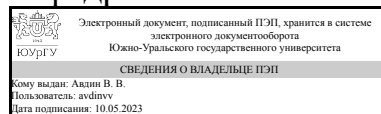


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



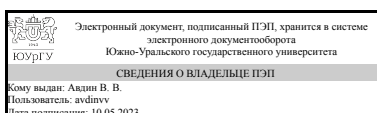
В. В. Авдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.03 Оптимизация эксперимента  
для направления 18.03.01 Химическая технология  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Переработка нефти и угля  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

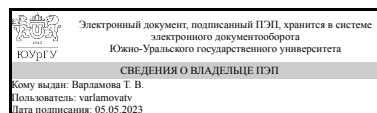
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 922

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



В. В. Авдин

Разработчик программы,  
к.хим.н., доцент



Т. В. Варламова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины познакомить студентов с оптимальным планированием эксперимента. Задачи: научить студентов методикам обработки экспериментальных данных, планированию эксперимента для получения математических моделей изучаемых процессов, а также их оптимизации. В результате освоения дисциплины студент должен получить необходимые сведения для решения следующих профессиональных задач: готовность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива.

## Краткое содержание дисциплины

задачи, решаемые методами кибернетики в химической технологии; детерминированное и экспериментально-статистическое моделирование химико-технологических процессов; основные характеристики случайных величин; определение параметров функции распределения; дисперсионный анализ; методы корреляционного и регрессионного анализа статистических данных, методы планирования эксперимента.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического моделирования. | Знает: методы обработки экспериментальных данных, основы дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа<br>Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами<br>Имеет практический опыт: использования методов обработки экспериментальных данных, дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа, использования результатов выполненных статистических расчетов для интерпретации результатов эксперимента; |
| ПК-6 Готов проектировать технологические процессы, в том числе с использованием информационных технологий и автоматизированных систем, в составе авторского коллектива.                                                                           | Знает: основы теории вероятности и статистического анализа данных, необходимые для понимания и освоения эмпирических методов моделирования химико-технологических процессов;<br>Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами                                                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Имеет практический опыт: статистической обработки наблюдений; выполнения расчетов аналитическими и численными методами по простейшим математическим моделям |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аналитическая химия и физико-химические методы анализа        | Насосы и компрессоры в химической промышленности,<br>Системы управления химико-технологическими процессами,<br>Моделирование химико-технологических процессов и программные средства на основе искусственного интеллекта,<br>Практикум по моделированию химико-технологических процессов,<br>Производственная практика (преддипломная) (8 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                             | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аналитическая химия и физико-химические методы анализа | Знает: источники и методы поиска научно-технической и методической информации для проведения исследования по заданной теме; методы обработки экспериментальных данных, основы дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа; цели и задачи математического моделирования, основные понятия, классификацию, основные принципы и алгоритмы математического моделирования химико-технологических процессов, математическое описание гидравлических, химических, тепло- и массообменных процессов, теоретические основы физикохимических методов исследования, основные типы химических реакций и физико-химических свойств веществ, используемых при проведении аналитического определения, принципы описания химических равновесий и влияющие на них факторы, основные химические и физико-химические методы качественного и количественного анализа веществ и материалов, методы обработки результатов аналитических экспериментов Умеет: обоснованно выбрать инструментальный, химико-аналитический, физико-химический метод исследования, необходимый для исследования материалов и процессов технологии материалов различного назначения; составлять детерминированные |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>математические модели статических химических процессов с участием реакций простыми механизмами, невысоких порядков, протекающих в различных режимах; составлять математическое описание моделей простейших химико-технологических процессов блочным физико-химическим и эмпирическим методами, обоснованно выбрать надлежащий химико-аналитический или инструментальный метод для проведения исследований, пользоваться соответствующей специальной, нормативно-технической и справочной литературой, пользоваться справочной химико-аналитической литературой, обоснованно выбрать метод аналитического определения компонентов веществ и материалов Имеет практический опыт: освоения новых методов анализов и экспериментов и их выполнения; использования методов обработки экспериментальных данных, дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа, использования результатов выполненных статистических расчетов для интерпретации результатов эксперимента; выполнения расчетов аналитическими и численными методами по простейшим математическим моделям, проведения и обработки данных анализа, выполненных химико-аналитическими или инструментальными методами, расчета концентрации анализируемого вещества с учетом химического равновесия в системе, определения условий оптимизации аналитического процесса, выполнения качественного и количественного анализа веществ и материалов, обработки и оформления его результатов</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 6                          |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                        |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 48          | 48                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                         |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                         |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 53,5        | 53,5                       |
| Подготовка к контрольной работе                                            | 17          | 17                         |

|                                          |      |           |
|------------------------------------------|------|-----------|
| Подготовка дифференцированному зачёту    | 20   | 20        |
| Подготовка к тестированию                | 16,5 | 16.5      |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 6,5  | 6,5       |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -    | диф.зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины                | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|              |                                                 | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1            | Определение параметров функции распределения    | 12                                        | 8 | 4  | 0  |
| 2            | Дисперсионный анализ                            | 12                                        | 8 | 4  | 0  |
| 3            | Методы корреляционного и регрессионного анализа | 12                                        | 8 | 4  | 0  |
| 4            | Методы планирования эксперимента                | 12                                        | 8 | 4  | 0  |

### 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                  | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1            | Основные характеристики случайных величин. Генеральная совокупность и случайная выборка.                                                                                                                                 | 2                   |
| 2           | 1            | Определение оценок параметров распределения методом максимального правдоподобия.                                                                                                                                         | 2                   |
| 3           | 1            | Ошибки измерения. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Проверка статистических гипотез.                                                                                                                    | 2                   |
| 4           | 1            | Оценка математического ожидания и дисперсии. Сравнение двух и нескольких математических ожиданий и дисперсий. Проверка однородности результатов измерений. проверка гипотезы нормальности по совокупности малых выборок. | 2                   |
| 5,6         | 2            | Задачи дисперсионного анализа. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.                                                                                                                                       | 4                   |
| 7,8         | 2            | Планирование эксперимента при дисперсионном анализе. Латинские, гипер-греко-латинские квадраты. Латинские кубы.                                                                                                          | 4                   |
| 9,10        | 3            | Стохастическая связь. Выборочный коэффициент корреляции. Регрессия. Метод наименьших квадратов. Линейная и параболическая регрессия. Полиномы Чебышева.                                                                  | 4                   |
| 11,12       | 3            | Трансцендентная регрессия. Оценка тесноты нелинейной связи. Метод множественной корреляции. Регрессионный анализ в матричной форме. Метод получения уравнений множественной регрессии Брандона.                          | 4                   |
| 13, 14      | 4            | Методы планирования экстремальных экспериментов.                                                                                                                                                                         | 4                   |
| 15,16       | 4            | Планирование эксперимента при изучении диаграмм "состав-свойство"                                                                                                                                                        | 4                   |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| №<br>занятия | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во<br>часов |
|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1, 2         | 1            | Определение параметров функции распределения                        | 4               |
| 3,4          | 2            | Дисперсионный анализ                                                | 4               |
| 5, 6         | 3            | Корреляционный и регрессионный анализ                               | 4               |

|      |   |                           |   |
|------|---|---------------------------|---|
| 7, 8 | 4 | Планирование эксперимента | 4 |
|------|---|---------------------------|---|

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |              |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к контрольной работе       | 1. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента. - Минск: Издательство БГУ, 1982. - 302 с. ил. 2. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил 3. Агаянц, И.М. Азы статистики в мире химии: Обработка экспериментальных данных. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2015. — 618 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/66586">http://e.lanbook.com/book/66586</a> — Загл. с экрана. 4. Шурыгина, Л. И. Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие / Л. И. Шурыгина, Э. П. Суровой. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Часть 1 : Статистический анализ эксперимента — 2009. — 57 с. | 6       | 17           |
| Подготовка дифференцированному зачёту | 1. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента. - Минск: Издательство БГУ, 1982. - 302 с. ил. 2. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил 3. Агаянц, И.М. Азы статистики в мире химии: Обработка экспериментальных данных. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2015. — 618 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/66586">http://e.lanbook.com/book/66586</a> — Загл. с экрана. 4. Шурыгина, Л. И. Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие / Л. И. Шурыгина, Э. П. Суровой. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Часть 1 : Статистический анализ эксперимента — 2009. — 57 с. | 6       | 20           |
| Подготовка к тестированию             | 1. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента. - Минск: Издательство БГУ, 1982. - 302 с. ил. 2. Джонсон, Н.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6       | 16,5         |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | <p>Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил 3. Агаянц, И.М. Азы статистики в мире химии: Обработка экспериментальных данных. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2015. — 618 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/66586">http://e.lanbook.com/book/66586</a> — Загл. с экрана.</p> |  |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                   | Учитывается в ПА         |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль | тестирование                      | 0,3 | 20         | Студентам выдаются протоколы с вопросами (всего 20 вопросов) и вариантами ответов на каждый вопрос. На протоколах студенты указывают дату, группу, ФИО и варианты ответов, которые они считают верными. Время работы - 20 минут. За каждый правильный выбор вариантов ответа оценка 1 балл. | дифференцированный зачет |
| 2    | 6        | Текущий контроль | контрольная работа                | 0,7 | 5          | Студенты получают билет с заданием, время выполнения задания - полтора часа, результаты работы объявляются после проверки работы и оцениваются следующим образом: правильно определены коэффициенты уравнения, выполнен регрессионный и                                                     | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |
|---|---|--------------------------|--------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          |                          |   | <p>корреляционный (при необходимости) анализ - 5 баллов при правильном алгоритме расчета есть ошибки в определении коэффициентов или при выполнении статистического анализа - 4 балла; при правильном алгоритме расчета есть ошибки в определении коэффициентов и при выполнении статистического анализа - 3 балла; правильно определены коэффициенты уравнения, не выполнен статистический анализ -2 балла; неправильно определены коэффициенты, нет статистического анализа - 1 балл; нет представления об алгоритме расчета коэффициентов и анализа – 0 баллов.</p> |                          |
| 3 | 6 | Промежуточная аттестация | дифференцированный зачет | - | <p>8</p> <p>Билет для зачета содержит два задания. Критерии оценки каждого задания зачетной работы следующие: правильные, полные ответы по существу вопроса - 4 балла; правильные неполные, либо с несущественными ошибками ответы по существу вопросов - 3 балла; ответы, содержащие грубые ошибки - 2 балла; неправильные ответы, не по существу вопросов – 1 балл отсутствие ответа на</p>                                                                                                                                                                          | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                           |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------|--|
|  |  |  |  |  | вопрос билета – 0 баллов. |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| дифференцированный зачет     | Дифференцированный зачет не является обязательным мероприятием. Студенты получают билеты с двумя вопросами. Время выполнения зачетной работы 1,5 часа. Оценка за зачет выставляет после проверки выполненных работ. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                    | № КМ |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                        | 1    | 2 | 3 |
| ПК-5        | Знает: методы обработки экспериментальных данных, основы дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа                                                                                                                                      | +    | + | + |
| ПК-5        | Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами                                                                                                                   | +    | + | + |
| ПК-5        | Имеет практический опыт: использования методов обработки экспериментальных данных, дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа, использования результатов выполненных статистических расчетов для интерпретации результатов эксперимента; |      | + | + |
| ПК-6        | Знает: основы теории вероятности и статистического анализа данных, необходимые для понимания и освоения эмпирических методов моделирования химико-технологических процессов;                                                                           | +    | + | + |
| ПК-6        | Умеет: составлять детерминированные математические модели статических химических процессов с участием реакций с простыми механизмами                                                                                                                   |      | + | + |
| ПК-6        | Имеет практический опыт: статистической обработки наблюдений; выполнения расчетов аналитическими и численными методами по простейшим математическим моделям                                                                                            |      | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента. - Минск: Издательство БГУ, 1982. - 302 с. ил.
2. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Дубинский, Ф. С. Планирование и обработка эксперимента в ОМД [Текст] конспект лекций Ф. С. Дубинский, А. В. Выдрин, П. А. Мальцев ;

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:  
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. вопросы для подготовки к дифзачету

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. вопросы для подготовки к дифзачету

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Агаянц, И.М. Азы статистики в мире химии: Обработка экспериментальных данных. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2015. — 618 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/66586">http://e.lanbook.com/book/66586</a> — Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                    |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шурыгина, Л. И. Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие / Л. И. Шурыгина, Э. П. Суровой. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Часть 1 : Статистический анализ эксперимента — 2009. — 57 с. — ISBN 978-5-8353-0926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/30119">https://e.lanbook.com/book/30119</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                              |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шурыгина, Л. И. Методы оптимизации химического эксперимента : учебное пособие / Л. И. Шурыгина, Э. П. Суровой. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 : Регрессионный анализ и статистическое планирование эксперимента — 2011. — 66 с. — ISBN 978-5-8353-1171-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/30120">https://e.lanbook.com/book/30120</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

### Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

|                                 |          |                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вид занятий                     | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Практические занятия и семинары | 208 (1а) | компьютерный класс                                                                                                                               |
| Лекции                          | 202 (1а) | мультимедийная система: экран, компьютер, проектор                                                                                               |
| Самостоятельная работа студента | 1 (1)    | зал электронный ресурсов: компьютеры, интернет, электронные базы данных, консультанты                                                            |
| Самостоятельная работа студента | 403 (3д) | читальный зал: учебно-методическая документация, компьютеры, интернет, консультанты                                                              |