Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ряполов Петр Александрович
Должность: декан ЕНФ
Дата подписания: 08.09.2026 03:21:00
Уникальный программный ключ:
efd3ecdbd183f7649d0e3755706662944e7e98038fc3e3682f6f1489c1ff6

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Моделирование биологических процессов и систем»

Цель преподавания дисциплины

Подготовка студентов в области исследования биотехнических систем и сложных процессов на основе методов математического моделирования, направленных на:

- исследование и оптимизацию моделей биологических процессов и систем на различных уровнях их организации;
- исследование и оптимизацию биотехнических систем;
- оптимизацию разработки медицинской техники.

Задачи изучения дисциплины

- получение знаний в области теории моделирования; классификации видов моделирования; имитационного моделирования;
- изучение математических методов моделирования; планирование имитационных экспериментов с моделями; формализация и алгоритмизация процессов; концептуальные модели; логическая структура моделей;
- получение навыков построения моделирующих алгоритмов: статистическое моделирование на ЭВМ; оценка точности и достоверности результатов моделирования;
- овладение инструментальными средствами моделирования биологических процессов и систем; математическими методами моделирования; языками моделирования; анализом и интерпретацией результатов моделирования на ЭВМ;
- формирование знаний в области планирования эксперимента и принятия решений.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 - **Способен проводить** научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий

Разделы дисциплины

Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем.

Формально-статистические методы моделирования.

Построение моделей элементов биотехнических систем.

Имитационное моделирование БТС.

Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго–Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:
и.о. декана факультета фундаментальной
(наименование ф-та полностью)
и прикладной информатики

_____ Т.А. Ширабакина
(подпись, инициалы, фамилия)
«30» 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование биологических процессов и систем»
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
(шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские
наименование направленности (профиля, специализации)
аппараты и системы»

форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 Биотехнические системы и технологии на основании учебного плана ОПОП ВО 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы» на заседании кафедры биомедицинской инженерии «30» августа 2019 г., протокол № 1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ Кореневский Н.А.

Разработчик программы _____ к.т.н., доцент Шаталова О.В.

(ученая степень и ученое звание, ФИО)

Согласовано:

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г. на заседании кафедры БМИ 31.08.2020 №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ / Кореневский Н.А. /

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г. на заседании кафедры БМИ 31.08.2021 №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ / Кореневский Н.А. /

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020 г. на заседании кафедры БМИ №14 от 01.07.2022

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____ / Кореневский Н.А. /

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021г. на заседании кафедры БМИ №11 от 23.06.2021

Зав. кафедрой _____ Корнеева Н.А.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022г. на заседании кафедры БМИ №11 от 24.06.2024

Зав. кафедрой _____ Сергеев С.Н.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» 02 2023г. на заседании кафедры БМИ №11 от 27.06.2025г.

Зав. кафедрой _____ Сергеев С.Н.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» 03 2024г. на заседании кафедры БМИ №11 от 26.06.2024

Зав. кафедрой _____ Сергеев С.Н.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № __ «__» _____ 20__г. на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Подготовка студентов в области исследования биотехнических систем и сложных процессов на основе методов математического моделирования, направленных на:

- исследование и оптимизацию моделей биологических процессов и систем на различных уровнях их организации;
- исследование и оптимизацию биотехнических систем;
- оптимизацию разработки медицинской техники.

1.2 Задачи дисциплины

- получение знаний в области теории моделирования; классификации видов моделирования; имитационного моделирования;
- изучение математических методов моделирования; планирование имитационных экспериментов с моделями; формализация и алгоритмизация процессов; концептуальные модели; логическая структура моделей;
- получение навыков построения моделирующих алгоритмов: статистическое моделирование на ЭВМ; оценка точности и достоверности результатов моделирования;
- овладение инструментальными средствами моделирования биологических процессов и систем; математическими методами моделирования; языками моделирования; анализом и интерпретацией результатов моделирования на ЭВМ;
- формирование знаний в области планирования эксперимента и принятия решений.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
ПК-1	Способен проводить научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий	ПК-1.1. Анализирует медико-биологическую и научно-техническую информацию в сфере биотехнических систем и технологий	***Знать:*** правила работы с медико-биологической и научно-технической информацией в сфере биотехнических систем и технологий ***Уметь:*** производить обоснованный выбор направлений научных исследований, формировать этапы научно-исследовательской работы в сфере биотехнических систем и

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций*
код компетенции	*наименование компетенции*		
			технологий ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** способностью обобщать, анализировать и воспринимать медико-биологическую и научно-техническую информацию в сфере биотехнических систем и технологий
		ПК-1.2. Обрабатывает результаты медико-биологических и экологических (в том числе и многофакторных) экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств	***Знать:*** особенности представления результатов научных исследований ***Уметь:*** выполнять первичную обработку и анализ экспериментальных данных с оценкой уровня случайных и систематических погрешностей ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими моделями и методами обработки биомедицинских данных и сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ
		ПК-1.3. Проводит медико-биологические, экологические (в том числе и многофакторные) эксперименты по утвержденной методике и вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в биотехнических системах	***Знать:*** методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента ***Уметь:*** планировать порядок проведения экспериментальных исследований ***Владеть (****или* ***Иметь опыт деятельности):*** навыками работы с программными пакетами математического моделирования и методами расчета параметров и основных характеристик моделей любого из рассмотренных классов

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование биологических процессов и систем» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часа.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	36
в том числе:	
лекции	12
лабораторные занятия	12
практические занятия	12
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	70,85
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,15
в том числе:	
зачет	не предусмотрено
зачет с оценкой	не предусмотрено
курсовая работа (проект)	не предусмотрено
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем	Понятие моделирования. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Классификация математических моделей. Понятие об адекватности математической модели. Общая характеристика методов составления математических моделей.

2	Формально-статистические методы моделирования	Общая характеристика формально-статистических методов. Пассивный эксперимент: общая характеристика. Понятие об уравнении регрессии. Построение линейной модели статики. Регрессионный анализ результатов моделирования. Проверка гипотезы об однородности выборочных дисперсий параллельных измерений. Проверка гипотезы о значимости оценок коэффициентов регрессии. Проверка гипотезы об адекватности математической модели. Построение множественной линейной модели. Построение нелинейных моделей, описывающих статический режим работы объекта. Математические модели на основе активных экспериментов. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Построение моделей на основе планов второго порядка. Алгоритм построения регрессионных моделей на основе планирования экспериментов.
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	Особенности задачи моделирования процессов функционирования элементов биотехнических систем. Модели, характеризующие режим течения материального потока. Модель процессов газообмена в дыхательной системе человека. Моделирование органов слуха. Особенности органов слуха, как объекта моделирования. Модели наружного и среднего уха. Модели улитки.
4	Имитационное моделирование БТС	Понятие об имитационном моделировании. Понятие о компартментной системе. Построение методической модели на примере модели движения йода в организме млекопитающих. Алгоритмическая модель процесса. Имитационная модель лечебного учреждения: вопросы подготовки исходных данных.
5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	Общая характеристика системы MATLAB. Численный анализ моделей элементов биотехнических систем.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно – методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем	2	1		У-1, МУ-1, МУ-3	С (2) ЗЛ (4), РТ1(2), Д(2), КЗ(4)	ПК-1
2	Формально-статистические методы моделирования	2	2	1	У-1, МУ-1, МУ-2, МУ-3	С (4), ЗЛ (6), ЗП (4), РТ2(4), КЗ(6)	ПК-1
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	2	3	2	У-1, МУ-1, МУ-2, МУ-3	С (6), ЗЛ(8), ЗП (8), РТ3(6), Д(6), КЗ(8)	ПК-1
4	Имитационное моделирование БТС	2	4	3	У-1, У-2, МУ-1, МУ-2, МУ-3	С (8), ЗЛ (10), ЗП (12), РТ4(8), КЗ(12)	ПК-1

5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	4	5		У-1, У-3, МУ-1, МУ-3	С (12), ЗЛ (12), РТ5(12), Д(12)	ПК-1

Примечание: $У_i$- учебная литература; $МУ_j$- методические указания; С – собеседование по разделу; ЗП – защита практического занятия в виде собеседования, ЗЛ – защита лабораторного занятия в виде собеседования, КЗ – кейс-задача, Д – дискуссия, $РТ_i$ – рубежный тест.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1	Проверка адекватности моделей: интерполяция и аппроксимация	4
2	Проверка адекватности моделей: моделирование процессов конечными суммами	2
3	Анализ влияния отдельных факторов в моделях	2
4	Математическое моделирование элементов и систем в пакете MATLAB	2
5	Модели процессов, содержащие обыкновенные дифференциальные уравнения	2
Итого:		12

4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Моделирование речевого сигнала	4
2	Основные свойства слуха	4
3	Моделирование электрического генератора сердца	4
Итого:		12

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем	1-2 неделя	12
2	Формально-статистические методы моделирования	3-4 неделя	12
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	5-6 неделя	12
4	Имитационное моделирование БТС	7-9 неделя	16
5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	10-12 неделя	18,85
Итого:			70,85

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно–наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно–методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

научной библиотекой университета:

а) библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

б) имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет;

кафедрой:

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
- заданий для самостоятельной работы;
- тем рефератов и докладов;
- вопросов к экзамену;
- методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ.

полиграфическим центром (типографией) университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами БСМП г. Курска.

Таблица 6.1 - Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Лекции раздела (темы) дисциплины 1 «Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем»	Дискуссия	2
2	Лабораторная работа 1 «Проверка адекватности моделей: интерполяция и аппроксимация»	Кейс – задача	4
3	Лабораторная работа 2 «Проверка адекватности моделей: моделирование процессов конечными суммами»	Кейс – задача	2

4	Лабораторная работа 4 «Математическое моделирование элементов и систем в пакете MATLAB»	Дискуссия	2
4	Практическое занятие 2 «Основные свойства слуха»	Кейс – задача	2
5	Практическое занятие 3 «Моделирование электрического генератора сердца»	Кейс – задача	2
6	Лекции раздела (темы) дисциплины 3 «Построение моделей элементов биотехнических систем»	Дискуссия	1
7	Лекции раздела (темы) дисциплины 5 «Применение системы Matlab для решения задач моделирования элементов БТС»	Дискуссия	1
Итого:			16

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, а также примеры творческого мышления;
- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, (разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, мастер-классы);
- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-1 - Способен проводить научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий	Биология	Научно-исследовательская работа	Приборы и комплексы для лабораторного анализа
	Учебно-исследовательская работа	Моделирование биологических процессов и систем	Фотометрическая медицинская техника
	Математическая биология	Стандартные программные средства в имитационном моделировании биотехнических систем	
	Биоинформатика	Введение в MATLAB	Производственная преддипломная практика
		Медицинские информационные системы	

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-1/ основной	ПК-1.1 - Анализирует медико-биологическую и научно-техническую информацию в сфере биотехнических систем и технологий	***Знать:*** правила работы с медико-биологической и информацией в сфере биотехнических систем ***Уметь:*** производить обоснованный выбор направлений научных исследований ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** способностью	***Знать:*** дополнительно к пороговому уровню правила работы с научно-технической информацией в сфере биотехнических систем ***Уметь:*** дополнительно к пороговому уровню формировать этапы научно-	***Знать:*** дополнительно к продвинутому уровню правила работы с медико-биологической и научно-технической информацией в сфере биотехнических технологий ***Уметь:*** дополнительно к

		обобщать медико-биологическую и научно-техническую информацию в сфере биотехнических систем и технологий	исследовательской работы в сфере биотехнических систем ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** дополнительно к пороговому уровню способностью анализировать медико-биологическую и научно-техническую информацию в сфере биотехнических систем и технологий	продвинутому уровню формировать этапы научно-исследовательской работы в сфере биотехнических технологий ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** дополнительно к продвинутому уровню способностью воспринимать медико-биологическую и научно-техническую информацию в сфере биотехнических систем и технологий
	ПК-1.2 - Обрабатывает результаты медико-биологических и экологических (в том числе и многофакторных) экспериментов с применением современных информационных технологий и технических средств	***Знать:*** характеристики и методы первичных средств описания и анализа процессов и явлений в биологических системах. ***Уметь:*** использовать навыки работы с компьютером при моделировании биологических процессов и систем ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** компьютерным моделированием биологических процессов и систем	***Знать:*** дополнительно к пороговому уровню классификацию моделей по свойствам, используемому аппарату их синтеза, специфике моделируемого объекта ***Уметь:*** дополнительно к пороговому уровню применять методы и средства информационных технологий для решения задач моделирования биологических процессов и систем ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** дополнительно к пороговому уровню	***Знать:*** дополнительно к продвинутому уровню методы моделирования биологических процессов и систем ***Уметь:*** дополнительно к продвинутому уровню соблюдать основные требования информационной безопасности. ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** дополнительно к продвинутому уровню практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования

			практическими навыками использования современных компьютерных технологий в биологических и экологических исследованиях, приемами моделирования биологических процессов	
	ПК-1.3 - Проводит медико-биологические, экологические (в том числе и многофакторные) эксперименты по утвержденной методике и вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в биотехнических системах	***Знать:*** первичные средства описания и анализа процессов и явлений в биотехнических системах ***Уметь:*** получать данные компьютерного моделирования биологических процессов и систем ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** основными приемами обработки экспериментальных данных при моделировании биологических процессов и систем на персональном компьютере	***Знать:*** дополнительно к пороговому уровню методы анализа процессов и явлений в медико – биологических системах и их модели. ***Уметь:*** дополнительно к пороговому уровню правильно поставить виртуальный эксперимент ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** дополнительно к пороговому уровню методами представления и обработки результатов экспериментальных данных	***Знать:*** дополнительно к продвинутому уровню методики проведения вычислительных экспериментов ***Уметь:*** дополнительно к продвинутому уровню получать достоверные данные и контролировать все переменные и факторы воздействия при проведении виртуальных экспериментов ***Владеть (или Иметь опыт деятельности):*** дополнительно к продвинутому уровню навыками использования стандартных программных средств обработки экспериментальных данных

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

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР	ВС, ВСРС, ЗЛ, РТ1, Д, КЗ	1-15, 1:1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 1	Согласно табл.7.2
2	Формально-статистические методы моделирования	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗЛ, ЗП, РТ2, КЗ	1-15, 2: 1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 2	Согласно табл.7.2
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗЛ, ЗП, РТ3, Д, КЗ	1-15, 3: 1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 3	Согласно табл.7.2
4	Имитационное моделирование БТС	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗЛ, ЗП, РТ4, КЗ	1-15, 4: 1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 4	Согласно табл.7.2
5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР, ПЭ	ВС, ВСРС, ЗЛ, РТ5, Д, ЭБТ	1-15, 5:1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 1-20: 1-16	Согласно табл.7.2

Примечание:
ИМЛ – изучение материалов лекции
СРС – самостоятельная работа студентов
ВПЗ – выполнение практических заданий
ВЛР – выполнение лабораторных работ

ПЭ – подготовка к экзамену
ВС – вопросы для собеседования
ВСРС – вопросы для собеседования по самостоятельной работе студентов
ЗП – защита практической работы в форме вопросов для собеседования
ЗЛ – защита лабораторной работы в форме вопросов для собеседования
РТ – рубежный тест
КЗ – кейс-задача
Д - дискуссия
ЭБТ – экзаменационное бланковое тестирование

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы для собеседования по разделу (теме) дисциплины 1 «Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем»

1. Приведите примеры видов моделирования, которые Вы знаете?
2. Выскажите свое мнение «Какой принцип лежит в основе физического моделирования»?
3. Объясните, какой принцип лежит в основе математического моделирования?
4. Сделайте вывод, в каком виде может быть представлена физическая модель?
5. Приведите примеры основных достоинств и недостатков физического моделирования.
6. Объясните, в каком виде может быть представлена математическая модель?
7. Выскажите свое мнение, какие достоинства и недостатки математического моделирования.
8. Приведите примеры характеристических признаков имитационного моделирования.
9. Выскажите свое мнение «Какие классификационные признаки используются для выделения отдельных классов математических моделей»?
10. Объясните, что описывает математическая модель динамики?
11. Приведите примеры классов математических моделей динамики, которые вы знаете?
12. Сделайте вывод, что описывает математическая модель статики?
13. Приведите примеры классов математических моделей статики, которые вы знаете?
14. Приведите примеры этапов разработки математической модели объекта.
15. Выскажите свое мнение, как вы понимаете утверждение "Модель адекватна объекту"?

Вопросы для собеседования по практическому занятию 1 «Моделирование речевого сигнала»

1. Что такое вербальная информация?
2. Что такое невербальная информация?
3. Из каких трёх частей состоит голосовой аппарат?
4. К чему приводит увеличение человеком грудной клетки?
5. Когда возрастает внутрилёгочное давление в процессе дыхания?
6. Какой процесс: вдох или выдох, требует затраты энергии?
7. Каким примерным КПД обладает голосовой аппарат в качестве преобразователя акустической энергии?
8. За счет чего происходит модуляция воздушного потока?
9. Что такое гортань?
10. Что называют акустическим фильтром?
11. Какой процесс называют фонацией?
12. Что такое эффект Бернулли?
13. Что называется глоттальной волной?
14. Что такое резонансы вокального тракта?
15. По какой формуле определяется масса воздуха в ротовом отверстии?

Вопросы для собеседования по самостоятельной работе студентов по разделу (теме) дисциплины 1 «Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем»

1. Выскажите свое мнение, для чего предназначена система структурного моделирования Simulink?
2. Объясните, какие возможны варианты моделирования в Simulink?
3. Сделайте вывод, является ли Simulink средством визуально-ориентированного программирования?
4. Выскажите свою мысль, каким образом создается блок-схема системы или устройства в Simulink?
5. Укажите порядок работы с пакетом Simulink?
6. Выскажите свою мысль, в каком меню находится кнопка ***Demos***?
7. Объясните, какой командной можно запустить симуляцию?
8. Выскажите свою мысль что такое степень свободы?
9. Приведите примеры как можно остановить моделирование?
10. Выскажите свое мнение, каким путём осуществляется поворот блока?
11. Объясните, каким путём осуществляется копирование блока?
12. Сделайте вывод, каким путём осуществляется открытие окна настройки блока?
13. Приведите примеры как поменять собственную частоту?
14. Выскажите свою мысль, как увеличить амплитуду?
15. Объясните, где можно увеличить коэффициент демпфирования?

Кейс-задача 1

Требуется найти эмпирическую зависимость для следующих экспериментальных данных:

X	Y
1+ N	5 + N
2+ N	3+ N
3+ N	2,33+ N
4+ N	2+ N
5+ N	1,8+ N
6+ N	1,68+ N

Где N - номер варианта в журнале

Перечень дискуссионных тем по разделу (теме) дисциплине 1 «Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем»

1. Приведите примеры видов моделирования, которые Вы знаете?
2. Объясните, Какой принцип лежит в основе физического моделирования?
3. Выскажите свое мнение, какой принцип лежит в основе математического моделирования?
4. Сделайте вывод, в каком виде может быть представлена физическая модель?
5. Приведите примеры основных достоинств и недостатков физического моделирования.
6. Объясните, в каком виде может быть представлена математическая модель?
7. Приведите примеры достоинств и недостатков математического моделирования.
8. Приведите примеры характеристических признаков имитационного моделирования.
9. Выскажите свою мысль, какие классификационные признаки используются для выделения отдельных классов математических моделей?
10. Объясните, что описывает математическая модель динамики?

11. Сделайте вывод, какие классы математических моделей динамики вы знаете?
12. Выскажите свое мнение, что описывает математическая модель статики?
13. Приведите примеры классов математических моделей статики, которые вы знаете?
14. Перечислите этапы разработки математической модели объекта.
15. Объясните, как вы понимаете утверждение "Модель адекватна объекту"?

Тестовые задания по разделу (теме) дисциплины 2 «Формально – статистические методы моделирования»

1. На основе каких методик осуществляется наблюдения за выходами X и Y объекта?
а) **пассивного или активного эксперимента**
б) случайного или выборочного эксперимента
в) связующего или **фактического эксперимента**
г) **виртуального или натурного эксперимента**
2. Что такое «остаточная дисперсия»?
а) среднее квадратическое отклонение теоретического признака от фактического
б) среднее квадратическое отклонение **случайного признака от фактического**
в) среднее квадратическое отклонение **практического признака от фактического**
г) среднее квадратическое отклонение **действительного признака от фактического**
3.По какой формуле определяют оценку остаточной дисперсии?
а) $\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}$
б) $\sigma_{xy}^2 = \frac{\sum (y_{xi} - \bar{y})^2}{\sum n_i}$
в) $\sigma_x^2 = \frac{\sum (y_{xi} - y_i)^2}{n}$
г) $\sigma_{xy}^2 = \frac{\sum (y_i - x_i)^2}{\sum n_i}$
4. Какие координаты объекта можно включить в список факторов при постановке пассивного эксперимента?
а) входа и выхода
б) входа
в) выхода
г) начальные
5. Сколько факторов необходимо для пассивного эксперимента?
а) 1
б) 3
в) 5
г) 7
6. Какой формулой пользуются при проверке адекватности модели, если в каждом эксперименте осуществляется только один замер Y?
а) дифференциальное уравнение
б) уравнение регрессии
в) уравнение математического ожидания
г) уравнение дисперсии
1. Что лежит в основе экспериментально-статистических методов?
а) математическое представление
б) кибернетическое представление
в) наглядное представление

г) виртуальное представление

8. Если между выходным параметром у и фактором х1 нет линейной взаимосвязи, каков будет выборочный коэффициент парной корреляции?

а) меньше 0

б) больше 0

в) стремится к 1

г) стремится к 0

9. Для каких объектов можно построить математическую модель в виде уравнения регрессии?

а) статический режим работы

б) динамический режим работы

в) холостой режим работы

г) оптимальный режим работы

10. Какое уравнение следует рассматривать на этапе построения модели в виде множественного уравнения регрессии?

а) $\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_n x_n$

б) $y = ax + b$

в) $y = ax^2 + bx + c$

г) $y = e^{2x}$

11. Какие исходные данные необходимы для определения коэффициентов регрессии?

а) среднее арифметическое, коэффициент Фишера

б) коэффициент корреляции, среднеквадратическое отклонение

в) коэффициент Стьюдента, среднее геометрическое

г) коэффициент Фишера, коэффициент Стьюдента

12. Область применения метода Брандона?

а) построение нелинейной математической модели

б) построение имитационной модели

в) построение физической модели

г) построение виртуальной модели

13. В каком случае применяется уравнение трансцендентной регрессии?

а) экспериментальная выборка малых объемов

б) экспериментальная выборка средних объемов

в) экспериментальная выборка больших объемов

г) экспериментальная выборка при повышенных объемах

14. Какой критерий используется для проверки: значимости оценок коэффициентов регрессии?

а) коэффициент Стьюдента

б) коэффициент Фишера

в) коэффициент корреляции

г) остаточная дисперсия

15. Какой критерий используется для проверки адекватности математической модели?

а) коэффициент Стьюдента

б) коэффициент Фишера

в) коэффициент корреляции

г) взаимная корреляция

Итоговый тест

1. (2 балла) Какие виды моделирования существуют?

a) математическое, имитационное, физическое

b) систематическое, физическое, математическое

c) имитационное, биологическое, математическое
d) физическое, биологическое, систематическое

2. (2 балла) На какие виды могут быть разделены математические модели в зависимости от характера отображаемых свойств?

a) модельные и многоуровневые
b) функциональные и структурные
c) матричные и графические
d) структурные и элементарные

3. (2 балла) Установите соответствие между описаниями понятий, и их названиями, варианты которых представлены во втором столбце.

А. Модель, которую выделяют при определённом режиме функционирования объекта	1.) Математическое
Б. Модель, которую используют для представления в имитационной модели процесса	2.) Алгоритмическая модель
В. Модель, которую выделяют в зависимости от характера отображаемых свойств	3.) Модель статики
Г. Вид моделирования, применяющийся в САПР	4.) Функциональная модель

4. (2 балла) Установите соответствие между описаниями понятий, и их названиями, варианты которых представлены во втором столбце.

А. Виды математических моделей в зависимости от характера отображаемых свойств	1.) Модель статики и динамики
Б. Виды моделей, которые выделяют при определенном режиме функционирования объекта	2.) Класс формальных и неформальных
В. Виды, которые выделяют по способу построения математических моделей	3.) Функциональные и структурные

5. (2 балла) От чего зависит адекватность модели?

a) от полноты и объективности
b) от детальности и объективности
c) отдостоверности и полноты
d) от достоверности и реальности

6. (2 балла) Сколько существует этапов в решении задачи математического моделирования?

a) 6
b) 4
c) 3
d) 7

7. (2 балла) На основе каких методик осуществляется наблюдения за выходами X и Y объекта?

a) пассивного или активного эксперимента
b) случайного или выборочного эксперимента
c) связующего или фактического эксперимента
d) виртуального или натурного эксперимента

8. (2 балла) Установите слова в правильной последовательности так, чтобы получилось определение понятия «Остаточная дисперсия».

1.) теоретического
2.) среднее
3.) признака
4.) квадратическое
5.) от фактического
6.) отклонение

9. (2 балла) Установите соответствие между понятиями, представленными в первом столбце, и формулами для их расчёта, которые представлены во втором столбце.

А. Формула оценки остаточной дисперсии	1.) $\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ... + b_n x_n$
Б. Уравнение, которое следует рассматривать на этапе построения модели в виде множественного уравнения регрессии	2.) $\frac{dC}{dt} = \frac{\vartheta}{V}(C_{вх} - C_{вых})$
В. Уравнение изображения концентрации меченного вещества в любой точке по длине зоны идеального вытеснения	3.) $\sigma_x^2 = \frac{\sum(y_{xi} - y_i)^2}{n}$
Г. Уравнение модели идеального смешения	4.) $\Phi(Z,p) = \lambda e^{-\tau p}$.

10. (2 балла) Какие координаты объекта можно включить в список факторов при постановке пассивного эксперимента?

a) входа и выхода
b) входа
c) выхода
d) начальные

11. (2 балла) Установите соответствие между понятиями, представленными в первом столбце, и их возможным количеством, варианты которого представлены во втором столбце.

А. Количество факторов, необходимое для пассивного эксперимента	1.) 21
Б. Количество допущений, принятое в модели процессов газообмена в дыхательной системе человека	2.) 4
В. Количество колебательных контуров, которое входит в состав основной мембраны модели Дейчема	3.) 3
Г. Количесвто положений, которое входит в теорию колебательных процессов Звислоцкого	4.) 6

12. (2 балла) Установите соответствие между понятиями, представленными в первом столбце, и их описанием, варианты которого представлены во втором столбце.

А. Методика пассивного или активного эксперимента	1.) Этой формулой пользуются при проверке адекватности модели, если в каждом эксперименте осуществляется только один замер Y
Б. Уравнение регрессии	2.) Стало прототипом для объекта моделирования при наличии протяжных участков
В. Уравнение трансцендентной регрессии	3.) На её основе осуществляется наблюдения за выходами X и Y объекта
Г. Уравнение идеального вытеснения	4.) Применяется при экспериментальной выборке малых объемов

13. (2 балла) Что лежит в основе экспериментально-статистических методов?

a) математическое представление
b) кибернетическое представление
c) наглядное представление
d) виртуальное представление

14. (2 балла) Если между выходным параметром y и фактором x1 нет линейной взаимосвязи, каков будет выборочный коэффициент парной корреляции?

a) меньше 0
b) больше 0
c) стремится к 1
d) стремится к 0

15. (2 балла) Для каких объектов можно построить математическую модель в виде уравнения регрессии?

a) статический режим работы
b) динамический режим работы
c) холостой режим работы
d) оптимальный режим работы

16. Компетентностно-ориентированная задача (задание) (6 баллов).

Записать расчетные формулы для вычисления слагаемого и суммы. Составить схему алгоритма для вычисления заданной суммы в указанном диапазоне изменения аргумента x с заданным шагом. Для получения шага диапазон изменения x разделить на 10. Составить программу решения задачи на данном алгоритмическом языке. В программе предусмотреть вычисление точного значения функции y, представленной заданным функциональным рядом. Ввести программу в ЭВМ. Исправить синтаксические ошибки. Отладить программу. Записать результаты счета по программе. Проверить результаты работы в системе MathCad. Сравнить результаты, полученные по точной формуле, с результатами, полученными при разложении функции в ряд.

№	Функция y=f(x)	Представление функции f в виде ряда S(x,n)	Диапазон изменения аргумента x	Число членов ряда
1	$y = \frac{x \sin(\pi/4)}{1 - 2x\cos(\pi/4) + x^2}$	$S = \sum_{n=1}^{40} x^n \sin\left(n\frac{\pi}{4}\right)$	$0{,}1 \le x \le 0{,}8$	40

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 150 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат

КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения
промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:
Какой принцип лежит в основе имитационного моделирования?
a) соответствия
b) подобия
c) допущение
d) симметрии

Задание в открытой форме:
Продолжите формулировку «Модели источников — это…»

Задание на установление правильной последовательности:
Установите правильную последовательность основных этапов моделирования:
1) компьютерный эксперимент
2) разработка модели
3) анализ результатов моделирования
4) постановка задачи

Задание на установление соответствия:
Установите соответствие между видами дифференциальных уравнений:

1. $f(\frac{\partial Y}{\partial t}, \frac{\partial Y}{\partial z}, Y(t,z), X(t,z), B(t)) = 0.$	А. Для описания модели динамики стационарного объекта с сосредоточенными координатами применяют обыкновенные дифференциальные уравнения или передаточные функции
2. $f(\frac{\partial Y}{\partial t}, \frac{\partial Y}{\partial z}, Y(t,z), X(t,z), B) = 0.$	Б. Для описания модели динамики нестационарного объекта с сосредоточенными координатами применяют обыкновенные дифференциальные уравнения или передаточные функции с переменными во времени коэффициентами
3. $f(\frac{dY}{dt}, Y(t), X(t), B(t)) = 0$ или, например, $W = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{k(t)}{T(t)p+1}$	В. Для описания модели динамики стационарного объекта с распределенными координатами применяют дифференциальные уравнения в частных производных
$f(\frac{dY}{dt}, Y(t), X(t), B) = 0.$ 4. или $W = \frac{Y(p)}{X(p)}$	Г. Для описания модели динамики нестационарного объекта с распределенными координатами применяют дифференциальные уравнения в частных производных с переменными во времени коэффициентами

Компетентностно-ориентированная задача:

Рассмотрим поток изделий, приходящих на технологическую операцию. Изделия приходят случайным образом — в среднем восемь штук за сутки (интенсивность потока λ = 8/24 [ед/час]). Необходимо промоделировать (составить алгоритм) этот процесс в течение $T_н$ = 100 часов. $M = 1/\lambda$ = 24/8 = 3, то есть в среднем одна деталь за три часа. Заметим, что σ = 3.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016 – 2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	Балл	примечание
1	2	3	4	5
Лекция 1 «Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем»	0,5	Незнание большей части материала	1	Полно излагает материал
Лекция 2 «Формально-статистические методы моделирования»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лекция 3 «Построение моделей элементов биотехнических систем»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лекция 4 «Имитационное моделирование БТС»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лекция 5 «Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лабораторная работа 1 «Проверка адекватности моделей: интерполяция и аппроксимация»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 2 «Проверка адекватности моделей: моделирование процессов конечными суммами»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 3 «Анализ влияния отдельных факторов в моделях»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 4 «Математическое	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»

моделирование элементов и систем в пакете MATLAB»				
Лабораторная работа 5 «Модели процессов, содержащие обыкновенные дифференциальные уравнения»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 1 «Моделирование речевого сигнала»	2	Выполнил, но не «защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 2 «Основные свойства слуха»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 3 «Моделирование электрического генератора сердца»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
СРС	0,5	Излагает материал неполно	1	Полно излагает материал
Дискуссия 1	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Дискуссия 2	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Дискуссия 3	0,5	Незнание большей части материала	1	Полно излагает материал
Дискуссия 4	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Кейс-задача 1	1	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	2	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Кейс-задача 2	1	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	2	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Кейс-задача 3	1	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	2	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Кейс-задача 4	1	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	2	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Рубежный тест 1	0,5	Даны правильные ответы на 50% вопросов	1	Даны правильные ответы на 100% вопросов
Рубежный тест 2	0,5	Даны правильные ответы на 50% вопросов	1	Даны правильные ответы на 100% вопросов
Рубежный тест 3	0,5	Даны правильные ответы на 50% вопросов	1	Даны правильные ответы на 100% вопросов
Рубежный тест 4	0,5	Даны правильные ответы на 50% вопросов	1	Даны правильные ответы на 100% вопросов
Рубежный тест 5	0,5	Даны правильные ответы на 50% вопросов	1	Даны правильные ответы на 100% вопросов

Итого	24		48	
Посещаемость	0	Не посетил ни одного занятия	16	Посетил все занятия
Экзамен	0	Не ответил ни на один вопрос	36	Верно ответил на все вопросы
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ – 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Устюжанин, Валерий Александрович. Моделирование биотехнических систем [Текст] : учебное пособие / В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 216 с.

2. Эльберг, М. С. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : СФУ, 2017. – 128 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

3. Кошкидько, В. Г. Основы программирования в системе MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Кошкидько, А. И. Панычев ; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2016. – 85 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Апальков, Владимир Васильевич. Основы моделирования цифровой обработки сигналов в среде MATLAB [Текст] : учебное пособие / В. В. Апальков, Р. А. Томакова, Н. Н. Епишев ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 136 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

5. Барботько, Анатолий Иванович. Основы теории математического моделирования [Текст] : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 212 с.

6. Кореневский, Николай Алексеевич. Моделирование рефлекторной системы человека [Текст] : учебное пособие / Н. А. Кореневский, А. Г. Устинов, З. М. Юлдашев. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 324 с.

7. Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход [Текст] : учебное пособие / Р. М. Рангайян. - М. : Физматлит, 2007. - 440 с.

8. Сальников, Игорь Иванович. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений [Текст] / И. И. Сальников. - М. : Физматлит, 2009. - 248 с.

9. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] : учебное пособие / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2006. - 751 с.

10. Серегин, Станислав Петрович. Биофизика и основы взаимодействия физических полей с биообъектами [Текст] : учебное пособие / С. П. Серегин, Н. А. Кореневский, О. В. Шаталова ; Курск. региональное отд-ние международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : [б. и.], 2014. - 360 с.

11. Цифровое моделирование систем стационарных случайных процессов [Текст] . - Л. : Энергоатомиздат, 1991. - 144 с.

12. Яне, Бернд. Цифровая обработка изображений [Комплект] : [учебное пособие] / пер. с англ. А. М. Измайловой. - М. : Техносфера, 2007. - 584 с. : ил. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

13. Чураков, Е. П. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент (динамические системы) [Текст] : учебное пособие / Е. П. Чураков ; Рязанский радиотехнический ин-т. - Рязань : [б. и.], 1992. - 64 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Моделирование биологических процессов и систем: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Шаталова. - Курск, 2023. - 70 с.
2. Моделирование биологических процессов и систем: методические указания по выполнению практических занятий для студентов направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Шаталова. - Курск, 2023. - 40 с.
3. Моделирование биологических процессов и систем: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Шаталова. - Курск, 2023. - 35 с.

8.4 Другие учебно–методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
Биомедицинская радиоэлектроника
Биотехносфера
Медицинская техника
https://www.youtube.com/watch?v=NZJajy8p5YE – Обучающее видео «Математическое моделирование в MATLAB: часть 1»
https://www.youtube.com/watch?v=TotiO4Thacs - Обучающее видео «Математическое моделирование в MATLAB: часть 2»
https://www.youtube.com/watch?v=-d1VEJGLcY8 – Обучающее видео «Идентификация нелинейных систем в MATLAB»

9 Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. http://www.physionet.org/ - Физиологические сигналы
2. http://www.lib.swsu.ru/ - Электронная библиотека ЮЗГУ
3. http://www.biblioclub.ru - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
4. «"IPRbooks" http://iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система
5. http://cyberleninka.ru - Электронный портал
6. https://www.mathworks.com/products/matlab.html - MATLAB

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «*Моделирование биологических процессов и систем*» являются *лекции, лабораторные и практические занятия*. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают *лабораторные и практические занятия*, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому и лабораторному занятиям предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по *практическим и лабораторным работам*, а также по результатам рубежных тестов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «*Моделирование биологических процессов и систем*»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немыслима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «*Моделирование биологических процессов и систем*» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «*Моделирование биологических процессов и систем*» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Пакет офисных приложений - Microsoft Office 2016. Лицензионный договор №S0000000722 от 21.12.2015 г. с ООО «АйТи46», лицензионный договор №K0000000117 от 21.12.2015 г. с ООО «СМСКанал»

Операционная система Windows – Windows 7. Договор IT000012385

Операционная система Windows – LibreOffice. Лицензия свободного программного обеспечения GNU Lesser General Public License (LGPL)

Антивирус Касперского - Kaspersky Endpoint Security Russian Edition. Лицензия 156A-160809-093725-387-506 (или ESET NOD32. Сублицензионный договор №Вж-ПО_119356)

Программное обеспечение с открытым исходным кодом для численного расчета – SciLab. Лицензия свободного программного обеспечения CEA CNRS INRIA Logiciel Libre (CeCILL)

Научный язык программирования - GNU Octave. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL)

Математическое программное обеспечение - PTC Mathcad Express. Freeware – бесплатное программное обеспечение

Программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей - Micro-Cap. Бесплатная демонстрационная версия

Программа для моделирования электронных цепей – Qucs. Лицензия свободного программного обеспечения GNU General Public License (GPL)

Программа для вычисления математических выражений и построения графиков функций - SMath Studio. Freeware – бесплатное программное обеспечение

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры биомедицинской инженерии, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, а также аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор,

1. ПЭВМ тип 1 (AsusP5G41T-M LE/DDR3 2048Mb/Coree 2 Duo E7500/SATA-11 500Gb Hitachi /DVD+/-RW/ATX 450W inwin/ Монитор TFT Wide 20”)
2. ПЭВМ согласно техпаспорту N002434 (12480).
3. Мультимедиа центр ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сумка/ проектор inFocus IN24+.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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 соответствующие 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).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	заменных	аннулированных	новых			
1		3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 27, 28			9	31.08.2021	Протокол заседания кафедры БМИ №1 от 31.08.2021 г.
2		14, 15, 16, 17, 18, 19, 20			7	01.07.2022	Протокол заседания кафедры БМИ №14 от 01.07.2022 г.