

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Высшей математики и информационных технологий»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И ПЛАНИРОВАНИЯ  
ЭКСПЕРИМЕНТА**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Химическая технология материалов ядерного топливного цикла**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	16	0	48	52	116	Экз., КР
Итого	5	180	16	0	48	52	116	

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Основы математической статистики и планирования эксперимента» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

**1) знать:**

- З.1 основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики
- З.2 математические модели простейших систем и процессов в химии, учитывая границы применимости математической модели
- З.3 вероятностные модели для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели

**2) уметь:**

- У.1 исследовать модели с учетом их иерархической структуры и оценкой пределов применимости полученных результатов
- У.2 использовать основные приемы обработки экспериментальных данных
- У.3 ставить и решать задачи по оптимизации процессов; находить оптимальные условия протекания химических процессов на основе методов планирования
- У.4 программировать и использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения

**3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

- В.1 применение методов математической обработки для оптимизации технологических процессов, а также методов планирования проводимых исследований

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы математической статистики и планирования эксперимента» являются:

сформировать теоретические основы и выработать навыки использования статистических методов планирования эксперимента при исследовании химико-технологических процессов.

Студент должен научиться:

– видеть в конкретных научных, технических проблемах вопросы и задачи, допускающие решения методами теории вероятностей, уметь формулировать и решать такие задачи;

– при постановке физического, технического эксперимента уметь формулировать цель эксперимента, планировать эксперимент, обрабатывать данные и интерпретировать результаты.

Специалист должен глубоко понимать объективный и непреложный характер вероятностных законов, учитывать их в своей повседневной деятельности и руководствоваться ими при принятии управленческих решений.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование научного мышления, правильного понимания области и границ применимости методов планирования эксперимента;
- углубить знания методов математической статистики и обработки экспериментальных данных;
- сформировать представление о функциональном подходе к описанию химико-технологических процессов;
- подготовка студентов к самостоятельному решению конкретных задач оптимизации в современном химическом материаловедении.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы математической статистики и планирования эксперимента» (Б1.В.ДВ.1.1) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ОПК-3</b> Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов	<b>З-ОПК-3</b> Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ <b>У-ОПК-3</b> Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты <b>В-ОПК-3</b> Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования
<b>ОПК-4</b> Способен использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, осуществлять теоретический анализ и экспериментальную проверку адекватности модели	<b>З-ОПК-4</b> Знать: принципы математического моделирования химико-технологических процессов и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей <b>У-ОПК-4</b> Уметь: применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ <b>В-ОПК-4</b> Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов
<b>УКЕ-1</b> Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<b>З-УКЕ-1</b> знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования <b>У-УКЕ-1</b> уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи <b>В-УКЕ-1</b> владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>			
Анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; Составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы; Проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики	руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов	<b>ПК-1</b> Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	<b>З-ПК-1</b> Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости <b>У-ПК-1</b> Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать <b>В-ПК-1</b> Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Основы математической статистики и планирования эксперимента» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский

## 5 Структура и содержание учебной дисциплины

### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 5, 180 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Математическая статистика в планировании эксперимента»
- раздел 2 – «Планирование эксперимента»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>5 семестр (18 недель)</b>								
1	Математическая статистика в планировании эксперимента	6		28	22	1/ЛР1, 3/ЛР2, 3/ЛР3, 4/ЛР4, 5/ЛР5, 7/ЛР6, 8/ЛР7, 9/ЛР8	9/Т1	35
2	Планирование эксперимента	10		20	22	11/ЛР9, 12/ЛР10, 13/ЛР11, 15/ЛР12, 16/ЛР13	16/Т2	25
	Курсовая работа				36			
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 5 семестр:</b>		16		48	116			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ ( <b>З-ОПК-3</b> )	1	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты ( <b>У-ОПК-3</b> )	1	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования ( <b>В-ОПК-3</b> )	1	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Знать: принципы математического моделирования химико-технологических процессов и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей ( <b>З-ОПК-4</b> )	1, 2	ЛР2, ЛР6, ЛР7, Т1, ЛР9, ЛР11, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Уметь: применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ ( <b>У-ОПК-4</b> )	1, 2	ЛР2, ЛР3, ЛР6, ЛР7, Т1, ЛР9, ЛР11, ЛР12, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов ( <b>В-ОПК-4</b> )	1, 2	ЛР2, ЛР3, ЛР6, ЛР7, Т1, ЛР9, ЛР12, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости ( <b>З-ПК-1</b> )	1, 2	ЛР3, ЛР4, ЛР5, Т1, ЛР10, ЛР12, ЛР13, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать ( <b>У-ПК-1</b> )	1, 2	ЛР4, ЛР5, Т1, ЛР10, ЛР12, ЛР13, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа

– Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата ( <b>В-ПК-1</b> )	1, 2	ЛР4, ЛР5, Т1, ЛР10, ЛР11, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ( <b>З-УКЕ-1</b> )	1	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи ( <b>У-УКЕ-1</b> )	1, 2	ЛР8, Т1, ЛР10, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
– владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами ( <b>В-УКЕ-1</b> )	1, 2	ЛР8, Т1, ЛР10, ЛР13, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Математическая статистика в планировании эксперимента</b>	
<b>1.1 Основные понятия математической статистики.</b>	0.5
<b>1.2 Статистическая оценка параметров распределения.</b>	0.5
<b>1.3 Доверительный интервал и доверительные оценки.</b>	0.5
<b>1.4 Оценка необходимого числа экспериментов.</b>	0.5
<b>1.5 Статистическая проверка гипотез.</b>	3.5
<b>1.6 Проверка гипотезы о законе распределения экспериментальных данных.</b>	0.5
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>6</i>
<b>Раздел 2 Планирование эксперимента</b>	
<b>2.1 Планирование эксперимента . Факторы и параметр. Оптимизационный эксперимент. Оптимальный план эксперимента.</b>	2
<b>2.2 Полный факторный эксперимент. Основы определения ПФЭ. Планирование, проведение и проверка воспроизводимости эксперимента. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка адекватности.</b>	4

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>2.3 Методы оптимизации.</b> Планирование экстремальных экспериментов. Задача оптимизации. Метод Гаусса-Зейделя. Метод случайного поиска. Метод градиента. Метод крутого восхождения. Понятие о симплекс-планировании. Пути развития идей планирования эксперимента.	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>10</i>
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Математическая статистика в планировании эксперимента</b>	
<b>1.1 Применение средств ЭВМ при обработке данных активного эксперимента.</b>	4
<b>1.2 Применение корреляционного анализа в технологических расчетах.</b>	4
<b>1.3 Обработка экспериментальных статистических данных.</b> Расчет числовых характеристик. Построение полигона функции распределения и гистограммы функции распределения	2
<b>1.4 Статистическая обработка случайных данных.</b>	2
<b>1.5 Расчет доверительных интервалов.</b>	4
<b>1.6 Проверка гипотезы о равенстве средних и о равенстве дисперсий.</b>	4
<b>1.7 Проверка гипотезы о законе распределения экспериментальных данных..</b>	4
<b>1.8 Работа в Power Point. Наглядное представление экспериментальных данных.</b>	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>28</i>
<b>Раздел 2 Планирование эксперимента</b>	
<b>2.1 Статистическая обработка априорной информации при планировании эксперимента.</b>	4
<b>2.2 Полный факторный эксперимент. Построение линейной и нелинейной модели процесса.</b>	4
<b>2.3 Проверка гипотезы об однородности дисперсий. Воспроизводимость эксперимента.</b>	4
<b>2.4 Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка адекватности математической модели.</b>	4
<b>2.5 Метод крутого восхождения. Пути развития идей планирования эксперимента.</b>	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>20</i>
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>48</b>

#### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Практические/семинарские занятия в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

#### 5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовая работа (5 семестр).

Курсовая работа включает в себя следующие этапы:

- 1) Полнофакторный (ПФЭ) и дробнофакторный (ДФЭ) эксперимент.
- 2) Проверка гипотезы об однородности построчных дисперсий.
- 3) Расчет дисперсии воспроизводимости.
- 4) Определение коэффициентов регрессии функции отклика (линейной и нелинейной).
- 5) Проверка значимости коэффициентов регрессии.
- 6) Проверка адекватности модели (в случае неадекватности линейной модели произвести проверку адекватности нелинейной модели).
- 7) Представление поверхности отклика в натуральных переменных.
- 8) Крутое восхождения по поверхности отклика; выводы и рекомендации.
- 9) Оформление пояснительной записки.
- 10) Подготовка презентации и доклада выступления.
- 11) Защита курсовой работы.

#### 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Другие методы.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 52 час.

#### 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-3	З-ОПК-3	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ОПК-3	У-ОПК-3	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ОПК-3	В-ОПК-3	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ОПК-4	З-ОПК-4	ЛР2, ЛР6, ЛР7, Т1, ЛР9, ЛР11, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ОПК-4	У-ОПК-4	ЛР2, ЛР3, ЛР6, ЛР7, Т1, ЛР9, ЛР11, ЛР12, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ОПК-4	В-ОПК-4	ЛР2, ЛР3, ЛР6, ЛР7, Т1, ЛР9, ЛР12, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа

ПК-1	З-ПК-1	ЛР3, ЛР4, ЛР5, Т1, ЛР10, ЛР12, ЛР13, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ПК-1	У-ПК-1	ЛР4, ЛР5, Т1, ЛР10, ЛР12, ЛР13, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
ПК-1	В-ПК-1	ЛР4, ЛР5, Т1, ЛР10, ЛР11, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
УКЕ-1	З-УКЕ-1	ЛР1, ЛР8, Т1, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
УКЕ-1	У-УКЕ-1	ЛР8, Т1, ЛР10, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа
УКЕ-1	В-УКЕ-1	ЛР8, Т1, ЛР10, ЛР13, Т2, Экзамен (5 сем.), Курсовая работа

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

#### Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР4	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР5	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР6	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР7	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР8	Лабораторная работа	4	2.4
Т1	Тестирование	10	6
ЛР9	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР10	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР11	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР12	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР13	Лабораторная работа	3	1.8
Т2	Тестирование	10	6
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D	E	F	

Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)	удовлетворительно (удовл.)	неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено			Не зачтено

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Вопросы для Экзамена (5 семестр):**

- 1 Понятие сложного объекта. Факторы групп. Факторное пространство. Функция отклика.
- 2 Параметр оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
- 3 Факторы и требования, предъявляемые к ним.
- 4 Выбор модели.
- 5 Задачи математической статистики. Случайные величины (СВ). Способы задания случайных величин. Понятие плотности распределения.
- 6 Числовые характеристики СВ (начальные и центральные моменты, математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс, размах).
- 7 Статистическая оценка параметров распределения (виды оценок, доверительные интервалы для средних равноточных и неравноточных измерениях, правило трех сигм).
- 8 Как осуществляется оценка необходимого числа экспериментов?
- 9 Определение доверительного интервала для дисперсий.
- 10 Статистическая проверка гипотез (сравнение средних, сравнение дисперсий, об однородности дисперсий, о законе распределения экспериментальных данных).
- 11 Что такое доверительная вероятность, как она связана с уровнем значимости?
- 12 Понятие и этапы полного факторного эксперимента (ПФЭ).
- 13 Что такое матрица планирования (МП)? Привести пример построения матрицы планирования.
- 14 Свойства матрицы планирования.
- 15 Уравнение регрессии как модель процесса.
- 16 Методика проведения эксперимента.
- 17 Как осуществляют проверку воспроизводимости эксперимента? Принятие решений.
- 18 Как осуществляют проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии? Принятие решений.
- 19 Как осуществляют проверку адекватности модели процесса? Принятие решений.
- 20 Основные принципы дробного факторного эксперимента.
- 21 Постановка задачи планирования экстремальных экспериментов.
- 22 Методы оптимизации.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Вершинин В. И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Вершинин В. И., Перцев Н. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2019 - 236 с.

Л1.2 Смагунова А. Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Смагунова А. Н., Пашкова Г. В., Белых Л. И. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 120 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Берикашвили В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: Учебное пособие для вузов / Берикашвили В. Ш., Оськин С. П. - Москва: Юрайт, 2020 - 164 с

Л2.2 Гальченко В. Г. Планирование и обработка результатов эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Г. Гальченко, Т. А. Гладкова, О. Г. Берестнева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра прикладной математики (ПМ) - Томск: Изд-во ТПУ, 2014

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Научная электронная библиотека - <https://www.elibrary.ru/>

## **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## **10 Учебно-методические рекомендации для студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях Информационно-вычислительного центра.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях ИВЦ запрещается находиться в верхней одежде. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и

другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр), Курсовая работа (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): В.Н. Брендаков