

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе

ФИО: Клочков Юрий Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 18.04.2024 11:05:44

Уникальный программный ключ:

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю

Заместитель директора

по УМР

\_\_\_\_\_ Н.В. Зонова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Математическое моделирование биологических процессов и систем

направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

направленность (профиль): Биотехнические и медицинские аппараты и системы

форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины для обучающихся по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры кибернетических систем  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Н. Кузяков

Рабочую программу разработал:

П.И.Ковалёв, доцент кафедры КС, к. ф.– м. н, доцент \_\_\_\_\_

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: обучающиеся должны овладеть знаниями, умениями и навыками, которые позволят им строить математические модели элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов и самостоятельно разработанных программных продуктов.

Задачи дисциплины: обучающиеся должны:

- изучить теоретические основы математического моделирования биологических объектов;
- уметь применять современные программные средства в ходе компьютерного моделирования биотехнических систем и протекающих в них процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов и систем» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений

Необходимыми условиями для освоения дисциплины является владение компонентами Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования в той степени, которую предусматривают рабочие программы учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Основы биологии», «Биофизика.

Дисциплина изучается в шестом семестре и её учебный материал используется в ходе изучения дисциплин: «Проектная деятельность», «Динамика биомеханических систем», а также в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	Код и наименование результата обучения по дисциплине	
ПКС-1. Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий с использованием искусственного интеллекта и квантовых технологий и робототехники	ПКС-1.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов, коммуницирует с техническими специалистами через визуальные сессии с дополненной реальностью, применяет программы и языки искусственного интеллекта ПРОЛОГ и LISP	Знать: З1- определение и свойства физической величины	
		Уметь: У1 – анализировать характеристики биологических объектов, определять, какие из них выражаются значениями физических величин	
		Владеть: В1 – навыками распознавания положительных, скалярных, векторных величин и представлением числовых выражений их значений в проблемно-ориентированных инструментальных средах	
	ПКС-1.2. Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий с помощью средств и технологий фотоники		Знать: З2 –определение размерности физической величины
			Уметь: У2 – выполнять размерностный анализ физических величин, значения которых характеризуют биологический объект, оценивать выбор единиц измерения
			Владеть: В2 – навыками оценки корректности математических моделей биологического объекта с точки зрения

		теории размерностей и физической осмысленности
	ПКС-1.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, анализирует документацию по обслуживанию и ремонту медицинской техники и данные из систем по управлению материальными активами, данные Интернета вещей, чтобы помочь специалистам по технической эксплуатации и ремонту биотехнических систем медицинского назначения, правильно и оперативно диагностировать и устранить неисправности при разработке, конструкторских технических и клинических испытаниях инновационных медицинских изделий	Знать: З3 – структуру научной и научно-технической статьи, требования, предъявляемые к описанию математической модели биологического объекта в научной статье
		Уметь: У3 – составить аннотацию фрагмента научной статьи, содержащей описание математической модели биологического объекта, на русском и английском языках
		Владеть: В3 – навыками редактирования описания математической модели биологического объекта
ПКС-2. Способность к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов и роботизированных процессов	ПКС-2.1. Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели, элементы и процессы биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий. Использует методы и средства цифрового моделирования систем (инструменты Matlab, Scilb)	Знать: З4 – содержание основных этапов разработки математической модели биологического объекта
		Уметь: У4 – формулировать задачи, которые решаются на каждом этапе разработки математической модели биологического объекта и требования, предъявляемые к результатам их решения
		Владеть: В4 – навыками использования объектно-ориентированных интерфейсных элементов проблемно-ориентированных инструментальных средств для адекватного и наглядного представления онтологии предметной области и результатов каждого этапа математического моделирования биологического объекта
	ПКС-2.2. Разрабатывает, реализует и применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении задач проектирования биотехнических систем. Применяет программную библиотеку Tensor Flow для машинного обучения для решения задач построения и тренировки нейронной сети	Знать: З5 – основные определения и теоремы теории систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных
		Уметь: У5 – применять методы приближённого решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных
		Владеть: В5 – методами оценки эффективности применения того или иного метод приближённого решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных
	ПКС-2.3. Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем. Разрабатывает информационные структуры для решения задач проектирования и конструирования на базе методов и средств цифровой коммуникации	Знать: З6 – архитектуру проблемно-ориентированной инструментальной среды
		Уметь: У6 – составлять программные модули для решения задач профессиональной деятельности
		Владеть: В6 –навыками редактирования, комментирования и отладки программных модулей в соответствующих проблемно-ориентированных инструментальных

		средах
ПКС-7. Способность к созданию интегрированных роботизированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов, телемедицинских технологий для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека	ПКС-7.1. Разрабатывает структуру телемедицинских сетей, осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека, на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	Знать: 37 – основы химической и биологической кинетики
		Уметь: У7 – строить математические модели равновесные и неравновесных физико-химических процессов
		Владеть: В7 –навыками предпроектного исследования интегрированных биотехнических систем

#### 4. Объём дисциплины

Общий объём дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	3/6	34	-	18	29	27	опрос, контрольная работа, лабораторная работа
заочная	-	-	-	-	-	-	-

#### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

**очная форма обучения (ОФО)**

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>1</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Входной контроль	6	-	-	3	9	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Опрос Контрольная работа КР 1
2	2		4	-	-	2	6		Опрос

<sup>1</sup> Эссе, реферат, тест, типовой расчет, опрос (устный или письменный), собеседование, РГР, контрольная работа, творческое задание, кейс-задача, деловая игра, презентация доклада, отчет и т.д. Указываются ссылки на конкретные задания, представленные в ФОС, т.е. тест №1, контрольная работа № 1 и т.д.

		Методы моделирования						ПКС-1.2	
3	3	Модели роста	4	-	-	2	6	ПКС-2.1	Опрос Контроль- ная работа КР 3
4	4	Биохимическая кинетика	10	-	-	5	15	ПКС-1.1 ПКС-2.1 ПКС-7.1	Опрос Контроль- ная работа КР 4
5	5	Методы численного решения дифференциальных уравнений	8	-	-	4	12	ПКС-2.2	Контроль- ная работа КР 5
6	6	Разработка математических моделей биотехнических систем	2	-	-	2	4	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-7.1	Опрос Контроль- ная работа КР 6
7	7	Лабораторные работы	-	-	18	11	29	ПКС-1.1 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3	Защиты отчётов о выполне- нии лаборатор- ных работ
7	Контроль		-	-	-	27	27		Итоговый опрос
6	Курсовая работа/проект <i>(при наличии в УП)</i>		-	-	-	00	00		
7	Зачет/экзамен		-	-	-	00	00		
Итого:			34	-	18	56	108		

*(Если дисциплина изучается в нескольких семестрах, то часы аудиторной, самостоятельной работы, индикаторы достижения компетенций и формы текущего контроля указываются для каждого семестра)*

### **заочная форма обучения (ЗФО)**

заочная форма обучения отсутствует

#### 5.2. Содержание дисциплины.

##### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Входной контроль». Биологический объект. Векторные величины. Физические законы. Пределы функций. Производная. Интегрирование. Анализ размерностей. Скорость.

Раздел 2. «Методы моделирования». Определение моделирования. Объект моделирования. Назначение и функции модели. Виды моделирования.

Раздел 3. «Модели роста». Математическая модель размножения популяции. Математическая модель роста биомассы.

Раздел 4. «Биохимическая кинетика». Стехиометрические уравнения химических реакций. Скорость химической реакции. Экспериментальные измерения скоростей химических реакций. Кинетические уравнения химических реакций. Биохимические реакции с участием ферментов. Электрохимические процессы в живых организмах. Моделирование неравновесных процессов. Параболические уравнения.

Раздел 5. «Методы численного решения дифференциальных уравнений». Задача Коши. Численное дифференцирование. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения в частных производных. Численное решение краевой задачи для параболического уравнения. Качественные характеристики методов численного решения дифференциальных уравнений.

Раздел 6. «Разработка математических моделей биотехнических систем». Физиологические периодические и почти периодические процессы. Стационарное состояние объекта. Регулирование содержания углекислого газа в артериальной системе. Общая схема разработки математических моделей биологических объектов и биотехнических систем. Этапы математического моделирования биотехнической системы. Организация предпроектного исследования биотехнической системы.

Раздел 7. «Лабораторные работы». Графическое представление периодических функций. Широтно-импульсная модуляция. Разложение периодической функции в ряд Фурье. Компьютерное моделирование процесса увеличения сухой биомассы культуры. Моделирование биохимических процессов. Моделирование биохимических процессов, протекающих с участием ферментов.

### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Биологический объект. Векторные величины. Физические законы
2	1	2	-	-	Пределы функций. Производная. Интегрирование
3	1	2	-	-	Анализ размерностей. Скорость
4	2	2	-	-	Определение моделирования. Объект моделирования. Назначение и функции модели
5	2	2	-	-	Виды моделирования
6	3	2	-	-	Математическая модель размножения популяции
7	3	2	-	-	Математическая модель роста биомассы
8	4	2	-	-	Стехиометрические уравнения химических реакций. Скорость химической реакции
9	4	2	-	-	Экспериментальные измерения скоростей химических реакций. Кинетические уравнения химических реакций

10	4	2	-	-	Биохимические реакции с участием ферментов
11	4	2	-	-	Электрохимические процессы в живых организмах
12	4	2	-	-	Моделирование неравновесных процессов. Параболические уравнения
13	5	2	-	-	Задача Коши. Численное дифференцирование
14	5	2	-	-	Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений
15	5	2	-	-	Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения в частных производных
16	5	2	-	-	Численное решение краевой задачи для параболического уравнения. Качественные характеристики методов численного решения дифференциальных уравнений
17	6	2	-	-	Физиологические периодические и почти периодические процессы. Стационарное состояние объекта. Регулирование содержания углекислого газа в артериальной системе. Общая схема разработки математических моделей биотехнических систем. Этапы математического моделирования биотехнической системы. Организация предпроектного исследования биотехнической системы
Итого:		34	-	-	

### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	
1	7	2	-	Пакет прикладных программ Scilab
2	7	2	-	Структурированные типы данных
3	7	1	-	Пакетный режим работы в проблемно-ориентированной среде Scilab.
4	7	1	-	Применение функций в программных модулях проблемно-ориентированной среды Scilab.
5	7	2	-	Графическое представление периодических функций
6	7	2	-	Широтно-импульсная модуляция
7	7	2	-	Разложение периодической функции в ряд Фурье;
8	7	2	-	Компьютерное моделирование процесса увеличения сухой биомассы культуры
9	7	2	-	Моделирование биохимических процессов;
10	7	2	-	Моделирование биохимических процессов, протекающих с участием ферментов.
Итого:		18	-	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.7

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
1	1	1	-	Биологический объект. Векторные величины. Физические законы	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
2	1	1	-	Пределы функций. Производная. Интегрирование	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
3	1	1	-	Анализ размерностей. Скорость	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
4	2	1	-	Определение моделирования. Объект моделирования. Назначение и функции модели	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
5	2	1	-	Виды моделирования	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
6	3	1	-	Математическая модель размножения популяции	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
7	3	1	-	Математическая модель роста биомассы	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
8	4	1	-	Стехиометрические уравнения химических реакций. Скорость химической реакции	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
9	4	1	-	Экспериментальные измерения скоростей химических реакции. Кинетические уравнения химических реакций	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
10	4	1	-	Биохимические реакции с участием ферментов	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
11	4	1	-	Электрохимические процессы в живых организмах	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
12	4	1	-	Моделирование неравновесных процессов. Параболические уравнения	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
13	5	1	-	Задача Коши. Численное дифференцирование	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
14	5	1	-	Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
15	5	1	-	Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы

				Дифференциальные уравнения в частных производных	
16	5	1	-	Численное решение краевой задачи для параболического уравнения. Качественные характеристики методов численного решения дифференциальных уравнений	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
17	6	2	-	Физиологические периодические и почти периодические процессы. Стационарное состояние объекта. Регулирование содержания углекислого газа в артериальной системе. Общая схема разработки математических моделей биологических объектов и биотехнических систем. Этапы математического моделирования биотехнической системы. Организация предпроектного исследования биотехнической системы	Изучение конспекта лекций Выполнение контрольной работы
18	7	1	-	Пакет прикладных программ Scilab	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
19	7	1	-	Структурированные типы данных	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
20		1	-	Пакетный режим работы в проблемно-ориентированной среде Scilab	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
21	7	1	-	Применение функций в программных модулях проблемно-ориентированной среды Scilab	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
22	7	1	-	Графическое представление периодических функций	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
23	7	1	-	Широтно-импульсная модуляция	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
24		1	-	Разложение периодической функции в ряд Фурье	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
25		1	-	Компьютерное моделирование процесса увеличения сухой биомассы культуры	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении

					лабораторной работы
26		1	-	Моделирование биохимических процессов	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
27		2	-	Моделирование биохимических процессов, протекающих с участием ферментов	Изучение Методических указаний к выполнению лабораторных работ Составление отчёта о выполнении лабораторной работы
28	-	27	-	Контроль	Подготовка к контрольным мероприятиям Выполнение контрольных работ Отчёты о выполнении лабораторных работ
Итого:		56	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);

- работа в малых группах (практические занятия);

- разбор практических ситуаций (контрольные работы).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы направлены на проверку качества усвоения теоретического материала дисциплины.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Опрос на каждой лекции	10
2	Выполнение и защита контрольных работ	10
3	Защита отчётов о выполнении лабораторных работ	10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
4	Опрос на каждой лекции	10
5	Выполнение и защита контрольных работ	10
6	Защита отчётов о выполнении лабораторных работ	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
7	Опрос на каждой лекции	10

8	Выполнение и защита контрольных работ	10
9	Защита отчётов о выполнении лабораторных работ	10
10	Выполнение итоговой контрольной работы	10
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Сайт ФГБОУ ВО ТИУ <http://www.tyuiu.ru>

- Система поддержки учебного процесса ТИУ <https://educon2.tyuiu.ru/login/index.php>
- Электронный каталог Библиотечно-издательского комплекса <http://webirbis.tsogu.ru/>
- Электронная библиотечная система eLib <http://elib.tsogu.ru/>
- ЭБС «Издательства Лань» – <http://e.lanbook.com>
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»–[www. https://urait.ru](http://www.urait.ru)
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU;
- ЭБС «IPRbooks»– <http://www.iprbookshop.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина - <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа) -<http://bibl.rusoil.net>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта) - <http://lib.ugtu.net/books>
- ЭБС «Перспект» – <http://ebs.prospekt.org>
- ЭБС «Консультант студент» 1– <http://www.studentlibrary.ru>
- Справочно-информационная база данных «Техэксперт»

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Adobe Acrobat Reader DC, Свободно-распространяемое ПО; Microsoft Office Professional Plus; Microsoft Windows; Scilab, Свободно- распространяемое ПО; Zoom (бесплатная версия), Свободно- распространяемое ПО

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Интерактивная сенсорная доска, моноблок; проектор
2	12 персональных компьютеров, оснащённых операционной системой семейства Windows и пакетом прикладных программ Microsoft Office с установленным свободно распространяемым пакетом проблемно-ориентированных программных модулей Scilab	-

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к занятиям.

Проведение занятий направлено на получение теоретических знаний по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов и систем» и их закрепление.

Каждое занятие имеет наименование (тему) и цель работы, основные теоретические положения, контрольные вопросы, а также методику выполнения домашнего задания (контрольной работы). В ходе опроса каждый из обучающихся устно отвечает на вопросы преподавателя по теоретическому материалу, представляет текст выполненной контрольной работы и отвечает на вопросы, относящиеся к её содержанию и форме изложения. В зависимости от поставленной задачи текст может быть представлен в виде бумажного документа на листах формата А4, либо в виде файла, набранного в текстовом процессоре Word. Контрольная работа включает в себя: титульный лист, цель работы, результат и объяснение выполнения практического задания, графики и векторные диаграммы при необходимости, выводы. Схемы, графики, рисунки необходимо выполнять простым карандашом либо с использованием графических редакторов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На основании ответов обучающегося и качества выполненной контрольной работы преподаватель оценивает уровень сформированности компетенций. На изучение теоретического материала и выполнение каждой контрольной работы отводится определенное количество часов в соответствии с тематическим планом изучения дисциплины (см. выше п. 5.2.2. Самостоятельная работа студента).

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой естественное продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом (см. выше п. 5.2.2. Самостоятельная работа студента). Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий. Самостоятельная работа выполняется индивидуально каждым студентом.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, выполнение контрольной работы и др. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации студентов в течение семестра. Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации. Самостоятельная работа студента без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы студент должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов используются аудиторные занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Математическое моделирование биологических процессов и систем  
направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

профиль: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1 - 2	3	4	5
ПКС-1	ПКС-1.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учётом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов	Знать: <i>ЗI</i> – определение и свойства физической величины	не знает определения и свойств физической величины	с ошибками формулирует определение физической величины и объясняет её свойства, приводит простые примеры физических величин	чётко формулирует определение физической величины и объясняет её свойства, приводит примеры физических величин, характеризующих состояния биологических объектов и протекающие в них процессы	представляет в математической форме закономерности, которым подчиняются физические величины, характеризующие состояния биологических объектов и протекающие в них процессы
		Уметь: <i>УI</i> – анализировать характеристики биологических объектов, определять, какие из них выражаются значениями физических величин	не может привести примеров процессов, протекающих в биологических объектах	с ошибками объясняет процесс увеличения сухой биомассы культуры одноклеточных организмов и процессы брожения	приводит примеры процессов, протекающих в биологических объектах, объясняет изменения физических величин, характеризующих эти процессы	строит и анализирует математические модели процессов, протекающих в биологических системах
		Владеть: <i>ВI</i> – навыками распознавания положительных, скалярных, векторных величин и представлением числовых выражений их значений в проблемно-ориентированных инструментальных средах	не способен различать положительные, скалярные и векторные физические величины	с ошибками называет положительные, скалярные и векторные величины, характеризующие процессы, протекающие в биологических объектах, с ошибками выполняет	без ошибок выполняет операции над числовыми выражениями значений величин в проблемно-ориентированной инструментальной среде	для заданной математической модели процесса, протекающего в биологическом объекте, строит алгоритмическую модель решения задачи и реализует её в виде программного

				операции над числовыми выражениями значений величин в проблемно-ориентированной инструментальной среде		модуля
ПКС-1	ПКС-1.2. Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий	Знать: <i>32</i> – определение размерности физической величины	не знает определения размерности физической величины	с ошибками формулирует определение размерности физической величины, приводит простые примеры размерностей физических величин	чётко формулирует определение размерности физической величины, приводит примеры размерностей физических величин	объясняет основные принципы системы единиц измерения СИ и формулы размерностей физических величин
		Уметь: <i>У2</i> – выполнять размерностный анализ физических величин, значения которых характеризуют биологический объект, оценивать выбор единиц измерения	не умеет выполнять размерностный анализ физических величин, значения которых характеризуют биологический объект	записывает размерности основных единиц измерения физических величин, характеризующих биологические объекты	представляет размерности физических величин, характеризующих биологические объекты, в символической форме	выполняет размерностный анализ уравнений, описывающих связи между физическими величинами, характеризующими биологический объект
		Владеть: <i>B2</i> – навыками оценки корректности математических моделей биологического объекта с точки зрения теории размерностей и физической осмысленности	не понимает значений слов и словосочетаний бессмысленный, неправильный, некорректный, неверный (ложный), не имеющий физического смысла	приводит примеры бессмысленных комбинаций символов, неправильных, некорректных и не имеющих физического смысла выражений, неверных соотношений	оценивает корректность математических моделей биологического объекта с точки зрения теории размерностей	приводит примеры математических моделей биологических объектов, включающих некорректные и не имеющие физического смысла соотношения
ПКС-1	ПКС-1.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных	Знать: <i>33</i> – структуру научной и научно-технической статьи, требования, предъявляемые к описанию математической модели биологического объекта в научной статье	не знает, чем отличается текст научной статьи от текста учебника	с ошибками объясняет структуру научной статьи, формулирует требования, предъявляемые к описанию математической модели биологического объекта в научной статье	чётко объясняет структуру научной и научно-технической статьи, правильно формулирует требования, предъявляемые к описанию математической модели биологического объекта	читает фрагмент научной или научно-технической статьи, содержащий описание математической модели биологического объекта на русском и английском языках, определяет, насколько

					в научной статье	соблюдены требования, предъявляемые к описанию математической модели
		Уметь: У3 – составить аннотацию фрагмента научной статьи, содержащей описание математической модели биологического объекта, на русском и английском языках	не понимает содержания научной статьи	с ошибками пересказывает фрагмент научной или научно-технической статьи, содержащей описание математической модели биологического объекта, на русском языке	чётко пересказывает фрагмент научной или научно-технической статьи, содержащей описание математической модели биологического объекта, на русском языке	составляет аннотацию фрагмента научной статьи, содержащей описание математической модели биологического объекта, на русском и английском языках
		Владеть: В3 – навыками редактирования описания математической модели биологического объекта	не владеет навыками редактирования текста	выполняет простейшую редакторскую правку научного текста	находит в описании математической модели биологического объекта на русском языке фрагменты текста, которые должны быть отредактированы	выполняет редактирование описания математической модели биологического объекта на русском и английском языках
ПКС-2	ПКС-2.1. Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели, элементы и процессы биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий	Знать: З4 – содержание основных этапов разработки математической модели биологического объекта	не знает этапов разработки математической модели биологического объекта	с ошибками рассказывает о содержании этапов разработки математической модели биологического объекта	чётко и обстоятельно описывает содержание каждого этапа разработки математической модели биологического объекта	объясняет процесс разработки математической модели биологического объекта на конкретных примерах
		Уметь: У4 – формулировать задачи, которые решаются на каждом этапе разработки математической модели биологического объекта и требования, предъявляемые к результатам их решения	не может сформулировать задачи, которые решаются на каждом этапе разработки математической модели биологического объекта	с ошибками формулирует задачи, которые решаются на каждом этапе разработки математической модели биологического объекта	чётко формулирует задачи, которые решаются на каждом этапе разработки математической модели биологического объекта	формулирует требования, которые предъявляются к результатам решения задач на каждом этапе разработки математической модели биологического объекта
		Владеть: В4 – навыками использования объектно-	не владеет навыками использования объектно-	строит простейшие графики периодических	строит графики периодических и почти	использует объектно-ориентированные

		ориентированных интерфейсных элементов проблемно-ориентированных инструментальных средств для адекватного и наглядного представления онтологии предметной области и результатов каждого этапа математического моделирования биологического объекта	ориентированных интерфейсных элементов проблемно-ориентированных инструментальных средств для адекватного и наглядного представления онтологии предметной области	изменений физических величин, характеризующих протекание биологического процесса с использованием инструментальных проблемно-ориентированных средств	периодических изменений физических величин, характеризующих протекание биологического процесса с использованием инструментальных проблемно-ориентированных средств	интерфейсные элементы проблемно-ориентированных инструментальных средств для адекватного и наглядного представления онтологии предметной области и результатов каждого этапа математического моделирования биологического объекта
ПКС-2	ПКС-2.2. Разрабатывает, реализует и применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках, при решении задач проектирования биотехнических систем	Знать: З5 – основные определения и теоремы теории систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных	не знает теории дифференциальных уравнений	с ошибками формулирует теоремы существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений	чётко объясняет постановку задачи Коши и формулирует теоремы существования и единственности её решения для системы обыкновенных дифференциальных уравнений	объясняет основные положения теории дифференциальных уравнений в частных производных
		Уметь: У5 – применять методы приближённого решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных	не знает методов приближённого решения дифференциальных уравнений	объясняет метод Эйлера приближённого решения обыкновенного дифференциального уравнения	объясняет методы Эйлера и Рунге-Кутты приближённого решения обыкновенного дифференциального уравнения	объясняет методы Эйлера, Рунге-Кутты и неявные методы приближённого решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений и разностные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных
		Владеть: В5 – методами оценки эффективности применения того или иного метода	не владеет методами оценки эффективности	с ошибками объясняет оценку локальной ошибки	чётко объясняет, что такое локальная ошибка	приводит оценки локальных ошибок усечения

		приближённого решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений или уравнений в частных производных	применения методов приближённого решения дифференциальных уравнений	усечения приближённого решения дифференциального уравнения	усечения приближённого решения обыкновенного дифференциального уравнения методом Эйлера	приближённого решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений методами Рунге-Кутты
ПКС-2	ПКС-2.3. Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем	Знать: З6 – архитектуру проблемно-ориентированной инструментальной среды	не знает архитектуры проблемно-ориентированной инструментальной среды	с ошибками объясняет архитектуру интерфейса проблемно-ориентированной инструментальной среды	чётко объясняет архитектуру интерфейса проблемно-ориентированной инструментальной среды	объясняет объектно-ориентированные технические решения, принятые в ходе разработки инструментальной среды
		Уметь: У6 – составлять программные модули для решения задач профессиональной деятельности	не умеет составлять программные модули	составляет простейшие программные модули	составляет программные модули, использующие встроенные функции и процедуры	составляет программные модули, автоматизирующие обработку результатов вычислительных экспериментов
		Владеть: В6 – навыками редактирования, комментирования и отладки программных модулей в соответствующих проблемно-ориентированных инструментальных средах	не владеет навыками редактирования, комментирования и отладки программных модулей	объясняет команды в простых программных модулях, устраняет синтаксические ошибки	составляет программные модули с комментариями, выполняет отладку программных модулей	объясняет технические решения, принятые в ходе разработки программного модуля, выполняя отладку программного модуля, следует определённой стратегии
ПКС-7	ПКС-7.1. Разрабатывает структуру и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информации	Знать: З7 – основы химической и биологической кинетики	не знает, как находить стехиометрические коэффициенты в уравнениях химических реакций	с ошибками формулирует основные положения химической кинетики	чётко объясняет основные закономерности протекания физико-химических процессов в биологической системе	знает определения основных классов органических соединений, входящих в состав протоплазмы, и химические реакции, в которых они участвуют
		Уметь: У7 – строить математические модели равновесные и	не знает определений равновесных и неравновесных физико-	с ошибками объясняет специфику построения математиче-	чётко объясняет специфику построения математиче-	приводит примеры систем обыкновенных дифференциаль-

	ных процессов, протекающих в биотехнической системе	неравновесных физико-химических процессов	химических процессов	ских моделей, равновесных и неравновесных процессов, протекающих в биологических системах	ских моделей, равновесных и неравновесных процессов, протекающих в биологических системах, приводит примеры	ных уравнений и уравнений в частных производных, описывающих физико-химические процессы, протекающие в биологической системе, объясняет гипотезы, лежащие в их основе
	Владеть: В7 – навыками предпроектного исследования интегрированных биотехнических систем	не владеет навыками исследования биотехнических систем	с ошибками составляет план предпроектного исследования интегрированной биотехнической системы	без серьёзных ошибок составляет план предпроектного исследования биотехнической системы	составляет концептуальную модель интегрированной биотехнической системы, выделяет протекающие в ней физико-химические процессы, составляет план разработки их математических моделей	

**КАРТА  
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии  
профиль: Интеллектуальные системы и средства автоматизированного управления  
Дисциплина Математическое моделирование биологических процессов и систем

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Баранов В. Н. Б 241 Медицинская диагностическая техника. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Баранов, М. С. Бочков, В. А. Акмашев. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 144 с. Электронная библиотечная система eLib <a href="http://elib.tsogu.ru/">http://elib.tsogu.ru/</a>	+	25	100	+
2	Кучерюк, В. И. К. Биомеханика и моделирование. [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие / В. И. Кучерюк, Ю. К. Шлык - Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. - 336 с. Электронная библиотечная система eLib <a href="http://elib.tsogu.ru/">http://elib.tsogu.ru/</a>	+	25	100	+
3	Кучерюк, В. И. Системный подход к моделированию организма человека [Электронный ресурс] : монография / В. И. Кучерюк, В. Н. Баранов, О. Н. Кузяков. - Тюмень: ТИУ, 2021. - 272 с. Электронная библиотечная система eLib <a href="http://elib.tsogu.ru/">http://elib.tsogu.ru/</a>	+	25	100	+
4	Ковалёв П.И. Математическое моделирование биологических процессов и систем. [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, профиль: Биотехнические и медицинские аппараты и системы. - Тюмень: ТИУ, 2021. - 50 с. URL: <a href="https://educon2.tyuiu.ru/course/view.php?id=11605">https://educon2.tyuiu.ru/course/view.php?id=11605</a>	+	25	100	-

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ О.Н. Кузяков

Директор БИК \_\_\_\_\_ Д.Х. Каюкова

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины**

---

на 20\_ - 20\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

---

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения внес:

\_\_\_\_\_ (должность, ученое звание, степень) \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры \_\_\_\_\_.  
(наименование кафедр-разработчика)

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия.  
(кафедры-разработчика)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой  
\_\_\_\_\_ О.Н.Кузяков

«30» августа 2021 г.