


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Химии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Химии»  
«18» января 2022г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

  
В.А. Алферов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Обработка результатов химического эксперимента»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
04.03.01. «Химия»

с направленностью  
***Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая без-  
опасность***

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 040301-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**

**Разработчик(и):**

Зайцев М.Г., доц. каф. химии, к.х.н  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

*Целью* изучения дисциплины является формирование навыков у студента к самостоятельным научным исследованиям с применением современных математических и статистических методов и компьютерных программ.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов понимания роли химического анализа и места изучаемой дисциплины в системе наук.
- получение навыков по обработке и анализу полученных данных с помощью современных информационных технологий;
- получение знаний по выбору подходящей методики измерений и числа параллельных опытов;  
овладение метрологически грамотной оценкой систематических и случайных погрешностей этих измерений

## 2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается в 4 семестре.

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) ОПК-3.1. Теоретические и полуэмпирические математические модели; механизм протекания химических процессов.
- 2) ОПК-4.1. Основные законы естественнонаучных дисциплин.
- 3) ОПК-5.1. Принципы представления и обработки информации; программное обеспечение для обработки результатов.

### **Уметь:**

- 1) ОПК-3.2. Использовать стандартное программное обеспечение при обработке результатов химического эксперимента; применять модели при решении задач химической направленности.
- 2) ОПК-4.2. Использовать базовые знания в области математики и физики при планировании реального эксперимента; обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.
- 3) ОПК-5.2. Использовать современные компьютерные технологии при анализе, обработке и представлении результатов реального химического эксперимента.

### **Владеть:**

- 1) ОПК-3.3. Теоретическими знаниями о составе, строении и свойствах веществ;
- 2) ОПК-4.3. Приемами решения задач естественнонаучных дисциплин; методами интерпретации результатов химических экспериментов.
- 3) ОПК-5.3. Основными типами программного обеспечения, необходимого для грамотной обработки и представления результатов.

## 4 Объем и содержание дисциплины

#### 4.1 Объем дисциплины, объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины, формы промежуточной аттестации по дисциплине.

| Номер семестра        | Формы промежуточной аттестации | Общий объем в зачетных единицах | Общий объем в академических часах | Объем контактной работы в академических часах |                                    |                     |                                  |              |                          | Объем самостоятельной работы в академических часах |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|--|
|                       |                                |                                 |                                   | Лекционные занятия                            | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные работы | Клинические практические занятия | Консультации | Промежуточная аттестация |  |
| Очная форма обучения* |                                |                                 |                                   |   |                                    |                     |                                  |              |                          |  |
| 4                     | ДЗ                             | 4                               | 144                               | 64  | 32                                 |                     |                                  |              | 0,25                     | 47,75  |
| Итого                 | -                              | 4                               | 144                               | 64  | 32                                 |                     |                                  |              | 0,25                     | 47,75  |

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

#### 4.2 Содержание лекционных занятий

##### Очная форма обучения

| № п/п     | Темы лекционных занятий  |
|-----------|--|
| 4 семестр |  |
| 1         | Введение. Основные понятия и определения. Признаки и их классификация.   |
| 2         | Математические модели и их классификация   |
| 3         | Случайные события и их вероятности. Условная вероятность.  |
| 4         | Формула полной вероятности, формула Байеса, формула Бернулли.  |
| 5         | Контрольная работа №1  |
| 6         | Случайные величины и их распределения.   |
| 7         | Дискретные случайные величины: распределенные по дискретному равномерному закону; биномиально; по закону Бернулли; по закону Пуассона. |
| 8         | Непрерывные случайные величины: равномерно распределенные на отрезке, по экспоненциальному закону.                                     |
| 9         | Распределение Стюдента, Фишера, хи-квадрат. Характеристики теоретических распределений.  |
| 10        | Нормальное распределение Гаусса, стандартное (нормированное) нормальное распределение,   |
| 11        | Случайная выборка и ее описание. Объем выборки, вариационный ряд, эмпирическая функция распределения.                                  |
| 12        | Выборочные характеристики: выборочное среднее, медиана, мода, выборочная дисперсия,  |
| 13        | Выборочные характеристики: коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса, размах варьирования.  |
| 14        | Контрольная работа №2  |
| 15        | Статистическое оценивание. Точечное и интервальное статистическое оценивание. Доверительная вероятность и доверительный интервал       |

| №<br>п/п | Темы лекционных занятий  |
|----------|--|
| 16       | Тест для одного и двух выборочных средних. Парный $t$ -тест. Статистический критерий согласия ( $\chi^2$ -тест).       |
| 17       | Примеры применения статистических тестов для проверки гипотез. Исключение выпадающих результатов ( $Q$ -тест Диксона). |
| 18       | Сравнение воспроизводимостей двух серий данных ( $F$ -тест Фишера)   |
| 19       | Применение различных видов распределений для описания экспериментальных выборок в химии и биологии.                    |
| 20       | Представление экспериментальных данных и расчет выборочных характеристик.  |
| 21       | Распределения Пуассона, биномиальное, нормальное.  |
| 22       | Использование компьютерных программ для статистической обработки результатов   |
| 23       | Случайные погрешности (оценка воспроизводимости). Точечная и интервальная оценка воспроизводимости.                    |
| 24       | Систематическая погрешность (оценка правильности). Простой и модифицированный тест Стьюдента.                          |
| 25       | Контрольная работа №3  |
| 26       | Градуировочная функция. Расчет параметров линейной регрессии.  |
| 27       | Характеристики чувствительности  |
| 28       | Математическая модель и матрица планирования.  |
| 29       | Метод полного факторного эксперимента или методом дробных реплик   |
| 30       | Уравнение регрессии и регрессионный анализ   |
| 31       | Дробный факторный эксперимент  |
| 32       | Оптимизация по методу крутого восхождения  |

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

| №<br>п/п  | Темы практических (семинарских) занятий  |
|-----------|--|
| 4 семестр |  |
| 1         | Условная вероятность. Формула полной вероятности, формула Байеса, формула Бернулли.  |
| 2         | Дискретные случайные величины: распределенные по дискретному равномерному закону; биномиально; по закону Бернулли; по закону Пуассона.                 |
| 3         | Выборочные характеристики: выборочное среднее, медиана, мода, выборочная дисперсия, коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса, размах варьирования. |
| 4         | Точечное и интервальное статистическое оценивание. Доверительная вероятность и доверительный интервал  |
| 5         | Виды погрешностей.   |
| 6         | Значащие и незначащие цифры. Округление при арифметических действиях   |
| 7         | Правила суммирования погрешностей  |
| 8         | Оценка воспроизводимости. Точечное и интервальное оценивание воспроизводимости   |
| 9         | Проверка гипотез. Выявление значимости различий двух средних и выборочного среднего и константы.   |
| 10        | Сравнение выборок по воспроизводимости. Объединение выборок. Критерий Фишера   |
| 11        | Простой и модифицированный тесты Стьюдента. Приближение Уэлча  |
| 12        | Расчет параметров линейной регрессии   |

| №<br>п/п | Темы практических (семинарских) занятий   |
|----------|---|
| 13       | Примеры расчета количественных оценок чувствительности: коэффициента чувствительности |
| 14       | Расчет предела обнаружения и нижней границы диапазона определяемых концентраций       |
| 15       | Защита домашних расчетных заданий   |
| 16       | Зачетное занятие  |

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

| №<br>п/п         | Виды и формы самостоятельной работы   |
|------------------|---|
| <i>4 семестр</i> |   |
| 1                | Домашняя контрольная работа: Выявление грубых погрешностей. Расчет выборочных характеристик и доверительных интервалов. Выявление значимости различий двух средних и среднего и константы. Корреляционный анализ. Расчет выборочных оценок параметров линейной регрессии. Расчет количественных оценок чувствительности |
| 2                | Подготовка к практическим занятиям  |
| 3                | Подготовка к аудиторным контрольным работам   |
| 4                | Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение  |

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

##### Очная форма обучения

| Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося |                          |   | Максимальное количество баллов |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|
| <i>4 семестр</i>   |                          |   |                                |
| Текущий контроль успеваемости  | Первый рубежный контроль | <b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b> |                                |
|  |                          | Посещение лекционных занятий                          | 5                              |
|  |                          | Выполнение контрольной работы №1                      | 15                             |
|  |                          | Выполнение контрольной работы №2                      | 10                             |
|  | Итого                    |   | 30                             |
| Второй рубежный контроль   |                          | <b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b> |                                |

| Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося |                          |   | Максимальное количество баллов |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|
|  | контроль                 | Посещение лекционных занятий                    | 5                              |
|  |                          | Выполнение контрольной работы №3                | 10                             |
|  |                          | Выполнение и защита домашней контрольной работы | 15                             |
|  |                          | Итого   | 30                             |
| Промежуточная аттестация   | дифференцированный зачет |   | 40 (100)                       |

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

| Система оценивания результатов обучения  | Оценки              |                   |         |          |
|--|---------------------|-------------------|---------|----------|
| Стобалльная система оценивания   | 0 – 39              | 40 – 60           | 61 – 80 | 81 – 100 |
| Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы) | Неудовлетворительно | Удовлетворительно | Хорошо  | Отлично  |
| Академическая система оценивания (зачет)   | Не зачтено          | Зачтено           |         |          |

## 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине требуется:

Для проведения лекционных занятий:

Мультимедийный проектор, ноутбук, совместимый с мультимедийным проектором, с соответствующим программным обеспечением для возможности демонстрации презентационного материала.

Для проведения практических занятий:

Мультимедийный проектор, ноутбук, совместимый с мультимедийным проектором, с соответствующим программным обеспечением для возможности демонстрации презентационного материала.

## 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

(Наличие указываемых изданий в библиотеке ТулГУ или в ЭБС ТулГУ обязательно)

### 7.1 Основная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — 12-е изд., перераб. — М.: Высш. образование, 2006. — 479 с. : ил.
2. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — 9-е изд., стер. — М. : Высш. шк., 2004. — 405с.
3. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство

Юрайт, 2021. — 406 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08569-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469941>

4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для среднего профессионального образования / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 479 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00859-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469552>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учеб. пособие для вузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. — 4-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2007. — 491с. : ил.
2. Отто, М. Современные методы аналитической химии: [учебник]: в 2 т. Т. I / М.Отто; пер.с нем. А.В.Гармаша. — М. : Техносфера, 2003. — 416с. : ил.
3. Отто, М. Современные методы аналитической химии: [учебник]: в 2 т. Т. II / М.Отто; пер.с нем. А.В.Гармаша. — М. : Техносфера, 2004. — 288с. : ил.
4. Баврин, И.И. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для высш.пед.учеб.заведений / И.И.Баврин. — М. : Высш.шк., 2005. — 160с.
5. Дорохова, Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е.Н. Дорохова, Г.В.Прохорова. — М. : Мир, 2001. — 267с. : ил.
6. Коренман, Я.И. Задачник по аналитической химии: Титриметрические методы анализа: Учеб. пособие для вузов / Я.И. Коренман, П.Т.Суханов, С.П. Калинкина; Науч.ред. Н.В.Макаров; Воронеж.гос. технолог.акад. — Воронеж, 2001. — 336с.
7. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений : учебное пособие для вузов / Е. А. Степанова, Н. А. Скулкина, А. С. Волегов ; под общей редакцией Е. А. Степановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 95 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00686-5 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1878-0 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472154>

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Общие поисковые системы: Google ([www.google.com](http://www.google.com)), Яндекс ([www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)), Рамблер ([www.rambler.ru](http://www.rambler.ru))

## 9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;



2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;

## **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.