопросы в выбранном билете (каждый билет содержит по два вопроса из приведенного выше списка).

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Современные методы физических исследований" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Современные методы физических исследований" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.02 "Технологические машины и оборудование" и магистерской программе Машины и аппараты пищевых производств