

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.03

(индекс дисциплины)

Математические методы в химической технологии

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **4** Высшей математики

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **18.04.01 Химическая технология**

Профиль подготовки: **Химическая технология высокомолекулярных соединений**

Уровень образования: **магистратура**

План учебного процесса

| Составляющие учебного процесса | | Очное обучение | Очно-заочное обучение | Заочное обучение |
|---|--------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы) | Всего | 72 | | |
| | Аудиторные занятия | 36 | | |
| | Лекции | - | | |
| | Лабораторные занятия | - | | |
| | Практические занятия | 36 | | |
| | Самостоятельная работа | 36 | | |
| | Промежуточная аттестация | - | | |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра) | Экзамен | - | | |
| | Зачет | 1 | | |
| | Контрольная работа | - | | |
| | Курсовой проект (работа) | - | | |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы) | | 2 | | |

| Форма обучения: | Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Очная | 2 | | | | | | | | | |
| Очно-заочная | | | | | | | | | | |
| Заочная | | | | | | | | | | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным
государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 180401 Химическая технология

На основании учебного плана № m180401-12_20-12

Кафедра-разработчик: Высшей математики

Заведующий кафедрой: Иванов Б.Ф.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Физической и коллоидной химии

Заведующий кафедрой: Липин В.А.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная
 Вариативная По выбору

1.2 Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теории вероятностей математической статистики

1.3 Задачи дисциплины

- привитие и развитие математического мышления,
- освоение обучающимися методов математической статистики,
- освоения методов планирования эксперимента.

1.4 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы планируемые результаты обучения по дисциплине

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования Компетенции |
|---|---|-------------------------------|
| ОПК- 4 | готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке статистических гипотез . | 1 |
| <p>Планируемые результаты обучения</p> <p>знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) фундаментальные понятия математики, вероятностный характер явлений и процессов в профессиональной деятельности, 2) основные вероятностные модели случайных явлений. <p>уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) использовать аппарат математической статистики в своей профессиональной деятельности, 2) применять вероятностные методы при решении научных и практических задач. <p>владеть:</p> <p>методологией и навыками решения научных и практических задач в своей профессиональной деятельности.</p> | | |

1.5 Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4 :

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Выделяемое время (часы) | | |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Учебный модуль 1 Проверка статистических гипотез | | | |
| Тема 1.Случайная выборка, ее характеристики | 10 | | |
| Выборочные характеристики: среднее, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, размах, гистограмма. Предельное поведение при $n \rightarrow +\infty$ | | | |
| Тема 2.Основные распределения, используемые в статистике | 10 | | |
| Основные распределения, используемые в статистике: нормальное, Стьюдента, | | | |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Выделяемое время (часы) | | |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| хи-квадрат, Фишера-Снедекора. Квантили, квартили, процентные точки. Практика на Excel. Сравнение средних, сравнение дисперсий. Проверка гипотезы нормальности с помощью критерия согласия хи-квадрат. | | | |
| Текущий контроль 1 Опрос | 2 | | |
| Учебный модуль 2. Оценка параметров линейной модели | | | |
| Тема 3. Простейшая линейная модель | 10 | | |
| Оценка параметров методом наименьших квадратов, доверительные интервалы для коэффициентов модели, проверка значимости коэффициентов и адекватности модели. Графическое представление результатов. Анализ остатков. Применимость метода наименьших квадратов при нарушении исходных предположений: независимость испытаний, нормальность, постоянство дисперсии | | | |
| Тема 4. Более сложные модели | 12 | | |
| Простейшая линейная модель с несколькими независимыми переменными. Полиномиальная модель с одной и двумя переменными. Реализация на Excel. Преобразование нелинейной модели к линейной. Эмпирические уравнения | | | |
| Текущий контроль 2 Опрос | 2 | | |
| Учебный модуль 3 Дисперсионный анализ | | | |
| Тема 5. Однофакторный анализ | 10 | | |
| Модель с несколькими наблюдениями на каждом уровне фактора. Применимость метода при нарушении исходных предположений: независимость испытаний, нормальность, постоянство дисперсии. | | | |
| Тема 6. Двухфакторный анализ | 10 | | |
| Модель с двумя факторами и с однократными наблюдениями на каждом уровне. Модель с двумя факторами и с повторными наблюдениями на каждом уровне. Оценка эффектов и взаимодействий. Основные гипотезы, проверяемые в дисперсионном анализе. | | | |
| Текущий контроль 3 Опрос | 2 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине зачет | 4 | | |
| ВСЕГО: | 72 | | |

3 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.4 Лекции

Не предусмотрено.

3.5 Практические и семинарские занятия

| Номера изучаемых тем | Наименование и форма занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | Случайная выборка: основные характеристики и их вычисление | 1 | 6 | | | | |
| 2 | Разбор 1-й части практического задания | | 6 | | | | |
| 3 | Оценка параметров линейной модели. Постановка задачи и разбор примера. Разбор 2-й части практического задания. | | 6 | | | | |
| 4 | Пример оценки параметров более общей модели | | 6 | | | | |
| 5 | Постановка задачи дисперсионного анализа. | | 6 | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|--|--|-----------|--|--|--|--|
| | Разбор примера. | | | | | | |
| 6 | Выполнение и разбор 3-й части практического задания. | | 6 | | | | |
| ВСЕГО: | | | 36 | | | | |

3.6 Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Номера учебных модулей, по которым проводится контроль | Форма контроля знаний | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|-----------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|------------------|--------|
| | | Семестр | Кол-во | Семестр | Кол-во | Номер семестра | Кол-во |
| 1-3 | Курсовая работа | - | - | | | | |
| 1-3 | Опрос | 1 | 6 | | | | |
| 1-3 | Проверка дом.заданий | 1 | 6 | | | | |

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|---|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| Усвоение теоретического материала | 1 | 6 | | | | |
| Подготовка к практическим (семинарским) | 1 | 6 | | | | |
| Выполнение домашних заданий | 1 | 6 | | | | |
| Выполнение курсовых проектов (работ) | - | - | | | | |
| Выполнение учебно- или научно-исследовательских работ | 1 | 12 | | | | |
| Подготовка к зачету | | 6 | | | | |
| ВСЕГО: | | | 36 | | | |

7 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.4 Характеристика видов и используемых активных и интерактивных форм занятий

| Краткая характеристика вида занятий | Используемые активные и интерактивные формы | Объем занятий в интерактивных формах (часы) | | |
|--|--|---|-----------------------|------------------|
| | | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Практические и семинарские занятия: | Постановка и разбор типовых задач, обсуждение домашних заданий | 6 | | |
| ВСЕГО: | | 6 | | |

7.5 Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Аркашов Н.С. Теория вероятностей и случайные процессы: учебное пособие/ Аркашов Н.С., Ковалевский А.П.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск:, 2014.— 238 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45444>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Теория вероятностей. Примеры и задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ М.Ю. Васильчик [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск:, 2014.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45445>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Шилова З.В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие [Электронный ресурс]: Шилова З.В., Шилов О.И.— Саратов, 2015.— 158 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33863>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

- Буренин С.Н. Распределение случайных величин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буренин С.Н., Гаврилова О.В.— Электрон. — М.: Московский гуманитарный университет, 2014.— 58 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39692>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Математика Методические указания и контрольные задания для студентов технических специальностей заочной формы обучения, [Электронный ресурс]: / И.Ю. Малова, Е.Г. Иванова, Е.А. Титова, К.Ю. Лавров, 2012г. — Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/3.pdf>
2. Элементы дисперсионного анализа. Методические указания для студентов всех специальностей, [Электронный ресурс]:/2009г. —Режим доступа:<http://www.nizrp.narod.ru/vysmat2009.htm>
3. ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Методические указания и контрольные задания (№ 6, № 7, № 8, № 9) для студентов-заочников, [Электронный ресурс]: /2012г.—Режим доступа:<http://www.nizrp.narod.ru/vysmat2012.htm>
4. МАТЕМАТИКА Методические указанияи контрольные задания для студентов технических специальностей заочной формы обучения, [Электронный ресурс]: /2012г.—Режим доступа: http://www.nizrp.narod.ru/met_3.htm

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru>— ЭБС «IPRbooks»
2. <http://www.knigafund.ru>— ЭБС «Книгафонд»

8.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office 2013
3. Mathcad 15

8.5 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом

8.6 Иные сведения и материалы

Не предусмотрено.

9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|--------------------|--|
| Видучебных занятий | Организация деятельности обучающегося* |
|--------------------|--|

| | |
|----------------------|---|
| Видучебных занятий | Организация деятельности обучающегося* |
| Практические занятия | Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др. |
| Подготовка к зачету | При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу и т.д. |

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---------------------------------|--|--|---|
| ОПК-4 | Демонстрирует знание фундаментальных понятий теории вероятностей и математической статистики. Применяет основные вероятностные модели. Использует компьютерные инструменты, методологию и навыки решения научных и практических задач в своей профессиональной деятельности. | 1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание | 1. Перечень вопросов к зачету (31 вопрос) 2. Практические типовые задания (10 задач) |

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|
| | Устное собеседование |
| зачтено | Обучающийся показывает знание основных вероятностных и статистических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях, при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных вероятностных и статистических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности. |
| Не зачтено | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные вероятностные законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. |

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Формулировка вопросов | № темы |
|-------|--|--------|
| 1 | Случайная выборка, выборочное среднее и среднее квадратичное отклонение. | 1 |
| 2 | Выборочные медиана, квантили, размах. | |
| 3 | Понятие о статистической оценке параметра распределения. | |
| 4 | Доверительные интервалы | |
| 5 | Гистограмма. | |
| 6 | Коэффициент корреляции, его свойства. | |
| 7 | Нормальное распределение, основные свойства. | 2 |
| 8 | Распределение Стьюдента. | |
| 9 | Распределение хи-квадрат и Фишера-Снедекора. | |
| 10 | Оценка медианы и квартилей. | |
| 11 | Оценка коэффициента корреляции. | |
| 12 | Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. | |
| 13 | Сравнение средних. | |
| 14 | Сравнение дисперсий. | |
| 15 | Критерий согласия хи-квадрат. | |
| 16 | Линейная модель с одной независимой переменной, постановка задачи. | 3 |
| 17 | Оценка параметров линейной модели. | |
| 18 | Проверка значимости коэффициентов. | |
| 19 | Проверка гипотезы об адекватности модели. | |
| 20 | Анализ остатков. | |
| 21 | Графическое представление результатов. | |
| 22 | Оценка параметров полиномиальной модели. | 4 |
| 23 | Эмпирические уравнения. | 5 |
| 26 | Однофакторный дисперсионный анализ, постановка задачи. | |
| 27 | Проверка гипотезы о влиянии фактора. | |
| 28 | Сравнение дисперсий. | 6 |
| 29 | Двухфакторный дисперсионный анализ с однократными наблюдениями, постановка задачи. | |
| 30 | Двухфакторный дисперсионный анализ с однократными наблюдениями, оценка эффектов. | |
| 31 | Двухфакторный дисперсионный анализ с повторными наблюдениями, оценка взаимодействия. | |

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Задание по теме «Оценка параметров линейной модели»

Дана выборка $(x_i; y_i), i = 1, \dots, n$. Например, при $n=9$.

| | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| y | 1,2 | 1,4 | 2,5 | 3,7 | 4,1 | 5,3 | 5,9 | 7,5 | 8,2 |

Предполагается, что верна модель $y_i = ax_i + b + \varepsilon_i, i = 1, \dots, n$, где параметры a и b неизвестны, а случайные ошибки ε_i удовлетворяют условиям:

1. независимы; 2. нормально распределены; 3. $M(\varepsilon_i) = 0, D(\varepsilon_i) = \sigma^2$

Метод наименьших квадратов дает следующие оценки параметров a и b

$$\tilde{a} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \quad \tilde{b} = \bar{y} - \tilde{a} \cdot \bar{x}, \quad \text{где } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Порядок действий

Вычислить

1) \tilde{a} и \tilde{b}

2) остатки $e_i = y_i - (\tilde{a}x_i + \tilde{b})$

3) оценку среднего квадратичного отклонения случайной ошибки ϵ_i

$$s_0 = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n e_i^2}$$

4) оценку среднего квадратичного отклонения коэффициента \tilde{a}

$$s_a = \frac{s_0}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

5) оценку среднего квадратичного отклонения величины $\tilde{y}(x) = \tilde{a}x + \tilde{b}$, т.е. ошибки прогноза, как функции от x .

$$s_1(x) = s_0 \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

6) 95%-е доверительные интервалы для a и $y = ax + b$

$\tilde{a} - t s_a < a < \tilde{a} + t s_a$, $t = 0,975$ – квантиль t-распределения с $(n-2)$ степенями свободы

$y_i < y < y_{\hat{a}}$, $y_i = \tilde{y}(x) - t s_1(x)$, $y_{\hat{a}} = \tilde{y}(x) + t s_1(x)$

Посмотреть графики

1) остатков e_i как функций от x_i

2) функций $\tilde{y}(x)$, $y_i(x)$, $y_{\hat{a}}(x)$ - три графика в одной системе координат

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться справочными таблицами;
- Время на подготовку ответа 45 минут.