

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ряполов Петр Алексеевич

Должность: декан ЕНФ

Дата подписания: 08.09.2026 09:19:32

Уникальный программный ключ:

efd3ecd9bd183f7649d0e3a73c230c6662946c7c99039b2b268921fde408c1fb6

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Математическое моделирование в биотехнических системах»

Цель преподавания дисциплины

Подготовка студентов в области исследования сложных систем и процессов на основе методов математического моделирования медико-биологических процессов и систем.

Задачи изучения дисциплины

- освоить содержание базовых принципов моделирования;
- получить представление о видах моделирования и основных подходах к построению математических моделей биотехнических систем;
- овладеть методами исследования и оптимизации биологических процессов и систем, и биотехнических систем на различных уровнях их организации.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

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

ПК-1.1 – Осуществляет подготовку программы научных исследований и отдельных заданий для исполнителей, участвующих в проведении научных исследований в области создания инновационных биотехнических систем и технологий

ПК-1.2 – Разрабатывает физические, феноменологические, математические и информационно-структурные модели биологических объектов и процессов с оценкой степени их адекватности и использованием стандартных программных средств

ПК-1.3 – Осуществляет организацию проведения медико-биологических, экологических и эргономических экспериментов в области создания инновационных биотехнических систем и технологий

ПК-1.4 – Осуществляет системный анализ результатов исследований в области создания инновационных биотехнических систем и технологий

ПК-1.5 – Осуществляет подготовку научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных биомедицинских, экологических и биометрических исследований

Разделы дисциплины

Введение. Общие положения математического моделирования.

Подход к моделированию биологических систем.

Моделирование биологической системы пациента.

Моделирование аппаратной части биотехнических систем.

Моделирование действий врача.

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» с8 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование в биотехнических системах»
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»
(шифр и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы
наименование направленности (профиля, специализации)

медико-биологического и экологического назначения»

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

Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки (специальности) 12.04.04 Биотехнические системы и технологии на основании учебного плана ОПОП ВО 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы медико-биологического и экологического назначения», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» марта 2019 г.).

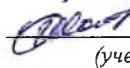
Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы медико-биологического и экологического назначения» на заседании кафедры биомедицинской инженерии «30» августа 2019 г., протокол № 1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой

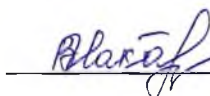
 Кореневский Н.А.

Разработчик программы

 к.т.н., доцент Шаталова О.В.
(ученая степень и ученое звание, ФИО)

Согласовано:

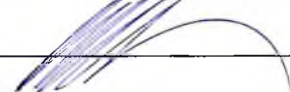
Директор научной библиотеки

 Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы медико-биологического и экологического назначения», 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 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы медико-биологического и экологического назначения», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020 г. на заседании кафедры БМИ 24.08.2021 № 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 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы медико-биологического и экологического назначения», одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «26» 02 2021 г. на заседании кафедры БМИ № 14 05 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 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «22» 02 2022 г. на заседании кафедры БМЦ № 11 от 23.06.2023

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» 02 2023 г. на заседании кафедры БМЦ № 11 от 24.06.2024

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» 03 2024 г. на заседании кафедры БМЦ № 11 от 27.06.2024

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «31» 03 2025 г. на заседании кафедры БМЦ № 11 от 26.06.2024

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 12.04.04 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 сложных систем и процессов на основе методов математического моделирования медико-биологических процессов и систем.

1.2 Задачи дисциплины

- освоить содержание базовых принципов моделирования;
- получить представление о видах моделирования и основных подходах к построению математических моделей биотехнических систем;
- овладеть методами исследования и оптимизации биологических процессов и систем, и биотехнических систем на различных уровнях их организации.

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 инновационных биотехнических систем и технологий	ПК-1.1. Осуществляет подготовку программы научных исследований и отдельных заданий для исполнителей, участвующих в проведении научных исследований в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Знать: принципы построения инновационных биотехнических систем и технологий Уметь: выбирать методы изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): способностью анализировать и использовать медико-биологическую информацию для проведения научных исследований
		ПК-1.2. Разрабатывает физические, феноменологические, математические и информационно-структурные модели биологических объектов и процессов с оценкой степени их адекватности и	Знать: методы математического моделирования биологических процессов, биотехнических систем и технологий Уметь: выполнять математическое моделирование процессов и объектов, инновационных биотехнических систем и технологий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования

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		
		использованием стандартных программных средств	Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами обработки биомедицинских данных и сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ
		ПК-1.3. Осуществляет организацию проведения медико-биологических, экологических и эргономических экспериментов в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Знать: компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных Уметь: организовывать и проводить медико-биологические, эргономические и экологические исследования Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками работы с компьютером как средством организации проведения медико-биологических, экологических и эргономических экспериментов
		ПК-1.4. Осуществляет системный анализ результатов исследований в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Знать: методы автоматизации обработки экспериментальных данных Уметь: проводить исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими моделями в области создания инновационных биотехнических систем и технологий
		ПК-1.5. Осуществляет подготовку научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных биомедицинских, экологических и биометрических исследований	Знать: методы и технику визуализации медико-биологических объектов Уметь: составлять описания проводимых исследований, собирать данные для составления отчетов, обзоров, технической документации Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками подготовки научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных биомедицинских, экологических и биометрических исследований.

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование в биотехнических системах» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» направленность (профиль, специализация) «Приборы, системы и комплексы медико-биологического и экологического назначения». Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 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	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	не предусмотрено
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	Введение. Общие положения математического	Определения и классификация моделей. Сведения из истории. Анализ и синтез имитационных моделей. Примеры простейших математических моделей. Фундаментальные

	моделирования	законы природы. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к получению моделей. О нелинейности математических моделей. Требования к модели. Процесс имитации и отработка модели
2	Подход к моделированию биологических систем	Биологические системы. Иерархическая организация живого организма. Управление в биологических системах. Гомеостаз и гомеостаз. Надежность биологических систем. Роль обратных связей в биологических системах. Основные положения подхода к моделированию БС
3	Моделирование биологической системы пациента	Постановка задачи. Обособление объекта исследований как системы. Математическое описание функциональной подсистемы. Математическое описание обеспечивающих процессов. Математическая модель саморегуляции сосудов. Адекватность модели малого круга кровообращения. Оценка возможностей математической модели
4	Моделирование аппаратной части биотехнических систем	Особенности методологии моделирования. Обработка электрофизиологической информации. Самонастраивающийся фильтр. Переход «модель – программа». Возможности динамического анализа ЭЭГ
5	Моделирование действий врача	Место моделирования в современном обществе. Клиническая картина мозговой дисфункции. Количественные методы анализа ЭЭГ. Разработка экспертной системы

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	Введение. Общие положения математического моделирования	6	1	-	У-1, У-3, МУ-1, МУ-2	С (6), ЗЛ (6), РТ1 (6), Д (6)	ПК-1
2	Подход к моделированию биологических систем	4	2	-	У-1, У-2, У-3, МУ-1, МУ-2	С (10), ЗЛ (10), РТ2(10), КЗ(10)	ПК-1
3	Моделирование биологической системы пациента	2	3	-	У-1, У-3, МУ-1, МУ-2	С (12), ЗЛ (14), РТ3 (12), Д (12), КЗ (14)	ПК-1
4	Моделирование аппаратной части биотехнических систем	2	-	-	У-1, У-2, У-3, МУ-2	С (14), РТ4 (14)	ПК-1
5	Моделирование действий врача	4	4	-	У-1, У-2, У-3, МУ-1, МУ-2	С (18), ЗЛ (18), РТ5 (18), Д (18), КЗ (18)	ПК-1

Примечание: У_i– учебная литература; МУ_j– методические указания; С – собеседование по разделу; 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	Моделирование функционирования сердечно-сосудистой системы	6
2	Неформальные методы моделирования биологических процессов	4
3	Формальные методы моделирования процессов в биосистемах	4
4	Метод дисперсионного анализа моделирования процессов в биосистемах	4
Итого:		18

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	Введение. Общие положения математического моделирования	1-6 неделя	24
2	Подход к моделированию биологических систем	7-9 неделя	12
3	Моделирование биологической системы пациента	10-13 неделя	12
4	Моделирование аппаратной части биотехнических систем	14-16 неделя	12
5	Моделирование действий врача	17-18 неделя	10,85
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 работ.

полиграфическим центром (типографией) университета:

– помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

– удовлетворении потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

Реализация компетентного 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 «Введение. Общие положения математического моделирования»	Дискуссия	2
2	Лекции раздела (темы) дисциплины 3 «Моделирование биологической системы пациента»	Дискуссия	2
3	Лекции раздела (темы) дисциплины 5 «Моделирование действий врача»	Дискуссия	2
4	Лабораторная работа 2 «Неформальные методы моделирования биологических процессов»	Кейс-задача	2
5	Лабораторная работа 3 «Формальные методы моделирования процессов в биосистемах»	Кейс-задача	4
6	Лабораторная работа 4 «Метод дисперсионного анализа моделирования процессов в биосистемах»	Кейс-задача	2
Итого:			14

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 инновационных биотехнических систем и технологий	Нейросетевые технологии	Интеллектуальная поддержка принятия решений в биотехнических системах	
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		
	Технологии мягких вычислений		Математическое моделирование в биотехнических системах
			Мобильные комплексы длительного мониторингирования биофизических сигналов
	Методы и средства для дистанционной беспроводной диагностики организма человека		

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 / завершающий	ПК-1.1 - Осуществляет подготовку программы научных исследований и отдельных заданий для исполнителей, участвующих в проведении	Знать: первичные средства описания и анализа процессов и явлений в биологических системах. Уметь: производить классификацию оцифрованных экспериментальных данных.	Знать: дополнительно к пороговому уровню методы анализа процессов и явлений в медико – биологических системах и их модели. Уметь: дополнительно к	Знать: дополнительно к продвинутому уровню алгоритмы моделирования процессов в биотехнических системах. Уметь: дополнительно к продвинутому

	научных исследований в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Владеть (или Иметь опыт деятельности): способностью выполнять эксперименты и правильно анализировать результаты по проверке корректности и эффективности решений	пороговому уровню выполнять анализ полученных экспериментальных данных. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню способностью интерпретировать результаты моделирования	уровню обрабатывать полученные в результате математического моделирования экспериментальные данные. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню способностью обобщать медико-биологическую информацию и результаты математического моделирования биотехнических систем.
	ПК-1.2 - Разрабатывает физические, феноменологические, математические и информационно-структурные модели биологических объектов и процессов с оценкой степени их адекватности и использованием стандартных программных средств	Знать: методы математического моделирования биологических процессов. Уметь: выполнять математическое моделирование процессов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования. Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами обработки биомедицинских данных	Знать: дополнительно к пороговому уровню методы математического моделирования биотехнических систем. Уметь: дополнительно к пороговому уровню выполнять математическое моделирование объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню методами обработки биомедицинских сигналов	Знать: дополнительно к продвинутому уровню методы математического моделирования биотехнических технологий. Уметь: дополнительно к продвинутому уровню выполнять математическое моделирование инновационных биотехнических систем и технологий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню методами обработки биомедицинских данных и сигналов с

				использованием современных пакетов прикладных программ.
ПК-1.3 Осуществляет организацию проведения медико-биологических, экологических и эргономических экспериментов в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	-	Знать: некоторые компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных. Уметь: организовывать и проводить медико-биологические исследования. Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками работы с компьютером как средством организации проведения медико-биологических экспериментов	Знать: дополнительно к пороговому уровню основные компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных. Уметь: дополнительно к пороговому уровню организовывать и проводить эргономические исследования. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню навыками работы с компьютером как средством организации проведения экологических экспериментов	Знать: дополнительно к продвинутому уровню все компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных. Уметь: дополнительно к продвинутому уровню выполнять организовывать и проводить экологические исследования. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню навыками работы с компьютером как средством организации проведения эргономических экспериментов.
ПК-1.4 - Осуществляет системный анализ результатов исследований в области создания инновационных биотехнических систем и технологий		Знать: некоторые методы автоматизации обработки экспериментальных данных. Уметь: проводить исследования по заданной методике. Владеть (или Иметь опыт деятельности): некоторыми навыками работы на персональном компьютере, позволяющими	Знать: дополнительно к пороговому уровню основные методы автоматизации обработки экспериментальных данных. Уметь: дополнительно к пороговому уровню проводить исследования по заданной методике с выбором средств измерений. Владеть (или	Знать: дополнительно к продвинутому уровню все методы автоматизации обработки экспериментальных данных. Уметь: дополнительно к продвинутому уровню проводить исследования по заданной методике с обработкой результатов. Владеть (или

		воспользоваться соответствующими математическими моделями в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню основными навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими моделями в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню профессиональными навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими моделями в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.
ПК-1.5 Осуществляет подготовку научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных биомедицинских, экологических и биометрических исследований	-	Знать: некоторые методы и технику визуализации медико-биологических объектов. Уметь: составлять описания проводимых исследований. Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками подготовки научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных биомедицинских исследований	Знать: дополнительно к пороговому уровню основные методы и технику визуализации медико-биологических объектов. Уметь: дополнительно к пороговому уровню собирать данные для составления отчетов, обзоров. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню навыками подготовки научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных экологических исследований	Знать: дополнительно к продвинутому уровню все методы и технику визуализации медико-биологических объектов. Уметь: дополнительно к продвинутому уровню собирать данные для составления технической документации. Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню навыками подготовки научно-технических презентаций, отчетов и публикаций по результатам проведенных биометрических исследований.

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	Введение. Общие положения математического моделирования	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР	ВС, ВСРС, ЗЛ, РТ1, Д	1-15, 1-2:1-15, 1-15, 1-15, 1-15	Согласно табл.7.2
2	Подход к моделированию биологических систем	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР	ВС, ВСРС, ЗЛ, РТ2, КЗ	1-15, 3:1-15, 1-15, 1-15, 1	Согласно табл.7.2
3	Моделирование биологической системы пациента	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР	ВС, ВСРС, ЗЛ, РТ3, Д, КЗ	1-15, 4:1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 2	Согласно табл.7.2
4	Моделирование аппаратной части биотехнических систем	ПК-1	ИМЛ, СРС	ВС, ВСРС, РТ4	1-15, 5:1-15, 1-15	Согласно табл.7.2
5	Моделирование действий врача	ПК-1	ИМЛ, СРС, ВЛР, ПЭ	ВС, ВСРС, ЗЛ, РТ5, Д, КЗ, ЭБТ	1-15, 6-7: 1-15, 1-15, 1-15, 1-15, 3, 1-20: 1-16	Согласно табл.7.2

Примечание:

ИМЛ – изучение материалов лекции

СРС – самостоятельная работа студентов

ВЛР – выполнение лабораторных работ

ПЭ – подготовка к экзамену

ВС – вопросы для собеседования

ВСРС – вопросы для собеседования по самостоятельной работе студентов

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 «Введение. Общие положения математического моделирования»

1. Выскажите своё мнение по имитационному моделированию?
2. Объясните, как вы видите модель?
3. Выскажите свою мысль о признаках классификации систем автоматизированного проектирования модели?
4. Сделайте вывод, какими условиями должна обладать модель, чтобы быть изоморфной?
5. Выскажите свою мысль: «что такое математическая модель»?
6. Приведите, примеры фундаментальных законов известных вам?
7. Объясните, на каком важнейшем свойстве моделей основано применение аналогий?
8. Объясните, какие существуют этапы в процессе построения моделей?
9. Приведите примеры требований к моделям?
10. Сделайте вывод: о том какими свойствами должна обладать хорошая модель?
11. Объясните, в чем заключается адекватность математической модели?
12. Приведите примеры известных вам процессов имитации?
13. Объясните, какие существуют этапы обработки применительно к математической модели в системе автоматизированного проектирования?
14. Приведите примеры основных задач моделирования?
15. Выскажите свою точку зрения: какие процессы необходимы для создания модели, взаимосвязанной с характеристиками реального объекта?

Вопросы для собеседования по самостоятельной работе студентов по разделу (теме) дисциплины 1 «Введение. Общие положения математического моделирования»

1. Объясните, суть теоремы отсчётов?
2. Объясните, что такое теорема Котельникова?
3. Объясните, когда сигнал называется непрерывным?
4. Объясните, что называют спектром сигнала?
5. Объясните, что называют частотой дискретизации?
6. Выскажите свою мысль: «в чем состоит эффект наложения»?
7. Объясните, что такое коэффициент демпфирования?
8. Объясните в чём суть уравнения Рэлея.
9. Объясните, как составить модель логической системы?
10. Выскажите свою мысль: «о моделировании случайных событий».
11. Объясните, что такое случайный процесс?
12. Объясните, что такое детерминированный сигнал?
13. В чём состоит ваша точка зрения: об идентификации с помощью настраиваемой модели.
14. Объясните, для чего используется систему Simulink?
15. Объясните, какие возможны варианты моделирования в Simulink?

Кейс-задача 1

Функциональный (рабочий или фактический) диаметр аорты является важным клиническим и физиологическим показателем, по которому можно судить о сократимости левого желудочка и сердца в целом, максимальной скорости аортального выброса, а также наличии или отсутствии аортальных пороков, что важно знать при решении вопроса о протезировании клапанов аорты. Известен способ определения рабочего диаметра аорты при использовании математической модели, где в качестве входных параметров используют значения ударного объема сердца (УОС) и пульсового артериального давления (АДп).

Теоретической предпосылкой этой модели является принятый в биофизике прием использования артериального давления в качестве высоты, на которую должен быть поднят вес ударного объема крови, чтобы определить ударную работу сердца. То есть величина давления является эквивалентом расстояния, а в случае ударного объема сердца – высоты цилиндра, диаметр которого равен рабочему диаметру аорты. Учитывая, что изгнание крови осуществляется неравномерно в качестве высоты цилиндра необходимо использовать среднюю величину пульсации давления, изолиния которой соответствует диастолическому давлению крови. Как известно, равнодействующая всех колебаний кровяного давления (п изгнания) составляет 1/3 пульсового давления. Исходя из этого площадь аорты ($\pi \cdot D \cdot D/4$ в см²) может быть выражена уравнением:

$$\pi \cdot D \cdot D/4 = \text{УОС} / \text{АДп} \cdot 0,333 \cdot 1,36$$

где 1,36 – коэффициент перевода мм рт. ст. в см. вод. ст.

Отсюда

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{\text{УОС} \cdot 0,333 \cdot 1,36 \cdot 3,14}{\text{АДп}}}$$

или

$$D = \sqrt{2,81 \cdot \frac{\text{УОС}}{\text{АДп}}}$$

Таким образом, предложенная модель работает в строгом соответствии с фундаментальными законами физики, математики и медицины и ее точность зависит только от точности определения ударного объема сердца и пульсового артериального давления, измерение которых не требует высокой квалификации.

Произведите последовательность действий:

1. Измерьте показатели давления и пульса у всей группы.
2. Заполните таблицу 1 как показано в примере.
3. Запустите программу Excel (Пуск => Программы => Microsoft Excel).
4. Заполните электронную таблицу: в ячейки A1 и B1 введите условные сокращения УОС и АДп. Далее в ячейки A2 и B2 введите соответствующие значения гемодинамических показателей пациента А из таблицы 1.

Таблица 1 - Значения гемодинамических показателей пациентов, необходимые для расчета рабочего диаметра аорты (данные измерения артериального давления по Короткову, результаты тетраполярного грудного реографического исследования)

ФИО пациента	УОС, мл	АДп, мм рт. ст.	D, см
А.	85	41	
В.	70	35	
С.	110	50	

5. Определите рабочий диаметр аорты с использованием математической модели

Перечень дискуссионных тем по разделу (теме) дисциплины 3 «Моделирование биологической системы пациента»

1. Объясните, какие предварительные операции необходимо выполнить для количественного анализа рассматриваемой медицинской задачи?
2. Аргументируйте, какое количество в среднем насчитывается генераций воздушных путей в легком человека?
3. Объясните, что включают в себя воздушные пути, обеспечивающие доступ потоку газам к зонам легких?
4. Объясните, что такое математическая модель? Приведите примеры математических моделей.
5. Объясните, что является результатом отбора информации, связанного с анализом объекта моделирования и окружающего его функционального пространства?
6. Объясните, что необходимо иметь для теоретического исследования сосудистого сопротивления в малом круге кровообращения, функционирующего как составная часть все сердечно-сосудистой системы?
7. Объясните, значение каких параметров вводилось в математическую модель для определения адекватности модели малого круга кровообращения?
8. Объясните, анатомию грудной клетки?
9. Объясните, что включает в себя схема замещения, идеализирующая структуру объекта исследования и ближайшего функционального пространства?
10. Сделайте вывод, какие граничные условия схемы замещения вам известны?
11. Объясните, в чем заключается математическое описание функциональной подсистемы?
12. Объясните, в чем заключается математическое описание обеспечивающих процессов?
13. Объясните, что является математической моделью процессов в морфометрических структурах?
14. Объясните, для чего необходима величина сосудистого сопротивления?
15. Объясните, какие параметры используются для оценки возможностей математической модели?

Тестовые задания по разделу (теме) дисциплины 2 «Подход к моделированию биологических систем»

1. Что является одной из причин накопления ошибок и возрастания энтропии?
 - a) Внутренняя инерция живых систем;
 - b) Неполная компенсация потерь, связанных с «выполнением работы»;
 - c) Искажение информации в процессе ее передачи;
 - d) Все ответы верные.
2. Каким свойством обладают биологические системы?

- а) Целостность (несводимость свойств системы к сумме свойств ее элементов);
- б) Относительной устойчивостью;
- с) Способностью к адаптации по отношению к среде;
- д) Все ответы верные.

3. Установите слоги в такой последовательности, что бы получить слово, удовлетворяющее ответу на вопрос. Любая биологическая система является...

- 1 ми
- 2 чес
- 3 ди
- 4 кой
- 5 на

4. Установите соответствия между цифрами и буквами.

1 Что не является основным условием существования биологических систем?	а) регуляция содержания глюкозы в крови
2 Какой принцип лежит в основе саморегулирования биологических систем?	б) способность к адаптации
3 На уровне организма механизмом отрицательной обратной связи биологической системы является:	с) обратной связи

5. Какая связь характерна для высших уровней с низшими уровнями?

- а) Статистическая связь;
- б) Динамическая связь;
- с) Физико-химическая связь;
- д) Генетическая связь.

6. Установите верную последовательность слов, для получения ответа на вопрос. Какого уровня саморегулирования не существует?

- 1 разведение
- 2 видов
- 3 новых
- 4 на основе
- 5 искусственно синтезированного
- 6 материала
- 7 генетического

7. Установите соответствие между цифрами и буквами.

1 Какого уровня саморегулирования не существует?	а) разведение новых видов на основе искусственно синтезированного генетического материала
2 Какого механизма саморегулирования не существует?	б) непрерывное и дискретное
3 Какие два типа регулируемых процессов лежат в основе организма человека и высших живых существ?	с) регулирования согласно определенному закону природы.

8. Как выражается акт саморегулирования на уровне органов и систем?

- а) В регулировании активности ферментов конечными продуктами ферментативной химической реакции;
- б) В деятельности многочисленных рефлексов;
- с) В регулировании высших вегетативных центров;
- д) В деятельности соответствующих «главных» центров уровня обмена веществ.

9. Какое название носит способность сохранять свои наиболее существенные свойства на заданном уровне в течение фиксированного промежутка времени при определенных условиях?

- а) Надежность кибернетических систем;
- б) Постоянство системы;

- c) Механизм управления гомеостаза;
- d) Гомеокинез.

10. В чем заключается причина высокой надежности биосистем?

- a) Все процессы осуществляются большим количеством параллельно работающих клеток;
- b) На всех уровнях имеются резервы в клетках, органе и организме в целом;
- c) При повреждении органов происходит регенерация;
- d) Все ответы верные.

11. Что не обеспечивают отрицательные обратные связи?

- a) Высокую адаптационную возможность организма;
- b) Стабильность функций организма;
- c) Постоянство параметров организма;
- d) Устойчивость к внешним воздействиям.

12. Установите слова в последовательности, удовлетворяющей верному ответу на вопрос.

Что не обеспечивают отрицательные обратные связи?

- 1 высокую
- 2 возможность
- 3 адаптационную
- 4 организма

13. Какого принципа образования обратных связей не существует?

14. Какого положения для определения особенности моделирования биологических объектов не существует?

- a) Биологические объекты есть совокупность саморегулируемых взаимосвязанных систем с высочайшей степенью вложенности окружающих объект моделирования;
- b) Открытая живая система способна существовать только при условии постоянного обмена веществ и энергией с окружающей средой;
- c) Процессы поглощения и выделения энергии в живых организмах жестко сбалансированы;
- d) Структура процессов обеспечивает достижение целевых функций отдельных органов и организма в целом с минимальными затратами энергии.

15. Что из нижеперечисленного является положением для определения особенности моделирования биологических объектов?

- a) Любая подсистема (компонента) может выделяться и рассматриваться как самостоятельный объект саморегулирования;
- b) Для выделяемых компонент и систем моделирования должны существовать определенные уровни поглощения и выделения энергии;
- c) Все процессы, имеющие место в живых организмах, протекают оптимальным образом;
- d) Все ответы верные.

Итоговый тест

1. (2 балла) Какой процесс включает в себя имитационное моделирование?

- a) Процесс конструирования модели реальной системы;
- b) Процесс постановки экспериментов модели реальной системы;
- c) Процесс оценки различных стратегий, обеспечивающих функционирование модели реальной системы;
- d) Все ответы верные.

2. (2 балла) Какого узаконенного и ставшего привычным случая применения модели не существует?

3. (2 балла) Какой логической модели не существует?

- a) Образная;
- b) Геометрическая;
- c) Знаковая;

d) Образно-знаковая.

4. (2 балла) Что из нижеперечисленного можно отнести к моделям, различаемым по второму признаку, основанному на преобразовании свойств и отношений модели в свойства и отношения оригинала?

- a) Условные модели;
- b) Аналогичные модели;
- c) Математические модели;
- d) Все ответы верные.

5. (2 балла) Из какой нижеперечисленной комбинации составляющих может состоять почти каждая модель?

- a) Компоненты и переменные;
- b) Параметры и функциональные зависимости;
- c) Ограничения и целевые функции;
- d) Все ответы верные.

6. (2 балла) С чем связано появление и дальнейшее развитие логических условных моделей?

- a) С изготовлением специальных палочек, с помощью которых можно было вести счет;
- b) С возникновением знаковых числовых обозначений;
- c) С возникновением письменности и математической символики;
- d) Все ответы верные.

7. (2 балла) Установите верную последовательность слогов, что получить слово, удовлетворяющее условию. На каком одном из важнейших свойств основано применение аналогий в построении математических моделей?

- 1 уни
- 2 вер
- 3 ность
- 4 саль

8. (2 балла) Хорошая модель должна быть:

- a) Полной с точки зрения возможностей решения главных задач;
- b) Адаптивной, позволяющей легко переходить к другим модификациям или обновлять данные;
- c) Надежной в смысле гарантии от абсурдных ответов;
- d) Все ответы верные.

9. (2 балла) На каком этапе обработки автоматизированной системы проектирования математической модели происходит описание модели на языке, приемлемом для используемой ЭВМ?

- a) Формулирование модели;
- b) Интерпретация;
- c) Трансляция модели;
- d) Описание системы.

10. (2 балла) Что является одной из причин накопления ошибок и возрастания энтропии?

- a) Внутренняя инерция живых систем;
- b) Неполная компенсация потерь, связанных с «выполнением работы»;
- c) Искажение информации в процессе ее передачи;
- d) Все ответы верные.

11. (2 балла) На уровне организма механизмом отрицательной обратной связи биологической системы является:

- a) Ингибирование ключевого фермента при избытке конечного продукта или репрессия синтеза ферментов;
- b) Гормональная регуляция и контактное угнетение;
- c) Регуляция содержания глюкозы в крови;
- d) Все ответы верные.

12. (2 балла) Установите соответствие между цифрами и буквами.

1 Какого уровня саморегулирования не существует?	а) разведение новых видов на основе искусственно синтезированного генетического материала
2 Какого механизма саморегулирования не существует?	б) непрерывное и дискретное
3 Какие два типа регулируемых процессов лежат в основе организма человека и высших живых существ?	с) регулирования согласно определенному закону природы.

13. (2 балла) Установите слова в последовательности, удовлетворяющей верному ответу на вопрос. Что не обеспечивают отрицательные обратные связи?

- 1 высокую
- 2 возможность
- 3 адаптационную
- 4 организма

14. (2 балла) Что из нижеперечисленного входит в анатомию грудной клетки?

- а) Трахея;
- б) Плевральная полость;
- с) Диафрагма;
- д) Все ответы верные.

15. (2 балла) Установите нужную последовательность слов для получения верного ответа на вопрос. С помощью имитационного моделирования нельзя изучать:

- 1 процессы
- 2 взаимодействия
- 3 психологического
- 4 людей

16. Компетентностно-ориентированная задача (задание).

Какова вероятность выпадения монеты решкой кверху при падении ее с высоты случайным образом?

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:

На каком этапе математического моделирования создаются программы, «переводящие» модель и алгоритм на доступный компьютеру язык?

- a) Алгоритм;
- b) Модель;
- c) Программа;
- d) Прогнозирование.

Задание в открытой форме:

Продолжите термин «Обработка нативного сигнала фильтром с переменными параметрами (ФПП), автоматически изменяющимися таким образом, что резонансная частота фильтра настраивается на частоту доминирующего ритма – это _____.»

Задание на установление правильной последовательности:

Установите последовательность этапов плана действий при постановке вопроса о математическом моделировании какого-либо объекта?

- a) Программа
- b) Модель
- c) Алгоритм

Задание на установление соответствия:

Сопоставьте уровни иерархии организации живого организма с их последовательностью:

Атом	2
Организм	3
Ткань	4
Макромолекула	5
Клетка	1
Молекула	7
Система органов	8
Орган	6

Компетентностно-ориентированная задача:

Определите методом Монте-Карло площадь пятиугольника с координатами углов (0, 0), (0, 10), (5, 20), (10, 10), (7, 0).

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 «Введение. Общие положения математического моделирования»	3	Незнание большей части материала	6	Полно излагает материал
Лекция 2 «Подход к моделированию биологических систем»	2	Незнание большей части материала	4	Полно излагает материал
Лекция 3 «Моделирование биологической системы пациента»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лекция 4 «Моделирование аппаратной части биотехнических систем»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лекция 5 «Моделирование действий врача»	1	Незнание большей части материала	2	Полно излагает материал
Лабораторная работа 1 «Моделирование функционирования сердечно-сосудистой системы»	3	Выполнил, но не «защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 2 «Неформальные методы моделирования биологических процессов»	2	Выполнил, но не «защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 3 «Формальные методы моделирования процессов в биосистемах»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа 4 «Метод дисперсионного анализа моделирования процессов в биосистемах»	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
Кейс-задача 1	1	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	2	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Кейс-задача 2	0,5	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	1	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Кейс-задача 3	0,5	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	1	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Рубежный тест 1	1	Даны правильные ответы на 50% вопросов	2	Даны правильные ответы на 100% вопросов
Рубежный тест 2	1	Даны правильные ответы на 50% вопросов	2	Даны правильные ответы на 100% вопросов
Рубежный тест 3	1	Даны правильные ответы на 50% вопросов	2	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. Введение в математическое моделирование [Текст] : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.] ; под ред. П. В. Трусова. - Москва : Логос : Университетская книга, 2015. - 440 с.
2. Устюжанин, Валерий Александрович. Моделирование биотехнических систем [Текст] : учебное пособие / В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 216 с.
3. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва : Издательство «Флинта», 2016. – 271 с. - Режим доступа: biblioclub.ru

8.2 Дополнительная учебная литература

4. 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.
5. Дьяконов, В. П. MATLAB 6/6.1/6.5 + SIMULINK 4/5. Основы применения [Текст] : полное руководство пользователя / В. П. Дьяконов. - М. : СОЛОН-Пресс, 2004. - 768 с.
6. Романовский, Ю. М. Математическое моделирование в биофизике. Введение в теоретическую биофизику [Текст] / Ю. М. Романовский, Н. В. Степанова, Д. С. Чернавский. - 2 изд., доп. - М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2004. - 472 с.
7. Самарский, А. А. Математическое моделирование [Электронный ресурс] : монография / А. А. Самарский, А. Михайлов. - Москва : Физматлит, 2005. - 160 с. - Режим доступа: biblioclub.ru
8. Серегин, Станислав Петрович. Биофизика и основы взаимодействия физических полей с биообъектами [Текст] : учебное пособие / С. П. Серегин, Н. А. Корневский, О. В. Шаталова ; Курск. региональное отделение международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : [б. и.], 2014. - 360 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Математическое моделирование в биотехнических системах : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. О. В. Шаталова. - Электрон. текстовые дан. (831 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2023. - 56 с.
2. Математическое моделирование в биотехнических системах : методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов направления подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. О. В. Шаталова. - Электрон. текстовые дан. (720 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2023. - 51 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Биомедицинская радиоэлектроника

Биотехносфера

Медицинская техника

1. <https://www.youtube.com/watch?v=NZJajy8p5YE> – обучающее видео «Математическое моделирование в MATLAB: часть 1»

2. <https://www.youtube.com/watch?v=TotiO4Thacs> - обучающее видео «Математическое моделирование в MATLAB: часть 2»

3. <https://www.youtube.com/watch?v=Mil6U-frT0c> – обучающее видео «Модель колебаний пружинного маятника»

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

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

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины *«Математическое моделирование в биотехнических системах»* являются *лекции и лабораторные 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 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.

Лабораторному занятию 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, выступать 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 *лабораторным работам*, а также по результатам рубежных тестов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины *«Математическое моделирование в биотехнических системах»*: 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 лекции, 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 немислима 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 «*Математическое моделирование в биотехнических системах*» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «*Математическое моделирование в биотехнических системах*» - 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 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/Core i2 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
	изменен ных	заменен ных	аннулирова нных	новых			
1		3, 6, 9, 13, 26, 27, 28			7	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. 