

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УР  
 Н.И. Никифорова  
« 3 »  2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

Б1.О.09 «Основы научных исследований, организация и планирование

(наименование дисциплины (модуля)

эксперимента»

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Химическое машино- и аппаратостроение

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

магистр

квалификация

очно-заочная

форма обучения

Нижекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:  
доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. доц. МАХП НХТИ  
\_\_\_\_\_  
Ф.И.О., должность, организация, подпись



### Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа
УК-1.2	Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.3	Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования
ОПК-1.1	Знает основные научные направления развития науки и техники в области химического машино- и аппаратостроения.
ОПК-1.2	Умеет анализировать состояние научно-технической проблемы в области химического машино- и аппаратостроения и на этой основе определить цель исследования, методы и средства ее реализации
ОПК-1.3	Владеет приёмами прогнозирования тенденций развития химического машино- и аппаратостроения
ОПК-12	Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ОПК-12.1	Знает теоретические основы и методику разработки способов исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ОПК-12.2	Умеет разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
ОПК-12.3	Владеет навыками разработки способов исследования технологических машин и оборудования, а также приемами оценивания и представления результатов выполненной работы

Индекс Компетенции	Этапы формирования компетенции (указать все темы из РПД)			Наименование оценочного средства
	Лекции	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
УК-1.1	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
УК-1.2	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
УК-1.3	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-1.1	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-1.2	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-1.3	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-12.1	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
ОПК-12.2	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен

ОПК-12.3	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Тема 1, Тема 2, Тема-3, Тема-4, Тема-5, Тема-6, Тема-7	Не предусмотрены	Конспект лекций, отчет по лабораторной работе, экзамен
----------	--	--	------------------	---

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

Название	Кол-во	Диапазон оценок мин – макс.
Лекции	3	9 - 16
Лабораторные работы	3	7 - 14
Рефераты	1	10 - 16
Практические работы	3	10 - 14
Экзамен	1	24 - 40

### Краткая характеристика оценочных средства

№ п/п	Наименование оценочн. средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2	Расчетно- графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
3	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

## Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»

Факультет Механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»  
(код и наименование)

Профиль/программа: Химическое машино- и аппаратостроение  
(наименование)

для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

### **Лабораторная работа №1.**

#### **Нормальный закон распределения**

(тема лабораторной работы)

Лабораторная работа включает многократное измерение температуры теплоносителя с целью построения гистограммы ее распределения в соответствие с интервальным методом, построение кумулятивной кривой, вычисление оценки математического ожидания и дисперсии.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

## **Лабораторная работа №2. Измерения и расчеты оценок экспериментальных величин** (тема лабораторной работы)

### **величин**

Лабораторная работа включает ряд измерений физических величин – параметров технологического процесса с помощью лабораторного стенда с целью вычисления выборочных характеристик, определения дисперсии воспроизводимости, критерия исключения грубой ошибки, выявления корреляции между параметрами процесса.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

## **Лабораторная работа №3.**

### **Статистическая обработка результатов эксперимента**

(тема лабораторной работы)

Лабораторная работа включает ряд измерений физических величин – параметров технологического процесса с помощью лабораторного стенда с целью решения задач проверки статистических гипотез в научном эксперименте – сравнение выборочных средних между собой и с генеральным значением с использованием критерия Стьюдента, сравнение выборочных дисперсий с помощью критериев хи-квадрат, Фишера, Кохрена и Бартлета.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

## **Лабораторная работа №4. Построение моделей процесса на основе эксперимента**

(тема лабораторной работы)

Лабораторная работа включает изучение различных способов построения регрессионных моделей зависимости функции отклика от одного или нескольких факторов заданного технологического процесса. Работа выполняется для случаев совпадения числа измерений и числа факторов, когда матрица плана квадратная, случаев, когда число опытов превышает число факторов, случаев, требующих построения линейной и нелинейной модели.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;

- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

#### **Лабораторная работа №5. Разработка регрессионной модели**

*(тема лабораторной работы)*

Лабораторная работа предполагает ряд измерений физических величин – параметров технологического процесса с помощью лабораторного стенда с целью решения задачи регрессионного анализа, включающего построение регрессионной модели, проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии на основе критерия Стьюдента, оценки адекватности уравнения с помощью критерия Фишера.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

#### **Лабораторная работа №6. Построение планов полного и дробного факторного**

*(тема лабораторной работы)*

##### **эксперимента**

Лабораторная работа проводится с целью изучения технологии построения многофакторных двухуровневых планов ПФЭ и ДФЭ с последующим экспериментом и разработкой регрессионной модели.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

#### **Лабораторная работа №7. Градиентный метод оптимизации в эксперименте**

*(тема лабораторной работы)*

Лабораторная работа включает изучение метода крутого восхождения по поверхности отклика путем самостоятельного планирования научного эксперимента, его проведения с помощью лабораторного стенда, регрессионного анализа, планирования и реализации эксперимента, сопровождающегося

движением в факторном пространстве по направлению градиента функции отклика.

- 1) приводятся и поясняются теоретические аспекты, раскрывающие суть лабораторной работы;
- 2) дается пример, решения задачи, аналогичной задаче, поставленной в лабораторной работе;
- 3) приводятся методические указания для выполнения лабораторной работы;
- 4) предлагается примерная структура отчета по лабораторной работе;
- 5) приводятся контрольные вопросы к защите отчета по работе.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»  
(код и наименование)

Профиль/программа: Химическое машино- и аппаратостроение  
(наименование)

**Перечень вопросов для экзамена**  
по дисциплине Б1.О.09 «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента»  
(наименование дисциплины)

**Тема 3. Понятие планирования эксперимента. Классификация и критерии оптимальности плана.**

1. Что представляет собой генеральная совокупность?
2. Что называется выборкой из генеральной совокупности?
3. Какая оценка является состоятельной? (свойство состоятельности)
4. Какая оценка называется несмещенной? (свойство несмещенности)
5. Что называется относительной частотой выпадения случайной величины?
6. Что называется дисперсией выборки?
7. Что называется числом степеней свободы?
8. Что называется среднеквадратичным отклонением?
9. Что называется генеральной дисперсией?
10. Что называется средним выборки?
11. Что называется корреляцией?
12. Что показывает коэффициент корреляции?
13. В каких пределах изменяется коэффициент корреляции?
14. Что представляют собой гипотезы в статистике?
15. К чему приводит увеличение вероятности ошибки первого рода?
16. К чему приводит увеличение вероятности возникновения ошибки второго рода?

17. Что представляет собой критическое значение критерия проверки?
18. Что называется случайной ошибкой?
19. Что называется систематической ошибкой?
20. Что называется грубой ошибкой (промахом)?
21. Что называется непрерывной случайной величиной?
22. Что называется дискретной случайной величиной?
23. Что называется полигоном?
24. Что называется гистограммой?
25. Что называется мат.ожиданием случайной величины?
26. С какой целью проводится проверка средних?
27. Как проводится проверка одного среднего?
28. Как проводится проверка двух средних?
29. С какой целью проводится проверка дисперсий?
30. Как проводится проверка одной дисперсии?
31. Как проводится проверка двух дисперсий?
32. Как проводится проверка нескольких дисперсий, если число опытов во всех выборках одинаково?
33. Как проводится проверка нескольких дисперсий, если число опытов во всех выборках разное?
34. По какому закону распределяется среднее выборки, если сама случайная величина распределена по нормальному закону?
35. По какому закону распределяется дисперсия выборки, если сама случайная величина распределена по нормальному закону?
36. По какому закону распределяется ошибка эксперимента?
37. Что называется положительной корреляцией?
38. Что называется отрицательной корреляцией?
39. Что представляет собой уравнение регрессии?
40. Что называется линейной регрессией?
41. Что называется аппроксимацией?
42. Какой метод применяется для аппроксимации функции?
43. Какую аппроксимацию допускается применять при тарировке первичных измерительных приборов (термопар, тензорезисторов, термометров сопротивления и т.д.)?
44. В чем суть метода наименьших квадратов (МНК)?
45. В чем суть метода наименьших модулей?
46. Что называется парной корреляцией?
47. Что называется регрессионным анализом?
48. По какому критерию оценивается значимость коэффициентов уравнения регрессии?
49. Что необходимо предпринять, если некоторые коэффициенты уравнения регрессии незначимы?
50. Что называется корреляционным анализом?
51. Как проверяется адекватность полученного уравнения регрессии?

52. Что необходимо предпринять, если полученное уравнение регрессии не адекватно проводимому эксперименту?
53. Когда применяется множественный регрессионный анализ?
54. Что называется матрицей плана эксперимента (или просто планом)?
55. Что называется вектором результатов измерений?
56. Что называется экстремальным экспериментом?
57. В чем смысл кибернетической модели черного ящика?
58. Что называется фактором?
59. Что называется параметром оптимизации?
60. Что называется уровнем фактора?
61. Как вычислить число возможных опытов?
62. Что называется двухуровневым экспериментом?
63. Какие требования предъявляются к факторам?
64. Что называется нижним уровнем фактора?
65. Что называется верхним уровнем фактора?
66. Что называется основным уровнем фактора?
67. Что называется интервалом варьирования фактора?
68. Что называется кодированным значением фактора?
69. Что называется натуральным значением фактора?
70. Что называется полным факторным экспериментом?
71. Что называется дробным факторным экспериментом?
72. Почему возможно при планировании применять методику дробного факторного эксперимента?
73. Что называется генерирующим соотношением при проведении дробного факторного эксперимента?
74. Каков порядок проведения эксперимента?
75. В чем суть метода крутого восхождения по поверхности отклика?
76. Почему при проведении эксперимента желательно применения метода крутого восхождения по поверхности отклика?
77. Как используется уравнение регрессии при реализации метода крутого восхождения по поверхности отклика?
78. Какое основное применение имеет уравнение регрессии?
79. Каков порядок реализации метода крутого восхождения по поверхности отклика?
80. Когда заканчивается использование метода крутого восхождения по поверхности отклика?
81. В каких случаях приходится изменять уравнение регрессии и при реализации метода крутого восхождения по поверхности отклика?
82. В каких случаях линейное уравнение регрессии становится неадекватным при реализации метода крутого восхождения по поверхности отклика?