

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.06 Математические методы в химической технологии

Учебный план: ФГОСЗ++m180401. 2-1_26-12.plx

Кафедра: 4 Высшей математики

Направление подготовки:
(специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Химическая технология высокомолекулярных соединений

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная Прак. занятия	Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
1	УП	34	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	34	37,75	0,25	2	
Итого	УП	34	37,75	0,25	2	
	РПД	34	37,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910

Составитель (и):

Кандидат физико-математических наук, заведующий
кафедрой

Иванов Б.Ф.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой высшей математики

Иванов Б.Ф.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Демьянцева Е.Ю.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области теории вероятностей математической статистики.

1.2 Задачи дисциплины:

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

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты
Знать: - основные принципы математического моделирования и способы решения основных математических задач.
Уметь: - применять методы численного моделирования для решения различных задач
Владеть: - практическими навыками математической обработки данных, полученных в ходе научно-исследовательской работы

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа	СР (часы)	Форма текущего контроля
		Пр. (часы)		
Раздел 1. Проверка статистических гипотез	1			О
Тема 1. Случайная выборка, ее характеристики Выборочные характеристики: среднее, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, размах, гистограмма. Предельное поведение при		5,5	8	
Тема 2. Основные распределения, используемые в статистике Основные распределения, используемые в статистике: нормальное, Стьюдента, хи-квадрат, Фишера-Снедекора. Квантили, квартили, процентные точки. Практика на Excel. Сравнение средних, сравнение дисперсий. Проверка гипотезы нормальности с помощью критерия согласия хи-квадрат.		5,5	8	
Раздел 2. Оценка параметров линейной модели				О
Тема 3. Простейшая линейная модель Оценка параметров методом наименьших квадратов, проверка значимости коэффициентов и адекватности модели. Графическое представление результатов. Анализ остатков. Применимость метода наименьших квадратов при нарушении исходных предположений: независимость испытаний, нормальность, постоянство дисперсии		5,5	8	
Тема 4. Более сложные модели Оценка параметров полиномиальной модели. Преобразование нелинейной модели к линейной. Эмпирические уравнения.		5,5	7	
Раздел 3. Дисперсионный анализ				О
Тема 5. Однофакторный анализ Модель с несколькими наблюдениями на каждом уровне фактора. Применимость метода при нарушении исходных предположений: независимость испытаний, нормальность, постоянство дисперсии		6	3	

Тема 6. Двухфакторный анализ Модель с двумя факторами, с повторными наблюдениями на каждом уровне. Вычисление эффектов и взаимодействий. Основные гипотезы, проверяемые в дисперсионном анализе.		6	3,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	37,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		34,25	37,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-2	Обладает знаниями основных принципов математического моделирования и способы решения основных математических задач. Применяет методы численного моделирования для решения различных задач Обладает практическими навыками математической обработки данных, полученных в ходе научно-исследовательской работы

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает глубокое знание основных понятий и теорем, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную литературу; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных теорем и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ.
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.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Коэффициент корреляции, его свойства.
2	Гистограмма.
3	Доверительные интервалы
4	Понятие о статистической оценке параметра распределения.

5	Случайная выборка, выборочное среднее и среднее квадратичное отклонение.
6	Критерий согласия хи-квадрат.
7	Сравнение дисперсий.
8	Сравнение средних.
9	Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода.
10	Оценка коэффициента корреляции.
11	Оценка медианы и квартилей.
12	Распределение хи-квадрат и Фишера-Снедекора.
13	Распределение Стьюдента
14	Нормальное распределение, основные свойства.
15	Графическое представление результатов
16	Анализ остатков.
17	Проверка гипотезы об адекватности модели.
18	Проверка значимости коэффициентов.
19	Оценка параметров линейной модели
20	Линейная модель с одной независимой переменной, постановка задачи.
21	Эмпирические уравнения.
22	Оценка параметров полиномиальной модели.
23	Сравнение дисперсий.
24	Проверка гипотезы о влиянии фактора.
25	Однофакторный дисперсионный анализ, постановка задачи.
26	Двухфакторный дисперсионный анализ с повторными наблюдениями, оценка взаимодействия.
27	Двухфакторный дисперсионный анализ с однократными наблюдениями, оценка эффектов.
28	Двухфакторный дисперсионный анализ с однократными наблюдениями, постановка задачи.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в приложении к данной РПД.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами;
Время на подготовку ответа по билету 30 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
М.Э. Юдовин [и др.]	Дополнительные главы теории вероятностей и математической статистики. Дисперсионный анализ [Текст]: методические указания и индивидуальные задания для магистрантов всех направлений	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/2018_09_30_01.pdf

7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Огнева, Э. Н.	Математические исследования	методы	Кемерово: Кемеровский государственный институт культуры	2012 http://www.iprbookshop.ru/22021.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
 MicrosoftOfficeProfessional 2013
 PTC Mathcad 15

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

рабочей программы дисциплины Математические методы в химической технологии
наименование дисциплины

по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология

наименование ОП (профиля): Химическая технология высокомолекулярных соединений

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)																				
Семестр 1																					
1	Дана выборка $(x_i; y_i), i = 1, \dots, n$. Например, при $n=9$. <table><tr><td>x</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr><tr><td>y</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>2,5</td><td>3,7</td><td>4,1</td><td>5,3</td><td>5,9</td><td>7,5</td><td>8,2</td></tr></table> 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 $\tilde{a} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \quad \tilde{b} = \bar{y} - \tilde{a} \cdot \bar{x}, \quad \text{где } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ <u>Вычислить</u> 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 $\tilde{a}$ $s_a = \frac{s_0}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$	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
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												

- 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 $y = ax + b$

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

$$y_i < y < y_{\hat{a}}, \quad y_i = \tilde{y}(x) - ts_1(x), \quad y_{\hat{a}} = \tilde{y}(x) + ts_1(x)$$

Построить 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