

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

З.Р. Датская

«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
технологии материалов и промышленной
инженерии

Е.Ю. Степанович

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

наименование

Составитель

Семенова Л.Э., доцент, к.т.н.

Согласовано с работодателями:

Евдокимова Ю.Н., председатель Астраханского об-
ластного филиала РОПР;
Иванчук О.В. д. п. н., доцент зав. кафедрой физики
АГМУ

Направление подготовки / специаль-
ность

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2024

Курс

3

Семестр(ы)

5

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины «Основы моделирования биологических процессов и систем»: подготовка студентов в области исследования биологических процессов и систем на основе методов моделирования.

1.2. Задачи освоения дисциплины: «Основы моделирования биологических процессов и систем»:

- изучение базовых понятий, предмета, методов, видов и принципов моделирования;
- формирование навыков построения моделей систем на основе основных подходов к моделированию;
- овладение методами исследования и оптимизации биологических процессов и систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Основы моделирования биологических процессов и систем» относится к обязательной части – Б1.Б.22 и осваивается в 5 семестре

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

1. Б1.Б.05.02 ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
2. Б1.Б.05.03 СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
3. Б1.Б.06.01 ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПРОЕКТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)
4. Б.1.Б.08 ФИЗИКА
5. Б1.Б.10 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
6. Б1.Б.14 ХИМИЯ
7. Б1.Б.15 БИОЛОГИЯ
8. Б1.Б.20 КОНСТРУКЦИОННЫЕ БИОМАТЕРИАЛЫ
9. Б1.Б.21 БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Знания: математические операции, физические и химические процессы

Умения: составлять математическую модель процесса

Навыки: свободное владение компьютерными вычислительными программами

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Б1.Б.18 МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ И ДАННЫХ
2. Б1.В.06 БИОФИЗИКА
3. Б1.В.Д.02.02 ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ
4. Б1.Б.19 УПРАВЛЕНИЕ В БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности): ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-7.

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения дисциплины		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании биотехнических систем	Основные математические методы, применяемые в биомоделировании (дифференциальные уравнения, теория вероятностей, методы оптимизации) Принципы математического описания биологических процессов (кинетики ферментативных реакций, модели роста популяций, транспортные процессы в биосистемах)	Формулировать математическую модель биотехнической системы на основе экспериментальных данных Проводить численный анализ моделей с использованием специализированного ПО (MATLAB, Python с библиотеками SciPy/NumPy)	Навыками работы с программными пакетами для математического моделирования (COMSOL Multiphysics, ANSYS для биомеханических систем) Методами верификации и валидации математических моделей, включая оценку адекватности модели реальному процессу
ПК-1	ПК-1.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов.	Основные нормативные документы и стандарты, регламентирующие требования к медицинским изделиям (например, ГОСТ Р, ISO 13485, FDA/ЕС директивы) Ключевые физиологические и биохимические параметры биологических объектов, значимые для проектирования биотехнических систем (например, диапазоны частот сердечных сокращений, вязкость крови, электропроводность тканей)	Формулировать технические требования к биотехническим системам на основе анализа взаимодействия "устройство-биологическая среда" Оценивать соответствие параметров разрабатываемой системы клиническим потребностям и биосовместимости, используя данные научных публикаций и экспериментальных исследований	Методами анализа рисков для биомедицинских изделий (например, FMEA, FTA) Навыками работы с базами данных медицинских исследований (PubMed, IEEE Xplore) и нормативной документацией для выявления актуальных требований

ПК-2	ПК-2.1. Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели элементы и процессы биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий.	Основные принципы объектно-ориентированного программирования (ООП) и их применение в моделировании биосистем Математические основы моделирования биологических процессов (системы дифференциальных уравнений, клеточные автоматы, агент-ориентированные модели)	Реализовывать алгоритмы моделирования биотехнических систем на языках ООП (Python, C++, Java) Проводить верификацию и валидацию моделей, сравнивая результаты моделирования с экспериментальными данными	Навыками работы с библиотеками для научных вычислений (SciPy, NumPy, TensorFlow для нейросетевых моделей) Опытном использования специализированных платформ для биомоделирования (OpenModelica, COPASI, NEURON)
ПК-7	ПК-7.1. Разрабатывает структуру и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе.	Принципы интеграции медицинских, диагностических, терапевтических и мониторинговых систем в единый биотехнический комплекс Методы обработки и анализа медицинских данных (физиологических сигналов, медицинских изображений, лабораторных показателей)	Проектировать архитектуру интегрированной биотехнической системы с учетом клинических требований и технических ограничений Осуществлять междисциплинарную стыковку компонентов системы (аппаратных, программных, биологических)	Навыками работы с системами медицинской информатики (HL7, DICOM, PACS) Опытном использования платформ для интеграции медицинских устройств (Medical IoT, телемедицинские системы)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	36

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
- занятия лекционного типа, в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	18
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	18
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	72
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет – 5 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
<i>Тема 1.</i> Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.	3		3					12	18	Устные опросы, реферат, презентация
<i>Тема 2.</i> Методология компьютерного моделирования медико-биологических процессов.	3		3					12	18	Устные опросы, реферат, презентация
<i>Тема 3.</i> Адекватность математических моделей.	3		3					12	18	Устные опросы, реферат, презентация
<i>Тема 4.</i> Стохастические модели и уравнения при моделировании медико-биологических процессов	3		3					12	18	Устные опросы, реферат, презентация
<i>Тема 5.</i> Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.	3		3					12	18	Устные опросы, реферат, презентация
<i>Тема 6.</i> Автоматизация про-	3		3					12	18	Устные

Раздел, тема дисциплины	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
цесса моделирования медико-биологических процессов.										опросы, реферат, презентация
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:	18		18					72	108	

Таблица 3 - Матрица соотношения тем учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-7

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции				Общее количество компетенций
		ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-7	
Тема 1. Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.	18	+	+	+	+	4
Тема 2. Методология компьютерного моделирования медико-биологических процессов.	18	+	+	+	+	4
Тема 3. Адекватность математических моделей.	18	+	+	+	+	4
Тема 4. Стохастические модели и уравнения при моделировании медико-биологических процессов	18	+	+	+	+	4
Тема 5. Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.	18	+	+	+	+	4
Тема 6. Автоматизация процесса моделирования медико-биологических процессов.	18	+	+	+	+	4
ИТОГО	108					

Краткое содержание темы дисциплины.

Тема 1. Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.

Введение в теорию моделирования биологических процессов и систем. Схема организации процесса компьютерного моделирования: определение объекта, формализация объекта, оценка адекватности, тактическое планирование. Разработка схемы моделирования с помощью ПК: разработка алгоритма решения уравнений, вычислительный эксперимент, аналитическое исследование модели.

Тема 2. Методология компьютерного моделирования
медико-биологических процессов.

Математические схемы моделирования систем. Методология компьютерного моделирования медико-биологических процессов. Построение математических моделей. Вычислительные эксперименты. Реализация методологии компьютерного моделирования: (реальный технологический объект (система) – математическая модель, моделирующий алгоритм – программа ЭВМ – вычислительный эксперимент

Тема 3. Адекватность математических моделей.

Формализация и процессов функционирования систем. Распознавание образов. Современное понимание проблем адекватности математических моделей: непротиворечивость и чувствительность. Практическая реализация проверки адекватности математических моделей.

Тема 4. Стохастические модели и уравнения при моделировании
медико-биологических процессов

Нейросетевое моделирование. Применение экспертных систем в медицинских системах. Эффективность стохастических моделей и их реализация применительно к моделированию медико-биологических процессов. Алгоритм расчета стохастических моделей при моделировании медико-биологических процессов

Тема 5. Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.

Совокупные математические модели для множества объектов: разработка и исследование. Алгоритм оптимизации совокупностей математических моделей

Тема 6. Автоматизация процесса моделирования медико-биологических процессов.

Планирование машинных экспериментов с моделями систем. Уровни автоматизации при моделировании медико-биологических систем: система, математическая модель, программа для ЭВМ. Разработка схем автоматизации моделирования медико-биологических процессов.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине.

Лекционные и практические занятия проходят в аудиториях, оборудованных мультимедийной техникой и чертежными столами.

Лекции проводятся с использованием презентации с мультимедийными эффектами.

Учебно-методическое обеспечение: презентации, курс лекций (Moodle).

На практических занятиях студенты выполняют индивидуальные задания по пройденному теоретическому курсу.

Учебно-методическое обеспечение: презентации, курс лекций (Moodle)

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

В Moodle содержатся все необходимые методические материалы по дисциплине для каждой темы.

Рекомендуется для освоения темы:

1. изучить теоретический курс (предварительно материал рассматривается на лекционном занятии);
2. ответить на вопросы пробных тестов (в случае затруднения еще раз внимательно изучить лекцию по данной теме);
3. выполнить индивидуальные задания.

Рекомендуется подготовка к каждому занятию, т.к. материал последующих занятий предполагает усвоение предыдущего материала.

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1	<i>Тема 1.</i> Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.	12	Внеаудиторная самостоятельная работа, изучение литературы
2	<i>Тема 2.</i> Методология компьютерного моделирования медико-биологических процессов.	12	
3	<i>Тема 3.</i> Адекватность математических моделей.	12	
4	<i>Тема 4.</i> Стохастические модели и уравнения при моделировании медико-биологических процессов	12	
5	<i>Тема 5.</i> Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.	12	
6	<i>Тема 6.</i> Автоматизация процесса моделирования медико-биологических процессов.	12	
	Итого	72	

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Индивидуальные задания для самостоятельной работы студентов

Темы рефератов

1. Схема организации компьютерного моделирования: интерпретация, реализация, документирование в компьютерном моделировании.
2. Методологическая составляющая компьютерного моделирования медико-биологических процессов, точность экспериментальных данных.
3. Реалистичность, как признак адекватности математической модели.
4. Достоинства и недостатки применения стохастических моделей.
5. Функциональные возможности моделирующих систем.
6. Датчики и исполнительные механизмы при автоматизации моделирования медико-биологических процессов
7. Методы моделирования биологических процессов и систем. Виды моделей.
8. Методы качественного исследования систем дифференциальных уравнений.
9. Качественное исследование простейших биологических процессов.
10. Кинетика ферментативных реакций. Скорость химических реакций.
11. Моделирование фермент-субстратных систем и реакций.
12. Процесс ингибирования. Виды. Модели. Модельные представления.
13. Клеточные мембраны. Свойства. Транспорт веществ.
14. Одномерная диффузия через клеточную мембрану. Стационарный случай.

15. Диффузия в трехмерном пространстве. Модели. Длительность.
16. Пассивный транспорт веществ за счет диффузии.
17. Пассивный транспорт при помощи переносчиков.
18. Унипорт. Симпорт. Антрипорт.
19. Активный транспорт веществ через биомембрану.
20. Мембранный потенциал. Потенциал покоя.
21. Модель биомембраны как электрической цепи.
22. Модель Ходжкина-Хаксли.
23. Механизмы мышечного сокращения. Теории и модельные представления.
24. Мостиковая модель мышечного сокращения Хаксли.
25. Связь «сила-скорость» мышечной ткани. Модель Хилла.
26. Закон Франка-Старлинга для сердца.
27. Схема электромеханического сопряжения в сердечной клетке.
28. Модель механоэлектрической обратной связи в миокарде.
29. Моделирование электрических и механических явлений в сердечной мышце
30. Биомеханика костной ткани. Свойства. Модели взаимодействия костной ткани и имплантируемых конструкций.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии: кейс-анализ; презентации; проекты; интерактивные лекции; групповые дискуссии; peer education/равный обучает равного; проектные семинары, групповая консультация.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

	Тема дисциплины	Форма учебного занятия	
		Лекция	Практические работы
1	<i>Тема 1.</i> Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.	<i>лекция-презентация</i>	<i>выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)</i>
2	<i>Тема 2.</i> Методология компьютерного моделирования медико-биологических процессов.	<i>лекция-презентация</i>	<i>выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)</i>
3	<i>Тема 3.</i> Адекватность математических моделей.	<i>лекция-презентация</i>	<i>выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)</i>
4	<i>Тема 4.</i> Стохастические модели и уравнения при моделировании медико-биологических процессов	<i>лекция-презентация</i>	<i>выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)</i>
5	<i>Тема 5.</i> Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.	<i>лекция-презентация</i>	<i>выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действием («action learning»)</i>
6	<i>Тема 6.</i> Автоматизация процесса моделирования медико-биологических	<i>лекция-презентация</i>	<i>выполнение практических заданий, анализ конкретных ситуаций, обучение действи-</i>

	Тема дисциплины	Форма учебного занятия
	процессов.	ем («action learning»)

6.2. Информационные технологии

- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»);
- использование электронных учебников и различных сайтов как источник информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности
VLC Player	Медиапроигрыватель
Electronics Workbench	Система Electronics Workbench предназначена для проектирования аналоговых и цифровых электронных схем с визуализацией исходных данных и результатов проводимых анализов.
KOMPAS-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. [Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»](http://dlib.eastview.com)
<http://dlib.eastview.com>

Имя пользователя: AstrGU, Пароль: AstrGU

2. Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов - www.polpred.com

3. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» - <https://library.asu.edu.ru/catalog/>

4. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» - <https://journal.asu.edu.ru/>

5. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИ-КОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.

<http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «**Основы моделирования биологических процессов и систем**» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемая тема дисциплины	Код контролируемой компетенции				Наим. оценочного средства
	ОПК-1	ПК-1	ПК-2	ПК-7	
<i>Тема 1.</i> Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.	+	+	+	+	Опрос, реферат
<i>Тема 2.</i> Методология компьютерного моделирования моделирования медико-биологических процессов.	+	+	+	+	Опрос, реферат
<i>Тема 3.</i> Адекватность математических моделей.	+	+	+	+	Опрос, реферат
<i>Тема 4.</i> Стохастические модели и уравнения при моделировании медико-биологических процессов	+	+	+	+	Опрос, реферат
<i>Тема 5.</i> Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.	+	+	+	+	Опрос, реферат

Тема 6. Автоматизация процесса моделирования мекро-биологических процессов.	+	+	+	+	Опрос, реферат
---	---	---	---	---	----------------

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	1. Правильное выполнение 90% предложенных тестовых заданий 2. Умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, делать необходимые выводы. 3. Демонстрация глубоких знаний теоретического материала, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры.
4 «хорошо»	1. Правильное выполнение 80% предложенных тестовых заданий 2. Демонстрируются знания теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	1. Правильное выполнение 70% предложенных тестовых заданий 2. Демонстрируется неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	Демонстрируются существенные пробелы в знании теоретического материала, не способность его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя.

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	1. Правильное, самостоятельное и своевременное выполнение заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя) 2. Демонстрируется способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполнение заданий. 3. Умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	1. Правильное, самостоятельное и своевременное выполнение заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя), допускаются недочеты, не влияющие на суть задачи. 2. Демонстрируется способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательное и правильное выполнение заданий. 3. Умение обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, возможны единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	1. Правильное, самостоятельное и своевременное выполнение заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя), допускаются недочеты при решении комплексных задач, задание выполнено с помощью тьютера. 2. Неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов

	преподавателя; 3. Демонстрируются отдельные, несистематизированные навыки, неспособность применить знания теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	1. Отсутствие выполненных заданий по темам дисциплины (подпись преподавателя) и его теоретического обоснования. 2. Отсутствие умения самостоятельно правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Тема 1. Основные понятия о компьютерном моделировании. Схема организации процесса компьютерного моделирования.

Вопросы для обсуждения

1. Введение в теорию моделирования биологических процессов и систем.
2. Схема организации процесса компьютерного моделирования: определение объекта, формализация объекта, оценка адекватности, тактическое планирование.
3. Разработка схемы моделирования с помощью ПК: разработка алгоритма решения уравнений, вычислительный эксперимент, аналитическое исследование модели.
4. Модель. Определение. Назначение.
5. Классификация моделей.

Тема 2. Методология компьютерного моделирования моделирования медико-биологических процессов.

Вопросы для обсуждения

1. Математические схемы моделирования систем.
2. Методология компьютерного моделирования медико-биологических процессов.
3. Построение математических моделей.
4. Вычислительные эксперименты.
5. Реализация методологии компьютерного моделирования: (реальный технологический объект (система) – математическая модель, моделирующий алгоритм – программа ЭВМ – вычислительный эксперимент.
6. Формализация объекта. Назначение.
7. Граничные условия. Определение. Назначение.
8. Взаимосвязь математической и численной моделей.

Тема 3. Адекватность математических моделей.

Вопросы для обсуждения

1. Формализация и процессов функционирования систем.
2. Распознавание образов.
3. Современное понимание проблем адекватности математических моделей: непротиворечивость и чувствительность.
4. Практическая реализация проверки адекватности математических моделей.
5. Модель состояния ионных каналов. Краткое описание и практическое применение.
6. Вычислительный эксперимент. Определение. Процедура. Назначение.
7. Качественное исследование моделей. Назначение и методика.

Тема 4. Стохастические модели и уравнения при моделировании

Вопросы для обсуждения

1. Нейросетевое моделирование.
2. Применение экспертных систем в медицинских системах.
3. Эффективность стохастических моделей и их реализация применительно к моделированию медико-биологических процессов.
4. Алгоритм расчета стохастических моделей при моделировании медико-биологических процессов.
5. Ферментативные реакции. Определение.
6. Фермент-субстратная реакция. Определение.

Тема 5. Совокупности математических моделей. Функциональные возможности моделирующих систем.

Вопросы для обсуждения

1. Совокупные математические модели для множества объектов: разработка и исследование.
2. Алгоритм оптимизации совокупностей математических моделей
3. Клеточная мембрана. Определение.
4. Диффузия. Определение. Расчет диффузии. Краткая последовательность и практическое применение.
5. Электрическая модель мембраны. Краткое описание. Назначение.
6. Моделирование мышечного сокращения:
 - 6.1. Мышечная ткань. Структура.
 - 6.2. Миофибриллы. Структура.
 - 6.3. Теория скользящих нитей. Краткое описание.
 - 6.4. Сокращение мышц. Частота. Управление.
 - 6.5. Закон Франка – Старлинга.
7. Математическая модель сердечной мышцы:
 - 7.1. Механизм возбуждения и сокращения сердечной мышцы.
 - 7.2. Миокард.
 - 7.3. Структура волокна сердечной мышцы.
 - 7.4. Механоэлектрическая обратная связь в миокарде.
8. Моделирование костной ткани.
 - 8.1. Основные механические свойства костной ткани.
 - 8.2. Структурные характеристики костной ткани.
 - 8.3. Прочность костной ткани.
9. Моделирование взаимодействия костной ткани и имплантируемых конструкций. Особенности. Назначение.

Практические задания для текущего контроля

Задание 1. Моделирование систем классификации и прогноза с использованием нейронных сетей.

Задание 2. Расчет прочности костной ткани.

Тема 6. Автоматизация процесса моделирования медико-биологических процессов.

Вопросы для обсуждения

1. Планирование машинных экспериментов с моделями систем.
2. Уровни автоматизации при моделировании медико-биологических систем: система, математическая модель, программа для ЭВМ.

3. Разработка схем автоматизации моделирования медико-биологических процессов.
4. Мышечная ткань. Структура. Миофибриллы. Структура. Теория скользящих нитей. Краткое описание. Сокращение мышц. Частота. Управление. Закон Франка – Старлинга.

Темы рефератов

31. Схема организации компьютерного моделирования: интерпретация, реализация, документирование в компьютерном моделировании.
32. Методологическая составляющая компьютерного моделирования медико-биологических процессов, точность экспериментальных данных.
33. Реалистичность, как признак адекватности математической модели.
34. Достоинства и недостатки применения стохастических моделей.
35. Функциональные возможности моделирующих систем.
36. Датчики и исполнительные механизмы при автоматизации моделирования медико-биологических процессов
37. Методы моделирования биологических процессов и систем. Виды моделей.
38. Методы качественного исследования систем дифференциальных уравнений.
39. Качественное исследование простейших биологических процессов.
40. Кинетика ферментативных реакций. Скорость химических реакций.
41. Моделирование фермент-субстратных систем и реакций.
42. Процесс ингибирования. Виды. Модели. Модельные представления.
43. Клеточные мембраны. Свойства. Транспорт веществ.
44. Одномерная диффузия через клеточную мембрану. Стационарный случай.
45. Диффузия в трехмерном пространстве. Модели. Длительность.
46. Пассивный транспорт веществ за счет диффузии.
47. Пассивный транспорт при помощи переносчиков.
48. Унипорт. Симпорт. Антрипорт.
49. Активный транспорт веществ через биомембрану.
50. Мембранный потенциал. Потенциал покоя.
51. Модель биомембраны как электрической цепи.
52. Модель Ходжкина-Хаксли.
53. Механизмы мышечного сокращения. Теории и модельные представления.
54. Мостиковая модель мышечного сокращения Хаксли.
55. Связь «сила-скорость» мышечной ткани. Модель Хилла.
56. Закон Франка-Старлинга для сердца.
57. Схема электромеханического сопряжения в сердечной клетке.
58. Модель механоэлектрической обратной связи в миокарде.
59. Моделирование электрических и механических явлений в сердечной мышце
60. Биомеханика костной ткани. Свойства. Модели взаимодействия костной ткани и имплантируемых конструкций.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачет

Вопросы для зачета

1. Общая схема организации процесса компьютерного моделирования.
2. Определение и формализация объектов моделирования.
3. Оценка адекватности и тактическое планирование при моделировании медико-биологических процессов.
4. Методология биологических процессов.
5. Построение эксперименты. компьютерного математических моделирования моделей.
6. Современное понимание проблем адекватности математических моделей: непротиворечивость и чувствительность.

7. Эффективность стохастических моделей и их реализация применительно к моделированию медико-биологических процессов.
8. Разработка и исследование совокупных математических моделей для множества объектов.
9. Уровни автоматизации при моделировании медико-биологических систем: система, математическая модель, программа для ЭВМ.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем				
1.	Задание закрытого типа	Состояние объекта – это совокупность наиболее существенных количественных признаков, переменных, характеризующих существование, поведение, эволюцию этого объекта или системы. Выберите правильный ответ: 1. да 2. нет	1	1
2.		Постоянные, по крайней мере достаточно длительное время, 4 количественные характеристики условий протекания процессов в системе называются параметрами системы. Выберите правильный ответ: 1. да 2. нет	1	1
3.		Сложность биологических систем заключается в том, что они представляют собой: Выберите правильные ответы: 1- открытые системы 2 - неравновесные системы 3- мультишкальные системы 4 - закрытые системы 5 - нестационарные системы 6 - стабильные системы	1	1
4.		Открытые биологические системы – непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией. Выберите правильный ответ: 1. да 2. нет	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
5.		Неравновесные биологические системы функционируют вдали от термодинамического равновесия и требуют энергетических затрат для поддержания существования. Выберете правильный ответ: 1. да 2. нет	1	1
6.	Задание открытого типа	С термодинамической точки зрения живая клетка представляет собой	открытую систему	1
7.		Биологические системы, которые непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией, называются.	Открытыми	1
8.		Постоянные, по крайней мере достаточно длительное время, количественные характеристики условий протекания процессов в системе	Параметры системы	1
9.		Сложные неорганические образования, расположенные в мембране клетки, через которые осуществляется транспорт ионов в клетку или из нее, называются	Ионными каналами	1
10.		Биологические системы, функционирующие вдали от термодинамического равновесия и требующие энергетических затрат для поддержания существования, называются	Неравновесными	1
11.	Комбинированный тип заданий	<i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</i> Основоположник кибернетики Норберт Винер говорил о модели биологической системы следующее: 1. лучшей моделью кошки являются другая, а желательно та же самая кошка 2. лучшей моделью кошки является другая кошка того же вида, пола, возраста 3. лучшей моделью кошки является	1 лучшей моделью кошки являются другая кошка, а желательно та же самая кошка	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		потомство кошки 4. лучшей моделью биологической системы является аналогичная биологическая система		
12.		<i>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</i> Фундаментальный закон, связывающий скорость реакции с концентрациями реагирующих веществ, называется 1. законом действующих масс 2. законом концентраций 3. законом энзимологии	1 <i>законом действующих масс</i>	2
ПК-1. Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий.				
1.	Задание закрытого типа	Неравновесные биологические системы функционируют вдали от термодинамического равновесия и требуют энергетических затрат для поддержания существования. Выберете правильный ответ: 1- да 2 - нет	4	1
2.		Неравновесные биологические системы функционируют вдали от термодинамического равновесия и являются стабильными. Выберите правильный ответ: 1- да 2 - нет	2	1
3.		Неравновесные биологические системы функционируют в состоянии термодинамического равновесия и не требуют энергетических затрат для поддержания существования. Выберете правильный ответ: 1- да 2 - нет	1	1
4.		Мультишкальные биологические системы объединяют воедино процессы различной физической природы (электричество, механика, магнетизм, хи-	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>мия, оптика и др.) с беспрецедентным для неживой природы диапазоном характерных 5 пространственных масштабов величин и временных масштабов, обуславливающих существование системы.</p> <p>Выберете правильный ответ: 1- да 2 - нет</p>		
5.		<p>Мультишкальные биологические системы осуществляют процессы различной физической природы (электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) за счет использования отдельных структурных элементов.</p> <p>Выберете правильный ответ: 1- да 2 - нет</p>	2	1
6.	Задание открытого типа	<p>Биологические системы, объединяющие воедино процессы различной физической природы (электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с беспрецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов, обуславливающих существование системы.</p>	Мультишкальные	1
7.		<p>..... отделяет содержимое клетки от внешней среды, обеспечивая ее целостность, регулирует обмен веществ между клеткой и внешней средой.</p>	Клеточная мембрана	1
8.		<p>Как называется диффузия вещества через мембрану, облегченная молекулами-переносчиками, встроенными неподвижно в мембрану.</p>	Облегченная диффузия	1
9.		<p>Разность потенциалов, наблюдаемая в невозбужденном состоянии клетки, называется</p>	Потенциалом покоя	1
10.		<p>Как называется изменение концентрации вещества, участвующего в реакции за единицу времени.</p>	Скорость реакции	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
11.	Комбинированный тип заданий	<p><i>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</i></p> <p>Сложность биологических систем заключается в том, что они представляют собой:</p> <p>a. открытые системы b. неравновесные системы c. мультишкальные системы d. закрытые системы e. нестационарные системы f. стабильные системы</p>	<p>a, b, c.</p> <p>открытые системы; неравновесные системы; мультишкальные системы</p>	2
12.		<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</i></p> <p>Ряд операций по представлению информации от разных датчиков в виде единых по уровню электрических сигналов, отвечающих заданным требованиям, называется</p> <p>a. Нормализацией сигналов b. Нормированием сигналов c. Дискретизацией сигналов d. Восстановлением сигналов</p>	<p>a</p> <p>Нормализацией сигналов</p>	2
ПК-2. Способность к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.				
1.	Задание закрытого типа	<p>Основоположник кибернетики Норберт Винер говорил о модели биологической системы следующее: лучшей моделью кошки являются другая, а желательно та же самая кошка.</p> <p>Выберете правильный ответ: 1- да 2- нет</p>	1	1
2.		<p>Основоположник кибернетики Норберт Винер говорил о модели биологической системы следующее:</p> <p>Выберете правильный ответ: 1 - лучшей моделью кошки являются другая, а желательно та же самая кошка 2 - лучшей моделью кошки является другая</p>	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		кошка того же вида, пола, возраста 3 - лучшей моделью кошки является потомство кошки 4 - лучшей моделью биологической системы является аналогичная биологическая система		
3.		Ионные каналы – это сложные белковые молекулы, расположенные в мембране клетки, через которые осуществляется транспорт ионов в клетку или из нее. Выберете правильный ответ: 1- да 2- нет	1	1
4.		Ионные каналы – это сложные неорганические образования, расположенные в мембране клетки, через которые осуществляется транспорт ионов в клетку или из нее. Выберете правильный ответ: 1- да 2- нет	2	1
5.		Ионные каналы – это сложные белковые молекулы, расположенные в мембране клетки, через которые осуществляется транспорт ионов только в клетку. Выберете правильный ответ: 1- да 2- нет	2	1
6.	Задание открытого типа	Способ описания объекта, процесса или явления, отражающий существенные с точки зрения решаемой задачи факторы: а. модель б. подобие с. методология	модель	1
7.		Какая теорема устанавливает условия редукции системы дифференциальных уравнений с малым параметром	Теорема Тихонова	1
8.		Процесс подавления функции фермента называется	Ингибированием	1
9.		Линия на фазовой плоскости, которая пересекает интеграль-	Изоклина	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		ные кривые уравнения (или фазовые траектории системы) под некоторым одинаковым углом, т. е. в каждой точке этой линии пересекающие ее фазовые траектории имеют одно и то же направление вектора скорости, или соответствующие интегральные кривые имеют одинаковый угол наклона касательной.		
10.		Fermentum с латинского переводится как ...	Закваска	1
11.	Комбинированный тип заданий	<p><i>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</i></p> <p>Фундаментальный закон, связывающий скорость реакции с концентрациями реагирующих веществ называется</p> <p>Выберете правильный ответ: 1- законом действующих масс 2 - законом концентраций 3 - законом энзимологии</p>	1- законом действующих масс	
12.		<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</i></p> <p>С термодинамической точки зрения живая клетка представляет собой... Выберите правильный ответ: 1- открытую систему 2 - закрытую систему 3 - стационарную систему</p>	2 закрытую систему	1
ПК-7. Способность к созданию интегрированных биотехнических систем и медицинских систем, и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека.				
1.	Задание закрытого типа	<p>Ферменты – сложные белковые соединения, рибозимы или их комплексы, ускоряющие химические реакции в живых системах.</p> <p>Выберете правильный ответ: 1- да 2- нет</p>	1	1
2.		Реагенты в реакции, катализи-	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		руемой ферментами, называются субстратами, а получающиеся вещества – продуктами. Выберите правильный ответ: 1- да 2- нет		
3.		Согласно закону действующих масс, скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов. Выберите правильный ответ: 1- да 2- нет	1	1
4.		Согласно закону действующих масс, скорость реакции обратно пропорциональна произведению концентраций реагентов. Выберите правильный ответ: 1- да 2- нет	1	1
5.		Можно ли сказать, что согласно закону действующих масс, скорость реакции пропорциональна произведению концентраций субстратов. Выберите правильный ответ: 1- да 2- нет	2	1
6.	Задание открытого типа	С термодинамической точки зрения живая клетка представляет собой закрытую систему. Выберите правильный ответ: - да - нет	квадрат	1
7.		Клеточная мембрана отделяет содержимое клетки от внешней среды, обеспечивая ее целостность, регулирует обмен веществ между клеткой и внешней средой. Выберите правильный ответ: - да - нет	мелким	1
8.		Мембрана служит для свободного потока веществ в клетку и из клетки а. Барьером б. Клапаном с. Направляющей	Барьером	1
9.		ДНК с химической точки зрения это:	Длинная полимерная молекула	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		а. Длинная полимерная молекула б. Длинная мономерная молекула с. Полимерная молекула д. Короткая полимерная молекула		
10.		Ферменты увеличивают скорость химической реакции, но: а. Не расходуются б. Расходуются с. Выступают в роли катализаторов	Выступают в роли катализаторов	1
11.	Комбинированный тип заданий	<i>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</i> Основные функции биомембран: Выберите правильные ответы: 1- барьерная 2 - транспортная 3- электрическая 4- защитная 5- биологическая	2 Т.к. соединение не получится в виду разных значений шагов резьбы	2
12.		<i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</i> Сколько существует классов мембранных транспортных белков: а- 2 б. 3 с. 4	2 Канальные белки и транспортеры	2

Полный комплект образцов оценочных материалов по дисциплине приведен в настоящей рабочей программе дисциплины п. 7.3.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Ответ на занятии</i>	36/0,6	20	По плану
2.	<i>Выполнение практического задания</i>	10/7	70	
Всего			90	-
Блок бонусов				
3.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	10/1	10	По плану
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия из расчета 1 занятие – 100 баллов)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-10
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-10
<i>Неготовность к занятию</i>	-20
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-30

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Основная литература:

- Ватульян, А. О Математическое моделирование и биомеханика в современном университете : тезисы докладов XIII Всероссийской школы-семинара, (с. Дивноморское, 31 мая - 3 июня 2018 г.) / ред. : А. О. Ватульян, М. И. Карякин, В. С. Кондратьев, А. В. Попов, А. Н. Соловьёв. - Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2018. - 108 с. - ISBN 978-5-9275-2802-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528028.html>
- Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Королёв А.Л. - М.: БИНОМ, 2013. – 296 с.
- Методы компьютерного моделирования в машиностроении: учеб. пособие по курсу "Методы компьютерного моделирования" для бакалавров направления 220700.62 и магистрантов направления 220700.68 / В. А. Каракозова [и др.] ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2015. - 59 с.

8.2 Дополнительная литература:

1. Корневский, Николай Алексеевич. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы [Текст]: учебное пособие / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей, С. П. Серегин; Курский государственный технический университет, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. - 2-е изд. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 986 с.
2. Корневский, Николай Алексеевич. Биотехнические системы медицинского назначения [Текст] : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол: ТНТ, 2012. - 688 с.
7. Корневский, Николай Алексеевич. Эксплуатация и ремонт биотехнических систем медицинского назначения [Текст]: учебное пособие / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол: ТНТ, 2012. - 432 с.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система ВООК.ru <https://book.ru>
Образовательная платформа ЮРАЙТ, <https://urait.ru/>
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» <https://biblio.asu-edu.ru>. *Учётная запись образовательного портала АГУ*
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

www.studentlibrary.ru *Регистрация с компьютеров АГУ*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	Аудитория	Плазменная панель – 1 шт., Компьютер – 1 шт.
2	Компьютерный класс	Рабочее место преподавателя – 1 шт., Компьютеры - 10 шт. (с учетом ПК преподавателя), Проектор – 1 шт., Экран проектора – 1 шт.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответству-

ющие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).