

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.09.2026 16:15:50
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa79172803da5b60395ce09e1

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук
Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано

и.о. декана факультета естественных наук

« 24 » 03 2025 г.

/Лялина И.Ю./

Рабочая программа дисциплины

Статистические и вычислительные методы в химии

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Программа подготовки:

Инструментальный химический анализ и комплексное исследование веществ
и материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Согласовано учебно-методической комиссией
факультета естественных наук

Протокол « 24 » 03 2025 г. № 6

Председатель УМКом
/Лялина И.Ю./

Рекомендовано кафедрой теоретической
и прикладной химии

Протокол от « 24 » 03 2025 г. № 8

Зав. кафедрой
/Васильев Н.В./

Москва

2025

Авторы-составители:

Петренко Дмитрий Борисович, к.х.н., доцент кафедры теоретической и прикладной химии
Радугина Ольга Георгиевна, к.х.н., доцент кафедры теоретической и прикладной химии
Васильев Николай Валентинович, д.х.н., проф., заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «Статистические и вычислительные методы в химии» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России от 13.07.2017 г. № 655.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	4
1.1. Цели и задачи дисциплины	4
1.2. Планируемые результаты обучения	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1. Объем дисциплины	5
3.2. Содержание дисциплины	5
4 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	7
5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	8
5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	9
5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	13
5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	18
6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. Основная литература	22
6.2. Дополнительная литература	22
6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	22
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	22
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	23

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины «Статистические и вычислительные методы в химии» является формирование и развитие у магистрантов компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических составляющих дисциплины осуществлять исследования в различных областях химии.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний и навыков использования математических и статистических методов для решения задач в химии;
- развитие способности использования математического аппарата и статистических методов для планирования экспериментов, статистической обработки полученных данных.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук;

ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Базируется на компетенциях, освоенных в результате изучения дисциплин «Современная аналитическая химия», «Теоретические основы инструментальных методов анализа», «Методы молекулярной спектроскопии». Результаты освоения дисциплины могут быть необходимы при подготовке магистерской диссертации и при прохождении производственной практики (практики по профилю профессиональной деятельности).

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Кол-во часов
Объем дисциплины в зачётных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	12,2
Лекции	4 ¹
Практические занятия	8 ²

¹ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Показатель объёма дисциплины	Кол-во часов
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт	0,2
Самостоятельная работа	52
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачёт во 2 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов	
	Лекции	Практические занятия
Тема 1. Введение в статистические методы. Основные задачи математической статистики. Случайные события и величины. Использование методов математической статистики при обработке материалов исследования. Нормальное распределение.	2	4
Тема 2. Планирование эксперимента и статистическая обработка результатов. Наблюдение как этап исследования и как случайная величина. Оценка результатов наблюдений над нормально распределенной случайной величиной. Корреляция и регрессия. Способы отбора и выбор числа наблюдений. Компьютерные средства обработки результатов исследования.	2	4
Всего:	4³	8⁴

4 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчётности
Тема 1. Введение в статистические методы.	Основные правила комбинаторики – правило сложения, правило умножения, размещения, перестановки, сочетания. Класси-	26	Анализ литературных источников, подготовка к тесту, открытым вопросам, решению ситуационных задач.	Учебно-методическое обеспечение, интернет-источники	Тест, открытые вопросы, решение ситуационных задач

² Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

³ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

⁴ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчётности
	ческое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности. Основные отличия теории вероятности и математической статистики. Оценка риска. Рационализация подсчетов. Статистические данные. Параметры распределения. Доверительные интервалы и доверительные вероятности. Проверка статистических гипотез. Ошибки I и II рода. Односторонние и двусторонние критерии значимости. Понятие случайного события. Факторы и следствия. Достоверные и невозможные события. Операции над событиями. Статистическая вероятность события. Последовательность независимых испытаний. Теорема				

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчётности
	Бернулли. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайной величины. Ряд распределения случайной величины. Распределение Пуассона. Плотность распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин – математическое ожидание, дисперсия. Среднее квадратичное отклонение. Понятие нормального распределения, его свойства. Кривая Гаусса. Стандартное отклонение. Использование нормального распределения для изучения других случайных величин.				
Тема 2. Планирование эксперимента и статистическая обработка резуль-	Испытание. Серия испытаний. Признаки и результаты наблю-	26	Анализ литературных источников, подготовка к тесту,	Учебно-методическое обеспечение, ин-	Тест, открытые вопросы, решение ситу-

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчётности
татов.	дений. Измерение и подсчет. Реальный и истинный результат. Ошибка наблюдения. Систематическая ошибка. Грубая ошибка. Случайная ошибка. Теорема Ляпунова. Выборочный метод: генеральная совокупность, выборка, объем выборки. Среднее квадратичное отклонение выборки. Число степеней свободы. Среднее и дисперсия выборки. Оценка генерального среднего. Распределение Стьюдента (t-распределение). Сравнение дисперсий. Распределение Фишера (F-критерий). Проверка однородности наблюдений Проверка основной гипотезы. Оценка вероятности случайного события. Ис-		открытым вопросам, решению ситуационных задач.	тернет-источники	ационных задач

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчётности
	пользование оценок вероятности для анализа распределения. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Зависимость между случайными величинами. Функциональная и стохастическая зависимость. Коэффициент корреляции. Понятие регрессии. Линейная и нелинейная регрессии. Корреляционный анализ. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Способы отбора. Пристрастные и репрезентативные группы. Выбор числа параллельных наблюдений. Правила округления результатов обработки. Оформление результатов измерений Работа с MS				

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчётности
	Excel. Работа с пакетом программ STATISTICA. Анализ корректности экспериментальных данных, представленных в научных работах				
Всего		52			

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Способы анализа, интерпретации и обобщения результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ <i>Уметь:</i> - Проводить критический анализ научной информации в выбранной области химии и (или) смежных наук - Оценивать корректность использованных методов и надежность полученных результатов, перспективы их практического применения	Тест Открытые вопросы Решение ситуационных задач	Шкала оценивания теста Шкала оценивания ответов на открытые вопросы Шкала оценивания решения ситуационных задач
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Способы статистического анализа, интерпретации и обобщения результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ <i>Уметь:</i> - Проводить критический анализ научной информации в	Тест Открытые вопросы Решение ситуационных задач	Шкала оценивания теста Шкала оценивания ответов на открытые вопросы Шкала оценивания решения ситуационных задач

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			выбранной области химии и (или) смежных наук - Оценивать корректность использованных методов и надежность полученных результатов, перспективы их практического применения <i>Владеть:</i> - Навыками формулировки заключений, выводов и рекомендаций по результатам анализа информации химического профиля.		
ОПК-3	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Основные методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации, необходимой для решения задач практической деятельности. <i>Уметь:</i> - Выполнять научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований статистической обработки полученных данных	Тест Открытые вопросы Решение ситуационных задач	Шкала оценивания теста Шкала оценивания ответов на открытые вопросы Шкала оценивания решения ситуационных задач
	Продвинутый	1. Работа на учебных за-	<i>Знать:</i>	Тест	Шкала оценива-

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		нениях 2. Самостоятельная работа	- Основные методы поиска, сбора, хранения, статистической обработки, предоставления, распространения информации, необходимой для решения задач практической деятельности. - Основные программные продукты и редакторы, используемые в химии. <i>Уметь:</i> - Выполнять научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований статистической обработки полученных данных. - применять современные программные продукты для обработки экспериментальных данных. <i>Владеть:</i> - Методами постановки проблем исследования, статистического анализа результатов исследования. - Методами обобщения результатов научных исследова-	Открытые вопросы Решение ситуационных задач	ния теста Шкала оценивания ответов на открытые вопросы Шкала оценивания решения ситуационных задач

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			ний с помощью современных программных продуктов.		

Описание шкал оценивания

Шкала оценивания теста

Критерий	Количество баллов
80-100% правильных ответов	20-15 баллов
70-79 % правильных ответов	14-10 баллов
50-69 % правильных ответов	9-5 баллов
менее 50 % правильных ответов	5-0 баллов

Шкала оценивания решения ситуационных задач

Критерий	Количество баллов
80-100% правильных ответов	20-15 баллов
70-79 % правильных ответов	14-10 баллов
50-69 % правильных ответов	9-5 баллов
менее 50 % правильных ответов	5-0 баллов

Шкала оценивания ответов на открытые вопросы

Критерий	Количество баллов
80-100% правильных ответов	20-15 баллов
70-79 % правильных ответов	14-10 баллов
50-69 % правильных ответов	9-5 баллов
менее 50 % правильных ответов	5-0 баллов

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тест

- 1). Статистика как наука изучает:
 - а) единичные явления
 - б) массовые явления**
 - в) периодические события
 - г) систематически повторяющиеся события
- 2). Статистика зародилась и оформилась как самостоятельная учебная дисциплина:
 - а) до новой эры, в Китае и Древнем Риме
 - б) в 17-18 веках, в Европе**
 - в) в 20 веке, в России
 - д) в 19 веке в США
- 3). Термин «статистика» происходит от слова:
 - а) статика

- б) статный
- в) статус
- г) статист

4). Выберите правильные утверждения

Основными задачами статистики на современном этапе являются:

- а) **исследование преобразований экономических и социальных процессов в обществе;**
- б) **анализ и прогнозирование тенденций развития экономики;**
- в) регламентация и планирование хозяйственных процессов;

5). Статистический показатель дает оценку свойства изучаемого явления:

- а) **количественную**
- б) качественную
- в) количественную, и в отдельных случаях, качественную
- г) количественную и качественную

6). Закон больших чисел утверждает, что:

- а) **чем больше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем лучше проявляется общая закономерность**
- б) чем больше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем хуже проявляется общая закономерность
- в) чем меньше единиц охвачено статистическим наблюдением, тем лучше проявляется общая закономерность
- г) общая закономерность проявляется одинаково отчетливо для больших и малых выборок.

7). При четырех измерениях объёма раствора по бюретке вместимостью 25 мл получено среднее арифметическое значение 9,15452 мл. Результат должен быть представлен следующим образом:

- 1) 9,1545 2) 9,155 3) **9,15** 4) 9,2

8). В арбитражном анализе доверительную вероятность (P) принимают равной:

- 1) 0,90 2) 0,95 3) **0,99** 4) 1,00

9). При определении содержания хрома(VI) в растворе получены следующие значения (%): $x_1 = 4,61$; $x_2 = 4,84$; $x_3 = 4,64$ и $x_4 = 4,80$. Результат определения должен быть представлен как:

- 1) 4,7225 2) 4,723 3) 4,72 4) **нет правильного ответа**

10). При анализе стандартного образца, содержащего 1,48% серебра, был получен результат $y = 1,36 \pm 0,09\%$. Сделайте вывод о правильности проведенного анализа

- 1) Получен правильный результат 2) **Результат занижен**
- 3) Результат завышен 4) Систематической погрешности нет

Открытые вопросы

1) Какова относительная погрешность гравиметрического анализа, укажите в процентах (%)?

Ответ: Относительная погрешность гравиметрического анализа $0,01 - 0,1$

2) Дайте характеристику понятию «значащие цифры результата»:

Ответ: Значащие цифры результата - все достоверно

3). Проведение всей процедуры, предусмотренной методикой анализа проб, но без введения пробы или с введением предусмотренной методикой навески стандартного образца состава, не содержащего определяемый компонент, а в остальном имеющего практически тот же состав, что и проба называют?

Ответ: Проведение всей процедуры, предусмотренной методикой анализа проб, но без введения пробы или с введением предусмотренной методикой навески стандартного образца состава, не содержащего определяемый компонент, а в остальном имеющего практически тот же состав, что и проба называют контрольный опыт

4). Закончите предложение: Вещество с известным содержанием определяемого компонента или химической формы его существования; используемое для построения градуировочной характеристики или разностного аналитического сигнала это:

Ответ: Вещество с известным содержанием определяемого компонента или химической формы его существования; используемое для построения градуировочной характеристики или разностного аналитического сигнала это - образец сравнения

5). Перечислите известные Вам виды погрешностей:

Ответ: Виды погрешностей: относительная, абсолютная, случайная, систематическая, грубые погрешности (промахи)

Ситуационные задачи

1) В ходе титрования определено пять значений концентрации вещества: 0,102 М, 0,105 М, 0,101 М, 0,104 М и 0,103 М. Вычислите среднее арифметическое этих значений (М)

Ответ: 0.103

2) В стандартном образце почвы, содержащем $5,1 \cdot 10^{-1}$ % калия, методом пламенной фотометрии найдено $4,9 \cdot 10^{-1}$ % калия. Найдите относительную погрешность ($D_{отн.}$) в %

Ответ: 3.9

3) При повторных измерениях концентрации вещества получены близкие значения. Какой показатель используют для оценки разброса данных относительно среднего?

Ответ: Стандартное отклонение

4) При анализе стандартного образца, содержащего 1,47 % серебра, были получены следующие результаты (%): 1,31; 1,45; 1,42, 1,32 и 1,30. Оцените результат анализа, есть ли систематическая погрешность?

Ответ: Есть

5) При определении содержания свинца в сплаве были получены следующие результаты (%):

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Результат, %	14,50	14,43	14,54	14,45	14,44	14,52	14,58	14,40	14,25	14,49

Оцените наличие грубых погрешностей, укажите при каком значении можно говорить о недостоверном результате (грубой погрешности)

Ответ: 14.25

Для ответов на вопросы ситуационных задач

Таблица 1. Величины коэффициентов Стьюдента $t_{P,f}$

f	P			f	P			f	P		
	0,90	0,95	0,99		0,90	0,95	0,99		0,90	0,95	0,99
1	6,31	12,71	63,66	5	2,01	2,57	4,03	9	1,83	2,26	3,25
2	2,29	4,30	9,29	6	1,94	2,45	3,71	19	1,73	2,09	2,86
3	2,35	3,18	5,84	7	1,89	2,36	3,50	49	1,61	2,00	2,68
4	2,13	2,78	4,60	8	1,86	2,31	3,36	∞	1,64	1,96	2,58

Таблица 2. Численные значения Q - критерия

f	P			f	P		
	0,90	0,95	0,99		0,90	0,95	0,99
2	0,89	0,94	0,99	6	0,43	0,51	0,64
3	0,68	0,77	0,89	7	0,40	0,48	0,58
4	0,56	0,64	0,76	8	0,37	0,46	0,53
5	0,48	0,56	0,79	9	0,34	0,44	0,48

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме теста, решения ситуационных задач, ответов на открытые вопросы.

Шкала оценивания зачета

Критерий	Количество баллов
80-100% правильных ответов	20-15 баллов
70-79 % правильных ответов	14-10 баллов
50-69 % правильных ответов	9-5 баллов
менее 50 % правильных ответов	5-0 баллов

Шкала выставления итоговой оценки по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа магистранта в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации

Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
41-100	Зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учеб. пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2021. — 164 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473180>
2. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных: учеб. пособие для вузов / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — 2-е изд. — М.: Юрайт, 2021. — 118 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476267>

6.2. Дополнительная литература

1. Аверина, Т. А. Численные методы. Верификация алгоритмов решения систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т. А. Аверина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07205-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/474395>
2. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472320>
3. Смагунова, А. Н. Статистические методы в аналитической химии : учебное пособие для вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 364 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13147-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475168>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.rsl.ru> - РГБ Российская государственная библиотека
2. <http://ben.irex.ru> - БЕН Библиотека естественных наук
3. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека
4. <http://ban.pu.ru> - БАН Библиотека Академии наук
5. <http://www.nlr.ru> - РНБ Российская национальная библиотека
6. <http://www.lib.msu.su> - Библиотека МГУ
7. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
8. ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://urait.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Зарубежное: Microsoft Windows, Microsoft Office

Отечественное: Kaspersky Endpoint Security

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Зарубежное: Google Chrome, 7-zip

Отечественное: ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

Информационные справочные системы:

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных:

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения (комплект учебной мебели, доска, проектор подвесной, компьютер стационарный - моноблок);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой, подключенные к сети Интернет, обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде Государственного университета просвещения: персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета, доска;

- помещение для самостоятельной работы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспечено доступом к электронно-образовательной среде Университета: комплект учебной мебели, персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Государственного университета просвещения, доска, проектор подвесной.