

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович  
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности  
Дата подписания: 2024.04.24  
Уникальный программный ключ:  
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e999d10b4043b1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

24 апреля 2024 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## Методика научного исследования

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия функциональных материалов

Для студентов 3 курса

Составитель: к.х.н., доцент Темникова С.А.

Тверь, 2024

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является ознакомление студентов с особенностями постановки и проведения научного исследования, выявление общих принципов и структуры эксперимента, формирование у студентов представления о химии как стройной, логичной и интеллектуально мощной области деятельности.

Основные *задачи* курса заключаются в формировании способности к обобщению и анализу на основе общей культуры мышления, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения; способности применять основные законы химической науки в профессиональной деятельности, применять аналитические методы для решения прикладных задач; способности работать с традиционными носителями информации, связать теоретические знания с практическими вопросами и проблемами, возникающими при осуществлении химико-технологических экспериментов.

В процессе изучения дисциплины студенты должны получить сведения о методологии и планировании проведения эксперимента, с содержанием и возможностями наиболее часто используемых методов химического эксперимента.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина входит в Часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Для успешного освоения дисциплины студенты должны иметь начальную подготовку в области неорганической химии, аналитической химии, органической химии, физической химии, информатики.

### **3. Объем дисциплины:**

3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции - 17 часов, практические занятия - 17 часа;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы - 20 часов;

**самостоятельная работа:** 27 часов, контроль – 27 часов.

**4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<p>УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**

экзамен в 5-м семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

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

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе контроль (час.)
		Лекции	Практические занятия	Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	

<p>Методология математического моделирования.</p> <p>Изучаемые вопросы:</p> <p>Концепция последовательного усложнения разрабатываемой модели. Особенности выявления существенных факторов сложного процесса. Выявление факторов, оказывающих влияние на функцию отклика с помощью метода ранговой корреляции.</p> <p>Применение дисперсионного анализа для выявления факторов, оказывающих влияние на функцию отклика проводимого эксперимента</p> <p>Методы насыщенных и сверхнасыщенных планов для выявления доминирующих факторов.</p> <p>Вопросы для самостоятельного изучения:</p> <p>Особенности выявления существенных факторов сложного процесса</p>	4	4	-	-	-
<p>Экспериментальный анализ случайной величины. Проверка статистических гипотез.</p>		-	1	-	-
<p>Метод ранговой корреляции.</p>		-	-	2	4
<p>Однофакторный дисперсионный анализ.</p>		-	2	-	5
<p>Двухфакторный и трехфакторный дисперсионный анализ.</p>		-	2		5

<p>Активный эксперимент.  Планирование, проведение, анализ  Исучаемые вопросы:  Полный факторный эксперимент.  Дробный факторный эксперимент.  Центральные композиционные планы.  Вопросы для самостоятельного изучения:  Автоматизация обработки результатов.</p>		4	-	2	-
<p>Автоматизация обработки результатов активного эксперимента.</p>		-	2	2	5
<p>Полный факторный эксперимент.</p>		-	2	2	5
<p>Дробный факторный эксперимент.</p>		-	2	2	5
<p>Центральный композиционный рототабельный план.</p>		6	-	2	-
<p>Пассивный эксперимент.  Планирование, проведение, анализ.  Исучаемые вопросы:  Проведение пассивного эксперимента в производственных условиях и информативность его результатов.  Факторный анализ.  Метод главных компонентов.  Временные ряды.  Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента методами регрессионного анализа.  Вопросы для самостоятельного изучения: Возникновение погрешностей. Автоматизация эксперимента.</p>	24	-	2	2	5
<p>Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента.</p>		-	2	2	5

Метод регрессионного анализа.		3	-	-	-
Оптимизация исследуемых процессов Изучаемые вопросы: Метод Гаусса-Зайделя. Градиентные методы. Метод крутого восхождения. Симплексный метод. Вопросы для самостоятельного изучения: Оптимизация при многоэкстремальной поверхности отклика. Обобщенный параметр оптимизации.		3	-	2	5
Планирование экстремальных поисковых экспериментов.		-	-	1	5
Метод крутого восхождения.		-	-	1	5
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>54</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Методология математического моделирования.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
2. Экспериментальный анализ случайной величины. Проверка статистических гипотез.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• семинар</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
3. Метод ранговой корреляции.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>
4. Однофакторный дисперсионный анализ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• семинар</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>
5. Двухфакторный и трехфакторный дисперсионный анализ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> </ul>
6. Активный эксперимент. Планирование, проведение, анализ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
7. Автоматизация обработки результатов активного эксперимента.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>

8. Полный факторный эксперимент.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• семинар</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
9. Дробный факторный эксперимент.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• семинар</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
10. Центральный композиционный рототабельный план.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> </ul>
11. Пассивный эксперимент. Планирование, проведение, анализ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• семинар</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
12. Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• семинар</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (решение упражнений),</li> <li>• цифровые (показ презентаций)</li> </ul>
13. Метод регрессионного анализа.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>

14. Оптимизация исследуемых процессов Метод Гаусса-Зайделя. Градиентные методы. Метод крутого восхождения. Симплексный метод.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>
15. Планирование экстремальных поисковых экспериментов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>
16. Метод крутого восхождения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технология исследовательской деятельности</li> </ul>

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

**4 семестр**  
**РАССЧЕТ БАЛЛОВ В 4 СЕМЕСТРЕ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**  
**1 модуль**

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	УК-1.4	Работа на занятиях	<b>8 баллов</b>
2	УК-1.5	Тестирование №1	<b>5 баллов</b>
		Тестирование №2	<b>5 баллов</b>
3		Контрольная работа №1	<b>6 баллов</b>
4		Рубежный контроль. Тестирование.	<b>6 баллов</b>
		<b>Итого за 1 модуль</b>	<b>30 баллов</b>

## 2 модуль

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	УК-1.4	Работа на занятиях	<b>8 баллов</b>
2	УК-1.5	Тестирование №3	<b>5 баллов</b>
		Тестирование №4	<b>5 баллов</b>
3		Контрольная работа №2	<b>6 баллов</b>
4		Рубежный контроль. Тестирование.	<b>6 баллов</b>
		<b>Итого за 2 модуль</b>	<b>30 баллов</b>
		<b>Итого за семестр</b>	<b>60 баллов</b>
		<b>Экзамен</b>	<b>40 баллов</b>
		<b>Итого</b>	<b>100 баллов</b>

### Текущий контроль успеваемости

Примеры контрольных заданий по темам

Тест для проверки знаний по модулю 1

#### «Методология математического моделирования»

1. Для проверки гипотезы о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины, имеющей гауссовский закон распределения, используется:

- а) критерий Стьюдента;
- б) критерий Фишера;
- в) критерий Кохрена;
- г) критерий Пирсона.

2. При гауссовском законе распределения случайной величины для проверки гипотезы о равенстве двух дисперсий одной и той же случайной величины, в качестве критерия значимости используется:

- а) критерий Стьюдента;
- б) критерий Фишера;
- в) критерий Кохрена;
- г) критерий Пирсона.

3. Для проверки однородности дисперсии полученных экспериментальных значений используют:

- а) критерий Стьюдента;
- б) критерий Фишера;
- в) критерий Кохрена;
- г) критерий Пирсона.

4. Соответствие экспериментального распределения случайной величины предполагаемому теоретическому закону распределения оценивается с помощью:

- а) критерий Стьюдента;
- б) критерий Фишера;

в) критерий Кохрена;

г) критерий Пирсона.

5. Из множества факторов, влияющих на рассеяние выходной величины  $Y$ , выбирается один, который, по мнению исследователя, имеет наибольшее влияние на это рассеяние. Чтобы выявить эффект исследуемого фактора, его делят на несколько четко разделимых уровней, а остальные факторы рандомизируют. Это-

а) однофакторный дисперсионный анализ;

б) двухфакторный дисперсионный анализ;

в) трехфакторный дисперсионный анализ.

6. Если  $F_{расч} < F_{кр}$ , то делается вывод о том, что:

а) результаты эксперимента не противоречат гипотезе об отсутствии эффекта уровней исследуемого фактора;

б) исследуемый фактор вносит существенный эффект в разброс выходной величины  $Y$ .

7. Построение плана эксперимента по типу латинского квадрата -

а) однофакторный дисперсионный анализ;

б) двухфакторный дисперсионный анализ;

в) трехфакторный дисперсионный анализ.

8. Метод выявления наиболее существенных факторов исследуемого процесса, основанный на опросе специалистов, работающих в этой области:

а) метод ранговой корреляции; б) дисперсионный анализ; в) методы насыщенных и сверх насыщенных планов.

9. Для проверки согласованности мнений специалистов вычисляют а) коэффициент конкордации; б) критерий Стьюдента; в) коэффициент Фишера.

10. Для первоначального построения «грубой модели» исследуемого процесса, отбросив на первом этапе факторы, оказывающее незначительное влияние, используют:

а) метод ранговой корреляции; б) дисперсионный анализ; в) методы насыщенных и сверх насыщенных планов.

11. Напишите формулы для определения:

а) математического ожидания

б) дисперсии

в) среднего квадратического отклонения

12. Что такое статистическая гипотеза и на основании чего ее можно принять или отвергнуть?

13. Каковы условия применения метода случайного баланса и почему они не мешают широкому использованию этого метода при исследовании технологических процессов

14. Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс?

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **1) Рекомендуемая литература**

#### **А. Основная литература**

1. Блинов Л. Н. Химия. – М.: Лань", 2016. – Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73179](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73179)

2. Математическая статистика: Учебное пособие / Хуснутдинов Рашид Шайхеевич. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 205 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=445667>

#### **Б. Дополнительная**

1. Пучков Н. П. Математическая статистика. Применение в профессиональной деятельности. - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 81 с. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277931>

<https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/70/Моделир%20ТЭХП/lekcii-po-modelirovaniyu.pdf>

### **2) Программное обеспечение**

а) Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Office профессиональный плюс 2013
- Microsoft Windows 10 Enterprise
- HyperChem

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

- Google Chrome

### **3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

#### **4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)
2. Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)
3. Математическое моделирование химико-технологических процессов  
[http://portal.tpu.ru/SHARED/u/USHEVA/Ucheba/Tab1/UP\\_MMHTP.pdf](http://portal.tpu.ru/SHARED/u/USHEVA/Ucheba/Tab1/UP_MMHTP.pdf)
4. Методы оптимизации химико-технологических процессов  
[https://knastu.ru/media/files/page\\_files/page\\_421/posobiya\\_2014/\\_Grinfeld%2C\\_Moiseyev\\_Metody\\_optimizatsii\\_eksperimenta\\_v\\_khimicheskoy\\_tekhnologii.pdf](https://knastu.ru/media/files/page_files/page_421/posobiya_2014/_Grinfeld%2C_Moiseyev_Metody_optimizatsii_eksperimenta_v_khimicheskoy_tekhnologii.pdf)
5. Лекции по моделированию.

#### **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

##### Примеры контрольных вопросов

##### Контрольная работа для проверки знаний по модулю «Активный эксперимент»

1. Что такое активный эксперимент?
2. Что называется полным факторным экспериментом?
3. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?
4. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.
5. Как составляется матрица планирования ПФЭ?
6. Как выбрать центр плана эксперимента?
7. Чем определяется величина интервала варьирования фактора?
8. Почему необходимо проведение параллельных опытов и их рандомизация?
9. Как зависит число уровней варьируемых факторов от порядка имитационной модели, представленной в виде полинома?
10. В чем заключается смысл разработки математической модели по принципу «от простого - к сложному»?
11. Каков порядок статистической обработки и анализа результатов эксперимента?
12. При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае?
13. Как проверить значимость оценок коэффициентов регрессии?

14. Поясните различие применения критерия Стьюдента для оценки выборочных средних значений случайной величины и оценки значимости коэффициента полинома.
15. При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить?
16. Как проверить адекватность математической модели?
17. При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае?
18. Что называется дробным факторным экспериментом?
19. В каких случаях возможно планирование ДФЭ?
20. Как можно оценить разрешающую способность матрицы ДФЭ?
21. Что такое генерирующее соотношение и как оно выбирается?
22. Что такое определяющий контраст и как с его помощью составляется система совместных оценок?
23. Указать преимущества факторного планирования эксперимента перед другими способами проведения активного эксперимента и пассивным экспериментом?
24. Когда и для чего используется ЦКП и в чем его отличие от планирования ПФЭ и ДФЭ?
25. Что является критерием оптимальности плана при ЦКОП и ЦКРП?
26. Как достигается ортогональность матрицы планирования при ЦКОП?
27. Почему при рототабельном планировании можно не проводить параллельных опытов?
28. В чем преимущество рототабельного планирования перед ортогональным и как оно достигается?
29. Каков порядок обработки результатов ЦКОП?
30. Каков порядок обработки результатов ЦКРП?

Контрольная работа для проверки знаний  
по модулю 3 «Пассивный эксперимент»

1. Назовите основные отличия активного и пассивного экспериментов, их преимущества и недостатки.
2. Назначение и порядок проведения регрессионного анализа
3. Назначение и порядок проведения факторного анализа
4. Назначение и порядок проведения метода главных компонент
5. Какой метод ориентирован на корреляционную связь исследуемых параметров процесса?
6. Какой метод ориентирован на дисперсию?
7. Каков порядок проведения пассивного эксперимента в производственных условиях?
8. Виды производственных погрешностей.
9. Причины возникновения погрешностей при производстве ЭС
10. Как определяется систематическая погрешность?
11. Как определить случайную составляющую погрешности?

Контрольная работа для проверки знаний  
по модулю 4 «Методы оптимизации»

1. Как формулируется задача оптимизации?
2. В чем заключается основная идея и процедура обычного градиентного метода?
3. В чем заключается основная идея и процедура метода Кифера-Вольфовица?
4. В чем заключается основная идея и процедура симплексного метода?
5. В чем заключается основная идея и процедура метода крутого восхождения (Бокса-Уилсона)?
6. В чем состоит роль мысленных опытов и как они проводятся?
7. Как выполняется статистический анализ результатов в методе крутого восхождения?
8. Как выполняется оптимизация при многоэкстремальной поверхности отклика?
9. Что служит критерием для выбора начальной точки исследования?
10. Что служит критерием для выбора интервала варьирования для каждого фактора?

Вопросы для подготовки к экзамену

1. В чем суть планирования эксперимента.
2. Различие научного и промышленного эксперимента.
3. Основные виды задач, решаемых в планировании эксперимента.
4. Понятие плана эксперимента, матрицы планирования, спектра плана.
5. Этапы планирования эксперимента.
6. Основные концепции современного подхода к организации эксперимента.
7. Понятие фактора. Требования к факторам.
8. Отклик системы, параметр оптимизации.
9. Чем отличаются пассивные и активные эксперименты.
10. Чем характеризуется объект исследования? Дайте определение факторному пространству.
11. Что образует план эксперимента?
12. Что называется спектром плана?
13. Что такое регрессионные полиномы и где они применяются;
14. Перечислите условия необходимые для определения коэффициентов регрессии;
15. Процедура определения локальной области факторного пространства.
16. Что называется полным факторным экспериментом?
17. Приемы построения матрицы планирования ПФЭ.
18. Свойства матрицы планирования ПФЭ.
19. Зачем в матрицу планирования вводят  $x_0$ ?

20. Смешанные оценки в ПФЭ.
21. Оценка эффектов взаимодействия в ПФЭ.
22. Дробный факторный эксперимент и принцип насыщения.
23. Опишите план нахождения построчной дисперсии выходной величины.
24. Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрена и как он находится.
25. Что такое критерий Стьюдента и где он используется.
26. Для чего оценивают, насколько отличаются средние значения  $u$ ; выходной величины, полученной в точках факторного пространства, и значения  $u$  полученного из уравнения регрессии в тех же точках факторного пространства. Чем определяется F-критерий Фишера и как его применяют.
27. Чем обеспечивается ортогональность столбцов матрицы F численных значений базисных функций.
28. Определение ОЦКП. Каким образом для ОЦКП выбирается числовое значение  $a$  (звездного плеча).
29. Объясните, почему точность оценки коэффициентов регрессии для ОЦКП для разных групп неодинакова.
30. Условие наличия свойства ротатабельности у ЦКП второго порядка.
31. В чем отличие РЦКП от ОЦКП.
32. Являются ли оценки коэффициентов для РЦКП независимыми.
33. Что такое симплекс, какой симплекс называется регулярным.
34. Опишите алгоритм перемещения симплекса.
35. Способы задания симплекса.
36. Основная задача, решаемая симплекс планированием

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Задания	Шкала оценивания
I. Для проверки гипотезы о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины, имеющей гауссовский закон распределения, используется: А. критерий Стьюдента; Б. критерий Фишера; В. критерий Кохрена; Г. критерий Пирсона. II. Напишите формулы для определения: А. математического ожидания; Б. дисперсии; В. среднего квадратического отклонения.	Тестовые задания с выбором одного правильного ответа. Три правильных ответа – 3 балла, два правильных ответа – 2 балла, один правильный ответ – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
1. Что такое активный эксперимент? 2. Что называется полным дробным экспериментом?	Ответ полный и подробный с примерами – 5 баллов. Ответ без примеров – 4 балла.

<p>3. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?</p> <p>4. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.</p> <p>5. Как составляется матрица планирования ПФЭ?</p> <p>6. Как выбрать центр плана эксперимента?</p> <p>7. Чем определяется величина интервала варьирования фактора?</p>	<p>Ответ неполный, без примеров – 3 балла.</p>
<p>I. Что необходимо выполнить для построения эмпирической модели при экспериментальном исследовании:</p> <p>А. выполнить физическое моделирование исследуемого процесса;</p> <p>Б. провести эксперименты или наблюдения для сбора статистических данных, выбор одной определенной модели из множества возможных, вычисление коэффициентов этой модели и оценку полученных результатов;</p> <p>В. провести эксперименты или наблюдения для сбора статистических данных и рассчитать погрешность измерения.</p> <p>II. Что является основной целью проведения современного эксперимента:</p> <p>А. разработка математической модели, адекватно описывающей исследуемый процесс и позволяющей управлять этим процессом;</p> <p>Б. сбор статистических данных об исследуемом процессе;</p> <p>В. наблюдение за исследуемым процессом.</p> <p>III. Что лежит в основе метода наименьших квадратов, который разработан К. Гауссом и А. Лежандром для установления зависимости двух величин (на примере линейной модели):</p> <p>А. критерий минимизации суммы квадратов ошибок;</p> <p>Б. полином первого порядка;</p> <p>В. полином третьего порядка.</p>	<p>Тестовые задания с выбором одного правильного ответа. Имеется полное верное решение, включающее четыре правильных ответа – 4 балла; три правильных ответа – 3 балла, два правильных ответа – 1 балл, допущено три ошибки – 0 баллов.</p> <p>1 балл – «3» 3 балла – «4» 4 балла – «5»</p>

Задания	Шкала оценивания
<p>Требуется определить влияние содержания хрома и марганца на твердость стальной втулки при прочих равных условиях. Для этого необходимо спланировать многофакторный эксперимент.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определите объект исследований.</li> <li>2. Определите управляемые факторы и по возможности их пределы и уровни варьирования. Чем ограничены пределы варьирования.</li> <li>3. Определите, что будет являться критерием оптимизации (параметром состояния).</li> <li>4. Определите возможные возмущающие воздействия.</li> <li>5. Постройте информационную модель в виде «черного ящика».</li> <li>6. Выберите предполагаемую зависимость (линейная, квадратичная и т.д.) и полином для построения модели.</li> <li>7. Составьте матрицу планирования эксперимента.</li> <li>8. Поясните, как провести эксперимент и обработать экспериментальные данные.</li> <li>9. Ответьте, какие результаты после проведения эксперимента и математической обработки полученных данных вы можете получить.</li> </ol>	<p>Полный ответ на 8-9 вопросов – 9 баллов, ответ на 5-7 вопросов – 7 баллов, ответ на 6-4 вопроса – 5 баллов.</p> <p>5 баллов – «3» 7 баллов – «4» 9 баллов – «5»</p>
<p>Тестовые задания с выбором одного правильного ответа.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. План, содержащий часть комбинаций полного факторного плана, – это: <ol style="list-style-type: none"> <li>А. план эксперимента второго порядка;</li> <li>Б. план эксперимента первого порядка;</li> <li>В. дробный факторный план;</li> <li>Г. композиционный план.</li> </ol> </li> </ol>	<p>Три тестовых задания с выбором одного правильного ответа. Три правильных ответа – 3 балла, два правильных ответа – 2 балла, один правильный ответ – 1 балл.</p> <p>1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>

<p>2. Точка плана, соответствующая нулям нормализованной (безразмерной) шкалы по всем факторам, – это:</p> <p>А. звездная точка плана;  Б. центральная точка плана;  В. звездное плечо;  Г. функция отклика.</p> <p>3. При планировании ПФЭ каждый из факторов варьирует:</p> <p>А. на трех уровнях;  Б. на четырёх уровнях;  В. на пяти уровнях;  Г. на двух уровнях.</p>	
<p>Выполнить следующую последовательность операций, соответствующую реализации метода полного факторного эксперимента (ПФЭ).</p> <p>1. Спланировать факторный эксперимент с <math>N=8</math> вариантами и <math>n=3</math> откликами системы.</p> <p>2. Найти значения коэффициентов регрессии вида</p> $y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3.$ <p>3. Определить погрешность найденных коэффициентов регрессии;</p> <p>4. Рассчитать дисперсию среднего значения отклика <math>s^2(y)</math>.</p> <p>5. С учетом числа степеней свободы, коэффициента Стьюдента <math>t</math> и достоверности <math>\alpha</math> (доверительной вероятности) найти доверительный интервал.</p> <p>6. Проверить значимость коэффициентов регрессии.</p> <p>7. Записать окончательный вид уравнения без учета незначимых коэффициентов.</p>	<p>Полный ответ на все вопросы – 7 баллов, ответ на 4-6 вопросов – 4 балла, ответ на 2-3 вопроса – 3 балла.</p> <p>2-3 балла – «3»  4-6 баллов – «4»  7 баллов – «5»</p>

## **VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В ходе изучения дисциплины используется приборная база для проведения экспериментальных, которой располагают лаборатории кафедры органической химии химико-технологического факультета.

## **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета