УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета факультета математики, информационных и авиационных технологий
от «21» мая 2024 г., протокол № 5/24

Председатель _____ / М.А. Волков
«21» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	**Математическое моделирование биологических процессов и систем**
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Кафедра математического моделирования технических систем
Курс	2 - очная форма обучения

Направление (специальность): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль/специализация): Цифровой инжиниринг в медицинском приборостроении
Форма обучения: очная
Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №_____ от _____ 20___г.
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №_____ от _____ 20___г.
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №_____ от _____ 20___г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	КАФЕДРА	Должность, ученая степень, звание
Санников Игорь Алексеевич	Кафедра математического моделирования технических систем	Заведующий кафедрой,Кандидат физико-математических наук, Доцент

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

Формирование у студентов компетенций в области математического моделирования биологических процессов, необходимых для анализа, прогнозирования и решения прикладных задач в биофарминжиниринге.

Задачи освоения дисциплины:

1. Ознакомление с основными типами математических моделей, применяемых в биологии.
2. Освоение методов построения и анализа детерминированных и стохастических моделей биологических процессов.
3. Развитие навыков применения математического аппарата и программного обеспечения для решения задач моделирования.
4. Формирование умения анализировать результаты моделирования и делать практические выводы.
5. Применение полученных знаний и навыков для решения задач биофарминжиниринга.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов и систем» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ПК-7.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Преддипломная практика, Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-7 Способен разрабатывать и применять математические модели для анализа и прогнозирования биологических процессов в биофарминжиниринге	**знать**: Основные типы математических моделей биологических процессов (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные); методы построения и анализа моделей; основы теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов; современное программное обеспечение для моделирования. **уметь**:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
	Разрабатывать математические модели биологических процессов; применять модели для анализа и прогнозирования; использовать программное обеспечение для моделирования; интерпретировать результаты моделирования. **владеть**: Навыками построения и анализа математических моделей; навыками работы с программным обеспечением для моделирования; навыками представления и интерпретации результатов моделирования.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 5 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 180 часов

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		4
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	48	48
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции	32	32
Семинары и практические занятия	16	16
Лабораторные работы, практикумы	-	-
Самостоятельная работа	96	96
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование, Оценивание реферата	Тестирование, Оценивание реферата
Курсовая работа	Курсовая работа	Курсовая работа
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен
Всего часов по дисциплине	180	180

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Введение в математическое моделирование биологических процессов							
Тема 1.1. Основные понятия и классификация математических моделей	18	2	0	0	0	16	Тестирование
Тема 1.2. Этапы математического моделирования	18	2	0	0	0	16	Тестирование
Раздел 2. Детерминированные модели биологических процессов							
Тема 2.1. Модели роста популяций	18	4	4	0	0	10	Тестирование, Оценивание реферата
Тема 2.2. Модели взаимодействия популяций	18	4	4	0	0	10	Тестирование, Оценивание реферата
Тема 2.3. Модели ферментативной кинетики	12	4	0	0	0	8	Тестирование, Оценивание реферата
Тема 2.4. Фармакокинетические модели	12	4	0	0	0	8	Тестирование, Оценивание реферата
Раздел 3. Стохастические модели биологических процессов							
Тема 3.1. Основы теории вероятностей и математической	18	4	4	0	0	10	Тестирование

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
статистики							
Тема 3.2. Основы теории случайных процессов	12	4	0	0	0	8	Тестирование, Оценивание реферата
Тема 3.3. Стохастические модели роста популяций	18	4	4	0	0	10	Тестирование, Оценивание реферата
Итого подлежит изучению	144	32	16	0	0	96	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение в математическое моделирование биологических процессов

Тема 1.1. Основные понятия и классификация математических моделей

Понятие математической модели. Классификация моделей: детерминированные и стохастические, дискретные и непрерывные, статические и динамические. Примеры моделей в биологии.

Тема 1.2. Этапы математического моделирования

Постановка задачи. Выбор типа модели. Построение модели. Верификация и валидация модели. Анализ результатов моделирования. Интерпретация и применение результатов.

Раздел 2. Детерминированные модели биологических процессов

Тема 2.1. Модели роста популяций

Модель Мальтуса. Модель Верхульста. Модели с задержкой. Примеры применения в биофарминжиниринге. Построение и анализ моделей роста популяций. Решение задач на определение параметров моделей.

Тема 2.2. Модели взаимодействия популяций

Модель "хищник-жертва" (Лотки-Вольтерры). Модель конкуренции. Симбиоз. Примеры применения в экологии и биофарминжиниринге. Анализ моделей взаимодействия популяций. Исследование устойчивости равновесных состояний.

Тема 2.3. Модели ферментативной кинетики

Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование ферментов. Примеры применения в биофарминжиниринге.

Тема 2.4. Фармакокинетические модели

Моделирование абсорбции, распределения, метаболизма и выведения лекарственных средств. Модели с несколькими компартментами.

Раздел 3. Стохастические модели биологических процессов

Тема 3.1. Основы теории вероятностей и математической статистики

Случайные события, вероятность, дискретные и непрерывные случайные величины, закон больших чисел, центральная предельная теорема. Решение задач на применение основных понятий теории вероятностей и математической статистики.

Тема 3.2. Основы теории случайных процессов

Марковские процессы, цепи Маркова, уравнения Колмогорова, процессы рождения и гибели.

Тема 3.3. Стохастические модели роста популяций

Ветвящиеся процессы. Процессы рождения и гибели. Диффузионные модели. Построение и анализ стохастических моделей роста популяций. Моделирование с помощью программного обеспечения.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Детерминированные модели биологических процессов

Тема 1.1. Модели роста популяций

Вопросы к теме:

Очная форма

1. В чем суть модели Мальтуса и ее ограничения?
2. Как учитывается влияние ограниченности ресурсов в модели Верхульста?
3. Что такое carrying capacity?

4. Как моделируется задержка в моделях роста популяций?
5. Примеры применения моделей роста популяций в биофарминжиниринге.

Тема 1.2. Модели взаимодействия популяций

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Опишите модель "хищник-жертва". Какие допущения в ней сделаны?
2. Как найти точки равновесия в модели "хищник-жертва"?
3. Что такое устойчивость равновесия?
4. Как моделируется конкуренция между популяциями?
5. Примеры применения моделей взаимодействия популяций в биофарминжиниринге.

Раздел 2. Стохастические модели биологических процессов

Тема 2.1. Основы теории вероятностей и математической статистики

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Дайте определение случайной величины.
2. Что такое математическое ожидание и дисперсия?
3. Сформулируйте закон больших чисел.
4. В чем суть центральной предельной теоремы?
5. Примеры применения теории вероятностей и математической статистики в биологии.

Тема 2.3. Стохастические модели роста популяций

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Как учитывается случайность в стохастических моделях роста популяций?
2. Что такое ветвящийся процесс?
3. Опишите модель рождения и гибели.
4. Как используются диффузионные модели для моделирования роста популяций?
5. Примеры применения стохастических моделей в биофарминжиниринге.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Темы рефератов

Тема 1. Моделирование динамики популяций с учетом возрастной структуры.
Тема 2. Применение моделей "хищник-жертва" для анализа конкретных экосистем.
Тема 3. Моделирование конкуренции между видами с учетом пространственного распределения.
Тема 4. Математическое моделирование симбиоза: примеры и анализ.
Тема 5. Влияние факторов окружающей среды на динамику популяций: моделирование и анализ.
Тема 6. Математическое моделирование биосинтеза лекарственных препаратов.
Тема 7. Применение моделей для оптимизации процессов ферментации.
Тема 8. Моделирование фармакокинетики и фармакодинамики новых лекарственных средств.
Тема 9. Математическое моделирование в генной инженерии.
Тема 10. Применение моделей для анализа и прогнозирования эффективности лечения.
Тема 11. Применение цепей Маркова для моделирования биологических процессов.
Тема 12. Использование метода Монте-Карло в биологии и биофарминжиниринге.
Тема 13. Стохастическое моделирование генетических сетей.
Тема 14. Применение диффузионных моделей для анализа распространения биологических популяций.
Тема 15. Сравнительный анализ детерминированных и стохастических моделей в биологии.

Темы курсовой работы

Тема 1. Моделирование роста микробной популяции в биореакторе.
Тема 2. Моделирование распространения заболевания.
Тема 3. Моделирование фармакокинетики лекарственного препарата.
Тема 4. Моделирование генетической сети.
Тема 5. Моделирование экосистемы.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Дайте определение математической модели. Какие требования предъявляются к математическим моделям?
2. Опишите основные типы математических моделей, используемых в биологии (детерминированные, стохастические, дискретные, непрерывные, статические, динамические). Приведите примеры.
3. Перечислите и подробно опишите основные этапы математического моделирования.
4. Что такое верификация модели? Какие методы используются для верификации?
5. Что такое валидация модели? Чем она отличается от верификации? Какие методы используются для валидации?
6. Опишите модель Мальтуса. В чем ее основные допущения и ограничения?
7. Опишите модель Верхульста. Что такое carrying capacity? Как она влияет на динамику популяции?
8. Как моделируется задержка в моделях роста популяций? Приведите примеры моделей с задержкой.
9. Сравните модели Мальтуса и Верхульста. Укажите их преимущества и недостатки.
10. Приведите примеры применения моделей роста популяций в биофарминжиниринге.

11. Опишите модель "хищник-жертва" (Лотки-Вольтерры). Какие допущения сделаны в этой модели?
12. Как найти точки равновесия в модели "хищник-жертва"? Как определить тип равновесия (устойчивое, неустойчивое)?
13. Как моделируется конкуренция между популяциями? Что такое принцип конкурентного исключения?
14. Приведите примеры моделей симбиоза.
15. Примеры применения моделей взаимодействия популяций в биофарминжиниринге и экологии.
16. Опишите уравнение Михаэлиса-Ментен. Какие параметры входят в это уравнение и что они означают?
17. Как определить параметры уравнения Михаэлиса-Ментен экспериментально?
18. Какие виды ингибирования ферментов существуют? Как ингибирование влияет на скорость ферментативной реакции? Приведите примеры.
19. Что такое фармакокинетика? Какие процессы она описывает?
20. Опишите основные принципы построения фармакокинетических моделей.
21. Что такое компартментные модели? Приведите примеры.
22. Как используются фармакокинетические модели для оптимизации режимов дозирования лекарственных препаратов?
23. Дайте определение случайной величины. Какие типы случайных величин вы знаете?
24. Что такое математическое ожидание и дисперсия случайной величины? Как они интерпретируются?
25. Сформулируйте закон больших чисел. В чем его практическое значение для моделирования биологических процессов?
26. В чем суть центральной предельной теоремы? Каковы условия ее применимости?
27. Что такое случайный процесс? Чем он отличается от случайной величины?
28. Что такое марковский процесс? Какие основные свойства марковских процессов?
29. Дайте определение цепи Маркова. Что такое матрица переходных вероятностей?
30. Что такое уравнения Колмогорова? Для чего они используются?
31. Как учитывается случайность в стохастических моделях роста популяций?
32. Что такое ветвящийся процесс? Что такое критический параметр ветвления?
33. Опишите модель рождения и гибели. Как она применяется для моделирования популяций?
34. Что такое диффузионные модели? Как они используются в биологии?
35. Приведите примеры применения стохастических моделей роста популяций в биофарминжиниринге.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	**Вид самостоятельной работы** ***(проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа,подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).***	**Объем в часах**	**Форма контроля** ***(проверка решения задач, реферата и др.)***
Раздел 1. Введение в математическое моделирование биологических процессов			
Тема 1.1. Основные понятия и классификация математических моделей	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	16	Вопросы к экзамену, Тестирование
Тема 1.2. Этапы математического моделирования	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	16	Вопросы к экзамену, Тестирование
Раздел 2. Детерминированные модели биологических процессов			
Тема 2.1. Модели роста популяций	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	10	Вопросы к экзамену, Тестирование, Оценивание реферата
Тема 2.2. Модели взаимодействия популяций	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	10	Вопросы к экзамену, Тестирование, Оценивание реферата
Тема 2.3. Модели ферментативной кинетики	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	8	Вопросы к экзамену, Тестирование, Оценивание реферата
Тема 2.4. Фармакокинетические модели	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	8	Вопросы к экзамену, Тестирование, Оценивание реферата
Раздел 3. Стохастические модели биологических процессов			
Тема 3.1. Основы теории вероятностей и математической статистики	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	10	Вопросы к экзамену, Тестирование

Название разделов и тем	**Вид самостоятельной работы** ***(проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа,подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).***	**Объем в часах**	**Форма контроля** ***(проверка решения задач, реферата и др.)***
Тема 3.2. Основы теории случайных процессов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	8	Вопросы к экзамену, Тестирование, Оценивание реферата
Тема 3.3. Стохастические модели роста популяций	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	10	Вопросы к экзамену, Тестирование, Оценивание реферата

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы
основная

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : Учебник для вузов / В.Д. Мятлев, Л.А. Панченко, А.Т. Терехин, Г.Ю. Ризниченко. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - 321 с. - (Высшее образование). - https://urait.ru/bcode/470481. - https://urait.ru/book/cover/24DAB9C1-039C-444A-B481-BA67E70D909E. - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-01698-7 : 759.00. / .— ISBN 0_275409

2. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ / А. Ю. Александров, А. В. Платонов, В. Н. Старков, Н. А. Степенко. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 272 с. - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области прикладных математики и физики в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению «Прикладные математика и физика», а также по другим математическим и естественнонаучным направлениям и специальностям и смежным направлениям и специальностям в области техники и технологий. - Книга из коллекции Лань - Математика. - URL: https://e.lanbook.com/book/209828. - https://e.lanbook.com/img/cover/book/209828.jpg. - Режим доступа: ЭБС "Лань"; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-8114-2022-3. / .— ISBN 0_556484

3. Ризниченко Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 210 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/537453 . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-07872-5 : 929.00. / .— ISBN 0_527514

4. Ризниченко Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика

продукционных процессов в 2 ч. Часть 2 : учебник / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 185 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/538019 . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-07874-9 : 839.00. / .— ISBN 0_527513

дополнительная

1. Исаева Н. М. Математическое моделирование в биологии : учебно-методическое пособие / Н. М. Исаева, И. В. Добрынина, Н. В. Сорокина ; Исаева Н. М., Добрынина И. В., Сорокина Н. В. - Тула : ТГПУ, 2018. - 63 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТГПУ - Биология. - https://e.lanbook.com/book/113619. - https://e.lanbook.com/img/cover/book/113619.jpg. - Режим доступа: ЭБС "Лань"; для авторизир. пользователей. - ISBN 978-5-6041454-8-7. / .— ISBN 0_368016

2. Колемаев, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. А. Колемаев, В. Н. Калинина, В. А. Колемаева. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2023. - 352 с. - Книга находится в премиум-версии IPR SMART. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: https://www.iprbookshop.ru/141792.html. - ISBN 5-238-00560-1. / .— ISBN 0_545202

3. Шипачев В. С. Высшая математика : учебное пособие / В. С. Шипачев. - 8-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 447 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/535509 . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-12319-7 : 1429.00. / .— ISBN 0_530243

4. Моделирование систем и процессов : учебник / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, А. В. Логинова [и др.]. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 510 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/535380 . - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-18563-8 : 1999.00. / .— ISBN 0_526872

учебно-методическая

1. Бутов А. А. Математические модели биологических процессов : методическое пособие / А. А. Бутов, М. А. Волков, И. А. Санников. - Ульяновск : УлГУ, 2001. - 37 с. / .— ISBN 1_44490.

2. Санников И. А. Математическое моделирование биологических процессов и систем : методические указания для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы студентов направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» / И. А. Санников ; УлГУ, ФМИиАТ. - 2024. - Неопубликованный ресурс. - URL: http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/16487. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный. / .— ISBN 0_599672.

б) Программное обеспечение

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"
- AnyLogic University Researcher

- Bizagi Modeler
- Maple

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: http://www.iprbookshop.ru. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: https://www.rosmedlib.ru. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: https://www.books-up.ru/ru/library/ . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: https://e.lanbook.com. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: http://znanium.com . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: https://нэб.рф. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: http://www.edu.ru. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций *(выбрать необходимое)*

Аудитории укомлектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерный техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	Заведующий кафедрой Кандидат физико-математических наук, Доцент	Санников Игорь Алексеевич
	Должность, ученая степень, звание	ФИО