

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Моделирование в медицине и биологии»

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, испытаний и производства лечебно-профилактических препаратов;
- оптимизацию процесса лечения.

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-4 - Способен поддерживать деятельность медицинских специалистов посредством использования информационных технологий;

ПК-5 - Способен разрабатывать новые медицинские и биологические модели и методы для внедрения их в клиническую практику

ПК-6 - Способен к проведению научных исследований в области медико-биологических дисциплин на основе математических методов и вычислительных средств

ПК-7 - Способен планировать медико-биологические исследования с использованием методов математической статистики и доказательной медицины

ПК-8 - Способен осуществлять анализ научной, клинической, нормативно-правовой и справочной информации, учебной литературы и других источников для определения перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей

Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-4.3 - Осуществляет обработку медицинских сигналов и изображений

ПК-5.1 - Формулирует цели и задачи научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения с их обоснованием

ПК-5.4 - Разрабатывает математические модели функционирования органов и систем, физиологических, биофизических и популяционных процессов с последующей экспериментальной и клинической апробацией

ПК-6.2 - Анализирует результаты медико-биологических исследований для применения их в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам

ПК-6.4 - Публикует научные статьи по проблемам научного исследования в медицине

ПК-7.1 - Разрабатывает практики, методы и программы, полученные на основании медико-биологических исследований, для реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере

ПК-7.2 - Формулирует цели и задачи медико-биологического исследования, его теоретическое и экспериментальное обоснование

ПК-7.3 - Обрабатывает экспериментальные данные и результаты медико-биологических исследований с использованием специализированных языков программирования, статистических пакетов, методов обработки больших данных, а также технологий открытых данных

ПК-8.2 - Формирует научные отчеты, обзоры, доклады и публикации по темам исследования в медицине

ПК-8.3 - Разрабатывает структуры, функции, описания взаимодействий между объектами (информационных моделей) в медицине и здравоохранении

Разделы дисциплины

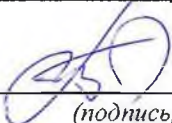
Основные понятия теории моделирования биологических процессов и систем. Формально-статистические методы моделирования. Построение моделей элементов биотехнических систем. Имитационное моделирование БТС. Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго–Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

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


М.О. Таныгин
(подпись, инициалы, фамилия)

« 31 » 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование в медицине и биологии»
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 30.05.03 «Медицинская кибернетика»
(цифр и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) «Медицинские информационные системы»
наименование направленности (профиля, специализации)

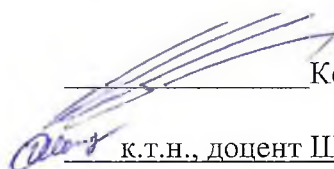
форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – специалитет по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика на основании учебного плана ОПОП ВО 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 «25» июня 2021 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы» на заседании кафедры биомедицинской инженерии «31» августа 2021 г., протокол № 1
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой

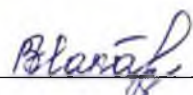
 Кореневский Н.А.

Разработчик программы

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

Согласовано:

Директор научной библиотеки

 Макаровская В.Г.

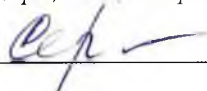
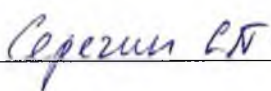
Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г. на заседании кафедры БМИ w11 от 24.06.2022г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» 02 2023 г. на заседании кафедры БМИ w11 от 27.06.2023г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы», одобренного Ученым советом университета протокол № » «» 20 г. на заседании кафедры
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы», одобренного Ученым советом университета протокол № » «» 20 г. на заседании кафедры
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

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, испытаний и производства лечебно-профилактических препаратов;
- оптимизацию процесса лечения.

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

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ПК-4	Способен поддерживать деятельность медицинских специалистов посредством использования информационных технологий	ПК-4.3. Осуществляет обработку медицинских сигналов и изображений	Знать: правила работы с медико-биологической информацией Уметь: выполнять первичную обработку и анализ медицинских сигналов и изображений Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими моделями и методами обработки

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			медицинских сигналов и изображений с использованием современных пакетов прикладных программ
ПК-5	Способен разрабатывать новые медицинские и биологические модели и методы для внедрения их в клиническую практику	ПК-5.1. Формулирует цели и задачи научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения с их обоснованием	Знать: цели и задачи научных исследований по моделированию Уметь: формулировать цели и задачи научных исследований по моделированию Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками обоснования сформулированных целей и задач научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения
		ПК-5.4. Разрабатывает математические модели функционирования органов и систем, физиологических, биофизических и популяционных процессов с последующей экспериментальной и клинической апробацией	Знать: математические модели функционирования органов и систем, физиологических, биофизических и популяционных процессов Уметь: разрабатывать математические модели функционирования органов и систем, физиологических, биофизических и популяционных процессов Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами экспериментальной и клинической апробации разработанных математических моделей функционирования органов и систем, физиологических, биофизических и популяционных процессов
ПК-6	Способен к проведению научных исследований в области медико-биологических дисциплин на основе математических методов и вычислительных средств	ПК-6.2. Анализирует результаты медико-биологических исследований для применения их в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам	Знать: методы анализа результатов медико-биологических исследований Уметь: анализировать результаты медико-биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками применения результатов медико-биологических исследований в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		ПК-6.4. Публикует научные статьи по проблемам научного исследования в медицине	Знать: требования представления статистических данных к опубликованию Уметь: оформлять публикации научных статей Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками работы с программными пакетами для оформления результатов научных исследований и подготовки научных статей
ПК-7	Способен планировать медико-биологические исследования с использованием методов математической статистики и доказательной медицины	ПК-7.1. Разрабатывает практики, методы и программы, полученные на основании медико-биологических исследований, для реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере	Знать: практики, методы и программы исследований Уметь: разрабатывать практики, методы и программы, полученные на основании медико-биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами и программами для реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере
		ПК-7.2. Формулирует цели и задачи медико-биологического исследования, его теоретическое и экспериментальное обоснование	Знать: методики планирования научных медико-биологических исследований Уметь: планировать научные медико-биологические исследования Владеть (или Иметь опыт деятельности): по планированию научных медико-биологических исследований
		ПК-7.3. Обрабатывает экспериментальные данные и результаты медико-биологических исследований с использованием специализированных языков программирования, статистических пакетов, методов	Знать: специализированные языки программирования, статистические пакеты Уметь: обрабатывать экспериментальные данные и результаты медико-биологических исследований с использованием специализированных языков программирования, статистических пакетов Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами обработки больших данных, а также технологий

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		обработки больших данных, а также технологий открытых данных	открытых данных
ПК-8	Способен осуществлять анализ научной, клинической, нормативно-правовой и справочной информации, учебной литературы и других источников для определения перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей	ПК-8.2. Формирует научные отчеты, обзоры, доклады и публикации по темам исследования в медицине	Знать: правила формирования научных отчетов и обзоров в медицине Уметь: формировать научные отчеты, обзоры и доклады Владеть (или Иметь опыт деятельности): по формированию научных отчетов, обзоров, докладов и публикаций по темам исследования в медицине
		ПК-8.3. Разрабатывает структуры, функции, описания взаимодействий между объектами (информационных моделей) в медицине и здравоохранении	Знать: структуры и функции в медицине и здравоохранении Уметь: описывать взаимодействия между объектами в медицине и здравоохранении Владеть (или Иметь опыт деятельности): по разработке структур, функций и описания взаимодействий между объектами (информационных моделей) в медицине и здравоохранении

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование в медицине и биологии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы специалитета 30.05.03 Медицинская кибернетика, направленность (профиль) «Медицинские информационные системы». Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 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 5 зачетных единиц (з.е.), 180 академических часов.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	108
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	не предусмотрено
практические занятия	72
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	34,85
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	6	-	1	У-1, МУ-1, МУ-2	С(3), ЗП(2), РТ1(3)	ПК-5
2	Формально-статистические методы моделирования	6	-	2, 3	У-1, МУ-1, МУ-2	С(6), ЗП(4, 6), РТ2(6)	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	6	-	4	У-1, У-4, МУ-1, МУ-2	С(9), ЗП(9), РТ3(9)	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8
4	Имитационное моделирование БТС	6	-	5, 6	У-1, У-2, МУ-1, МУ-2	С(14), ЗП(12, 14), РТ4(14)	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8
5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	12	-	7, 8	У-1, У-3, У-4 МУ-1, МУ-2	С (18), ЗП (16, 18), РТ5(18), КЗ(16, 18)	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8

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

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Проверка адекватности моделей: интерполяция и аппроксимация	8
2	Проверка адекватности моделей: Моделирование процессов конечными суммами	8
3	Анализ влияния отдельных факторов в моделях	8
4	Математическое моделирование элементов и систем в пакете MATLAB	10
5	Модели процессов, содержащие обыкновенные дифференциальные уравнения	8
6	Моделирование речевого сигнала	10
7	Основные свойства слуха	10
8	Моделирование электрического генератора сердца	10
Итого:		72

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	1-3 неделя	4
2	Формально-статистические методы моделирования	4-7 неделя	8
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	8-11 неделя	8
4	Имитационное моделирование БТС	12-15 неделя	8
5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	16-18 неделя	6,85
Итого:			34,85

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 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 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	Практическое занятие 2 «Проверка адекватности моделей: Моделирование процессов конечными суммами»	Кейс – задача	4
2	Практическое занятие 3 «Анализ влияния отдельных факторов в моделях»	Кейс – задача	4
Итого:			8

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-4 – Способен поддерживать деятельность медицинских специалистов посредством использования информационных технологий	Моделирование в медицине и биологии		Медицинские базы данных и экспертные системы
	Язык СИ		Производственная практика (научно-исследовательская работа)
	Прикладные пакеты математической обработки данных		Производственная преддипломная практика
	Автоматизация обработки экспериментальных данных		
	Введение в MATLAB		
	Язык Python		
Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков по статистической обработке данных			
ПК-5 - Способен разрабатывать новые медицинские и биологические модели и методы для внедрения их в клиническую практику	Моделирование в медицине и биологии		Производственная практика (научно-исследовательская работа)
	Язык СИ		Производственная преддипломная практика
	Прикладные пакеты математической обработки данных		
	Автоматизация обработки экспериментальных		

	данных	
	Введение в MATLAB	
	Язык Python	
	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков по статистической обработке данных	
ПК-6 - Способен к проведению научных исследований в области медико-биологических дисциплин на основе математических методов и вычислительных средств	Моделирование в медицине и биологии	Медицинские базы данных и экспертные системы
	Язык СИ	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
	Прикладные пакеты математической обработки данных	Производственная преддипломная практика
	Автоматизация обработки экспериментальных данных	
	Введение в MATLAB	
	Язык Python	
	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков по статистической обработке данных	
ПК-7 - Способен планировать медико-биологические исследования с использованием методов математической статистики и доказательной медицины	Моделирование в медицине и биологии	Медицинские базы данных и экспертные системы
	Язык СИ	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
	Прикладные пакеты математической обработки данных	Производственная преддипломная практика
	Автоматизация обработки экспериментальных данных	
	Введение в MATLAB	
	Язык Python	
	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков по статистической обработке данных	
Технология программирования медико-биологических систем		
ПК-8 - Способен осуществлять анализ научной, клинической, нормативно-правовой и справочной информации, учебной литературы и других	Моделирование в медицине и биологии	Медицинские базы данных и экспертные системы
	Прикладные пакеты математической обработки данных	Производственная практика (научно-исследовательская работа)

источников для определения перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей	Автоматизация обработки экспериментальных данных	Производственная преддипломная практика
	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков по статистической обработке данных	

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-4/ начальный и основной	ПК-4.3 - Осуществляет обработку медицинских сигналов и изображений	Знать: правила работы с биологической информацией Уметь: выполнять первичную обработку медицинских сигналов Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими моделями обработки медицинских сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ	Знать: дополнительно к пороговому уровню правила работы с медицинской информацией Уметь: дополнительно к пороговому уровню выполнять первичную обработку медицинских изображений Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими методами обработки медицинских сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ	Знать: дополнительно к продвинутому уровню правила работы с медико-биологической информацией Уметь: дополнительно к продвинутому уровню выполнять анализ медицинских сигналов и изображений Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню навыками работы на персональном компьютере, позволяющими воспользоваться соответствующими математическими методами и медицинскими сигналами и изображениями

				использованием современных пакетов прикладных программ
ПК-5/ начальный и основной	ПК-5.1 - Формулирует цели и задачи научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения с их обоснованием	Знать: цели научных исследований по моделированию Уметь: формулировать цели научных исследований по моделированию Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками обоснования сформулированных целей научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения	Знать: дополнительно к пороговому уровню задачи научных исследований по моделированию Уметь: дополнительно к пороговому уровню формулировать задачи научных исследований по моделированию Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню навыками обоснования сформулированных задач научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения	Знать: дополнительно к продвинутому уровню цели и задачи научных исследований по моделированию Уметь: дополнительно к продвинутому уровню формулировать цели и задачи научных исследований по моделированию Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню навыками обоснования сформулированных целей и задач научных исследований по моделированию в сфере здравоохранения
	ПК-5.4 - Разрабатывает математические модели функционирования органов и систем, физиологических, биофизических и популяционных процессов с последующей экспериментальной и клинической	Знать: математические модели функционирования органов и систем, физиологических процессов Уметь: разрабатывать математические модели функционирования органов и систем, физиологических процессов Владеть (или Иметь опыт деятельности):	Знать: дополнительно к пороговому уровню математические модели функционирования органов и систем, биофизических процессов Уметь: дополнительно к пороговому уровню разрабатывать математические модели функционирования органов и систем,	Знать: дополнительно к продвинутому уровню математические модели функционирования органов и систем, популяционных процессов Уметь: дополнительно к продвинутому уровню разрабатывать математические модели

	апробацией	методами экспериментальной и клинической апробации разработанных математических моделей функционирования органов и систем, физиологических процессов	биофизических процессов Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню методами экспериментальной и клинической апробации разработанных математических моделей функционирования органов и систем, биофизических процессов	функционирования органов и систем, популяционных процессов Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню методами экспериментальной и клинической апробации разработанных математических моделей функционирования органов и систем, популяционных процессов
ПК-6/ начальный и основной	ПК-6.2 - Анализирует результаты медико-биологических исследований для применения их в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам	Знать: методы анализа результатов биологических исследований Уметь: анализировать результаты биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками применения результатов биологических исследований в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам	Знать: дополнительно к пороговому уровню методы анализа результатов медицинских исследований Уметь: дополнительно к пороговому уровню анализировать результаты медицинских исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню навыками применения результатов медицинских исследований в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам	Знать: дополнительно к продвинутому уровню методы анализа результатов медико-биологических исследований Уметь: дополнительно к продвинутому уровню анализировать результаты медико-биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню навыками применения результатов медико-биологических исследований в сфере оказания информационно-аналитической помощи пациентам

	<p>ПК-6.4 - Публикует научные статьи по проблемам научного исследования в медицине</p>	<p>Знать: основные требования к опубликованию Уметь: оформлять публикации научных статей в журналах РИНЦ Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками оформления результатов научных исследований</p>	<p>Знать: дополнительно к пороговому уровню требования представления статистических данных Уметь: дополнительно к пороговому уровню оформлять публикации научных статей в журналах ВАК Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню навыками работы с программными пакетами для оформления результатов научных исследований</p>	<p>Знать: дополнительно к продвинутому уровню требования представления статистических данных к опубликованию Уметь: дополнительно к продвинутому уровню оформлять публикации научных статей в журналах Scopus Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню навыками работы с программными пакетами для оформления результатов научных исследований и подготовки научных статей</p>
<p>ПК-7/ начальный и основной</p>	<p>ПК-7.1 - Разрабатывает практики, методы и программы, полученные на основании медико-биологических исследований, для реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере</p>	<p>Знать: практики исследований Уметь: разрабатывать практики полученные на основании медико-биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами для реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере</p>	<p>Знать: дополнительно к пороговому уровню методы исследований Уметь: дополнительно к пороговому уровню разрабатывать методы, полученные на основании медико-биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню программами для реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере</p>	<p>Знать: дополнительно к продвинутому уровню программы исследований Уметь: дополнительно к продвинутому уровню разрабатывать программы, полученные на основании медико-биологических исследований Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню методами и программами для</p>

				реализации открытий фундаментальной науки в практической сфере
ПК-7.2 - Формулирует цели и задачи медико- биологическог о исследования, его теоретическое и экспериментал ьное обоснование	Знать: методики планирования научных биологических исследований Уметь: планировать научные биологические исследования Владеть (или Иметь опыт деятельности): по планированию научных биологических исследований	Знать: дополнительно к пороговому уровню методики планирования научных медицинских исследований Уметь: дополнительно к пороговому уровню планировать научные медицинские исследования Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню по планированию научных медицинских исследований	Знать: дополнительно к продвинутому уровню методики планирования научных медико- биологических исследований Уметь: дополнительно к продвинутому уровню планировать научные медико- биологические исследования Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню по планированию научных медико- биологических исследований	
ПК-7.3 - Обрабатывает экспериментал ьные данные и результаты медико- биологических исследований с использование м специализиров анных языков программиров ания, статистически х пакетов, методов обработки больших данных, а	Знать: статистические пакеты Уметь: обрабатывать экспериментальные данные и результаты медико-биологических исследований с использованием статистических пакетов Владеть (или Иметь опыт деятельности): методами обработки больших данных	Знать: дополнительно к пороговому уровню специализированные языки программирования Уметь: дополнительно к пороговому уровню обрабатывать экспериментальные данные и результаты медико- биологических исследований с использованием специализированных языков программирования Владеть (или Иметь опыт деятельности):	Знать: дополнительно к продвинутому уровню специализированны е языки программирования, статистические пакеты Уметь: дополнительно к продвинутому уровню обрабатывать экспериментальные данные и результаты медико- биологических исследований с использованием специализированны	

	также технологий открытых данных		деятельности): дополнительно к пороговому уровню технологиями открытых данных	х языков программирования, статистических пакетов Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню методами обработки больших данных, а также технологий открытых данных
ПК-8/ начальный и основной	ПК-8.2 - Формирует научные отчеты, обзоры, доклады и публикации по темам исследования в медицине	Знать: правила формирования обзоров в медицине Уметь: формировать научные обзоры Владеть (или Иметь опыт деятельности): по формированию научных обзоров по темам исследования в медицине	Знать: дополнительно к пороговому уровню правила формирования научных отчетов в медицине Уметь: дополнительно к пороговому уровню формировать научные доклады Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню по формированию научных докладов по темам исследования в медицине	Знать: дополнительно к продвинутому уровню правила формирования научных отчетов и обзоров в медицине Уметь: дополнительно к продвинутому уровню формировать научные отчеты Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню по формированию научных отчетов и публикаций по темам исследования в медицине
	ПК-8.3 - Разрабатывает структуры, функции, описания взаимодействия между объектами (информационных моделей) в медицине и здравоохранении	Знать: функции в медицине и здравоохранении Уметь: описывать взаимодействия между объектами в медицине Владеть (или Иметь опыт деятельности): по разработке функций в медицине и здравоохранении	Знать: дополнительно к пороговому уровню структуры в медицине и здравоохранении Уметь: дополнительно к пороговому уровню описывать взаимодействия между объектами в здравоохранении Владеть (или	Знать: дополнительно к продвинутому уровню структуры и функции в медицине и здравоохранении Уметь: дополнительно к продвинутому уровню описывать взаимодействия между объектами в

			Иметь опыт деятельности): дополнительно к пороговому уровню по разработке структур в медицине и здравоохранении	здравоохранении Владеть (или Иметь опыт деятельности): дополнительно к продвинутому уровню по разработке описания взаимодействий между объектами (информационных моделей) в медицине и здравоохранении
--	--	--	---	---

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-5	ИМЛ, СРС, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗП1, РТ1	1-15, 1:1-15, 1-15, 1-15	Согласно табл.7.2
2	Формально-статистические методы моделирования	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8	ИМЛ, СРС, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗП2, ЗП3, РТ2	1-15, 2: 1-15, 1-15, 1-15	Согласно табл.7.2
3	Построение моделей элементов биотехнических систем	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8	ИМЛ, СРС, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗП4, РТ3	1-15, 3: 1-15, 1-15, 1-15	Согласно табл.7.2
4	Имитационное моделирование БТС	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8	ИМЛ, СРС, ВПЗ	ВС, ВСРС, ЗП5, ЗП6, РТ4	1-15, 4: 1-15, 1-15, 1-15	Согласно табл.7.2

5	Применение системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8	ИМЛ, СРС, ВПЗ, ПЭ	ВС, ВСРС, ЗП7, ЗП8, РТ5, КЗ, КЗ, ЭБТ	1-15, 5:1-15, 1-15, 1-15, 1, 2, 1-30: 1-16	Согласно табл.7.2
---	---	------------------------------	-------------------	--------------------------------------	--	-------------------

Примечание:

ИМЛ – изучение материалов лекции

СРС – самостоятельная работа студентов

ВПЗ – выполнение практических заданий

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

РТ – рубежный тест

КЗ – кейс-задача

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 6 «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 командой 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

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. Завершите предложение:

Для проверки адекватности математической модели используется критерий...

6. Завершите предложение:

Биологическая система по своей структуре является ...

7. Завершите предложение:

Основное внимание при разработке емкостных моделей уделяют...

8. Завершите предложение:

Избыточный сдвиг фаз, вводимых между источником сигнала и частотными фильтрами, можно создать с помощью...

9. Установите слова в правильной последовательности так, чтобы получилось командное обращение, применяемое к решателю.

- а) solver
- б) [T, Y]
- в) ('F', [t0 tfinal], y0)
- г) =

10. Установите слова в правильной последовательности так, чтобы получилось определение цели применения гибкости в имитационной модели.

- а) ситуаций
- б) параметров
- в) при варьировании
- г) возможность

- e) различных
- f) структуры
- g) воспроизведения
- h) системы

11. Установите слова в правильной последовательности так, чтобы получилось определение цели применения гибкости в имитационной модели.

- a) ситуаций
- b) параметров
- c) при варьировании
- d) возможность
- e) различных
- f) структуры
- g) воспроизведения
- h) системы

12. Установите соответствие между цифрами и буквами.

А. Методы математического моделирования	1.) Рассматриваются независимо друг от друга
Б. Процессы обмена кислородом и углекислотой в дыхательной системе человека	2.) С их помощью разрабатываются и исследуются теоретические модели
В. Процесс отладки и эксплуатации имитационной модели	3.) Начинается с формирования набора исходных данных
Г. М-файл	4.) Для его построения используются простейшие управляющие структуры

13. Установите соответствие между цифрами и буквами.

А. Случайная дискретная величина	1.) Образ органов, полученный средствами лучевой или эндоскопической диагностики
Б. Процесс функционирования системы	2.) Необходимо описать прежде, чем приступить к созданию программной имитационной модели
В. Математическая модель объекта	3.) Совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение
Г. Медицинское изображение	4.) Её точное значение в предстоящем измерении предсказать невозможно

14. Установите соответствие между цифрами и буквами.

А. Цветовая разметка, которая введена для ключевых слов в системе Matlab	1.) Красный цвет
Б. Цветовая разметка, которая введена для синтаксических ошибок в системе Matlab	2.) Синий цвет
В. Цветовая разметка, которая введена для комментариев после знака % в системе Matlab	3.) Коричневый цвет
Г. Цветовая разметка, которая введена для символьных переменных (в апострофах) в системе Matlab	4.) Зелёный цвет

15. Установите соответствие между цифрами и буквами.

А. Р. Фишер	1.) Предложил идею многофакторного эксперимента
Б. Бекеши	2.) Предложил аппроксимации частотной зависимости комплексного коэффициента передачи улитки
В. Фланаган	3.) На основе работ этого ученого ведутся современные работы по моделированию улитки

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) от достоверности 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?

- пассивного или активного эксперимента
- случайного или выборочного эксперимента
- связующего или фактического эксперимента
- виртуального или натурального эксперимента

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

- теоретического
- среднее
- признака
- квадратическое
- от фактического
- 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.) $\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$
Б. Уравнение, которое следует рассматривать на этапе построения модели в виде множественного уравнения регрессии	2.) $\frac{dC}{dt} = \frac{g}{V}(C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})$
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?

- входа и выхода
- входа
- выхода
- 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. Количество 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?

- математическое представление
- кибернетическое представление
- наглядное представление
- виртуальное представление

14. (2 балла) Если между выходным параметром y и фактором x_1 нет линейной взаимосвязи, каков будет выборочный коэффициент парной корреляции?

- меньше 0
- больше 0
- стремится к 1
- стремится к 0

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

- статический режим работы
- динамический режим работы
- холостой режим работы
- 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	$y = \frac{x \sin(\pi/4)}{1 - 2x \cos(\pi/4) + x^2}$	$S = \sum_{n=1}^{40} x^n \sin\left(n \frac{\pi}{4}\right)$	$0,1 \leq x \leq 0,8$	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 установления 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. $f\left(\frac{\partial Y}{\partial t}, \frac{\partial Y}{\partial z}, Y(t, z), X(t, z), B(t)\right) = 0.$	А. Для описания модели динамики стационарного объекта с сосредоточенными координатами применяют обыкновенные дифференциальные уравнения или передаточные функции
2. $f\left(\frac{\partial Y}{\partial t}, \frac{\partial Y}{\partial z}, Y(t, z), X(t, z), B\right) = 0.$	Б. Для описания модели динамики нестационарного объекта с сосредоточенными координатами применяют обыкновенные дифференциальные уравнения или передаточные функции с переменными во времени коэффициентами
3. $f\left(\frac{dY}{dt}, Y(t), X(t), B(t)\right) = 0$ 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

<p>4. $f\left(\frac{dY}{dt}, Y(t), X(t), B\right) = 0.$ или $W = \frac{Y(p)}{X(p)}$</p>	<p>Г. Для описания модели динамики нестационарного объекта с распределенными координатами применяют дифференциальные уравнения в частных производных с переменными во времени коэффициентами</p>
---	--

Компетентностно-ориентированная задача:

1. Загрузите пакет MathCad
2. Используя генератор случайных чисел пакета MathCad создайте четыре нормально распределенных выборки по 28 элементов в каждой, предварительно задавшись средним арифметическим каждой выборки и средним квадратическим отклонением в ней.
3. Определите среднее арифметическое каждой выборки.
4. Определите среднее арифметическое всей совокупности.
5. Определите сумму квадратов отклонений между группами и внутри группы, предварительно определив число степеней свободы k.
6. Вычислите статистику F при заданном числе степеней свободы k и сравните ее с табличным значением.

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»	1	Незнание большей части материала	2	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	1	Незнание большей	2	Полно излагает

системы MATLAB для решения задач моделирования элементов БТС»		части материала		материал
Практическое занятие 1 «Проверка адекватности моделей: интерполяция и аппроксимация»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 2 «Проверка адекватности моделей: Моделирование процессов конечными суммами»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 3 «Анализ влияния отдельных факторов в моделях»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 4 «Математическое моделирование элементов и систем в пакете MATLAB»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 5 «Модели процессов, содержащие обыкновенные дифференциальные уравнения»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 6 «Моделирование речевого сигнала»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 7 «Основные свойства слуха»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
Практическое занятие 8 «Моделирование электрического генератора сердца»	1	Выполнил, но не «защитил»	2	Выполнил и «защитил»
СРС	2	Излагает материал неполно	4	Полно излагает материал
Кейс-задача 1	2	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	4	Правильно изложено задание (не менее 85 % от полного)
Кейс-задача 2	2	Неполно изложено задание (менее 50 % от полного)	4	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	1	Даны правильные ответы на 50% вопросов	2	Даны правильные ответы на 100% вопросов

Рубежный тест 5	1	Даны правильные ответы на 50% вопросов	2	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. Федоткин, М. А. Нетрадиционные проблемы математического моделирования экспериментов : учебное пособие / М. А. Федоткин. – Москва : Физматлит, 2018. – 423 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612740> (дата обращения: 03.09.2021). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

2. Березовская, Е. А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е. А. Березовская ; Южный федеральный университет, Экономический факультет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 76 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496> (дата обращения: 03.09.2021). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

3. Земляков, В. В. Моделирование измерительных задач в среде MATLAB + Simulink : учебное пособие / В. В. Земляков, В. Л. Земляков, С. А. Толмачев ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 144 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612333> (дата обращения: 20.05.2022). - Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

4. Петряева, М. В. Применение MATLAB для решения аналитических задач моделирования : учебное пособие / М. В. Петряева, А. Н. Целых. - Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 131 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/123932.html> (дата обращения: 16.09.2022). - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

5. Апальков, Владимир Васильевич. Основы моделирования цифровой обработки сигналов в среде MATLAB : учебное пособие / В. В. Апальков, Р. А. Томакова, Н. Н. Епишев ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 136 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

6. Барботько, Анатолий Иванович. Основы теории математического моделирования : [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. - Текст : непосредственный.

7. Корневский, Николай Алексеевич. Моделирование рефлекторной системы человека : учебное пособие / Н. А. Корневский, А. Г. Устинов, З. М. Юлдашев. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 324 с. - Текст : непосредственный.

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

9. Серегин, Станислав Петрович. Биофизика и основы взаимодействия физических полей с биообъектами : учебное пособие / С. П. Серегин, Н. А. Корневский, 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. - Текст : непосредственный.

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

8.3 Перечень методических указаний

1. Моделирование в медицине и биологии : методические указания по выполнению практических занятий для студентов специальности 30.05.03 «Медицинская кибернетика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: О. В. Шаталова. - Электрон. текстовые дан. (3 177 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2023. - 108 с. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. - Текст : электронный.

2. Моделирование в медицине и биологии : методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов специальности 30.05.03 «Медицинская кибернетика» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: О. В. Шаталова. - Электрон. текстовые дан. (1 124 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2023. - 35 с. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. - Текст : электронный.

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 в медицине и биологии»* являются лекции 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 *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 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, 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 работам*, а также по результатам рубежных тестов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины *«Моделирование в медицине и биологии»*: 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 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 *«Моделирование в медицине и биологии»* с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины *«Моделирование в медицине и биологии»* - 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/Core 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	замененных	аннулированных	новых			
1		8, 30, 31			3	23.06.2023	Протокол заседания кафедры БМИ №11 от 23.06.2023 г. 