

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 17.04.2024 17:20:25  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

К.Р. Муратов

« 29 » 05 2019 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: **Математическое моделирование биологических процессов и систем**

направление подготовки: **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

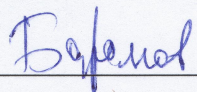
направленность: **Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

форма обучения: **очная**

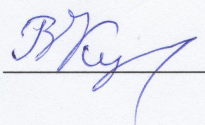
Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22.04.2019 г. и требованиями ОПОП ВО направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», направленность «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», к результатам освоения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов и систем».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры кибернетических систем  
Протокол № 14 от « 29 » 05 2019г.

Заведующий кафедрой  
кибернетических систем  О. Н. Кузяков

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель образовательной программы  В.Н. Баранов  
« 28 » 05 2019 г.

Рабочую программу разработал:

В.И. Кучерюк, профессор, к.т.н., профессор 

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель:** формирование знаний и умений по дисциплине и получение навыков в составлении математических моделей биологических процессов и систем, работать с литературой.

### Задачи:

- освоение теории математического моделирования;
- планирование имитационных экспериментов с моделями;
- построение моделирующих алгоритмов;
- планирование многофакторных экспериментов;
- применение программного комплекса MATLAB к реализации математических моделей;
- привить умения пользоваться технической литературой.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Для полного усвоения данной дисциплины обучающиеся должны знать дисциплины: Б1.О.08 – «Математика», Б1.О.09 – «Физика», Б1.В.10 – «Теоретическая механика», Б1.В.11 – «Прикладная механика», Б1.В.09 – «Биофизики», Б1.В.08 – «Биомеханика».

Знания по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов и систем» необходимы обучающимся данного направления для усвоения знаний по следующим дисциплинам: Б1.О.19 – «Моделирование и проектирование электронных элементов», Б1.О.13 – «Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы», Б1.В.02 – «Проектная деятельность», Б1.В.13 – «Узлы и элементы медицинской техники».

## 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)	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.	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.	Знать: (З.1) необходимые методы математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями Уметь: (У.1) выбирать необходимые методы математического моделирования с соответствующими особенностями для медицинских изделий Владеть: (В.1) информацией о методы математического моделирования биологических процессов и систем
	ПКС-1.2. Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в	Знать: (З.2) необходимые требования технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и

	<p>части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.</p>	<p>технологичности для математического моделирования медицинских систем</p> <p>Уметь: (3.2) выбирать методы математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.</p> <p>Владеть: (В.2) информацией о методах математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.</p>
	<p>ПКС-1.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.</p>	<p>Знать: (3.3) как осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.</p> <p>Уметь: (3.3) осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных для моделирования систем.</p> <p>Владеть: (В.3) методами поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.</p>
<p>ПКС-2. Способность к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.</p>	<p>ПКС-2.1. Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели элементы и процессы биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий.</p>	<p>Знать: (3.1) как разрабатывать алгоритмы и реализовать математические и компьютерные модели элементов и процессов биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий.</p> <p>Уметь: (У.1) разрабатывать алгоритмы и реализовать математические и компьютерные модели элементов и процессов биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий.</p> <p>Владеть: (В.1) разработкой алгоритмов и реализацией математических и компьютерных моделей элементов и процессов биотехнических систем с использованием объектно-ориентированных технологий.</p>
	<p>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</p>	<p>Знать: (У.2) как разрабатывать, реализовывать и применять в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при составлении математических моделей задач проектирования биотехнических систем</p> <p>Уметь: (У.2) разрабатывать, реализовывать и применять в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при составлении математических моделей задач проектирования биотехнических систем</p> <p>Владеть: (В.2) разработкой, реализацией и применением в профессиональной деятельности различных численных методов, в том числе реализованных в готовых библиотеках при решении задач проектирования биотехнических систем</p>
	<p>ПКС-2.3. Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем.</p>	<p>Знать: (У.3) как разрабатывать библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем с использованием математических моделей.</p> <p>Уметь: (У.3) разрабатывать библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем с использованием математических моделей.</p> <p>Владеть: (В.3) разработкой библиотек и подпрограмм (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем с использованием математических моделей.</p>
<p>ПКС-7. Способность к созданию интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека</p>	<p>ПКС-7.1. Разрабатывает структуру и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе</p>	<p>Знать: (У.1) как разрабатывать структуру и осуществлять создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе</p> <p>Уметь: (У.1) разрабатывать структуру и осуществлять создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в</p>

		биотехнической системе с использованием математических моделей
		Владеть: (В.3) разработкой структуры и осуществлением создания интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе с использованием математических моделей.

### 3. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 144 часа, зачетных единиц 4.

Таблица 3.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	3/6	34	-	34	40	Экзамен

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Структура дисциплины

#### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 4.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение. Основные понятия о биологических процессах и системах, моделировании, применяемом математическом аппарате в моделировании. Краткая история моделирования биологических систем.	2	-	-	2	4	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
2	2	Классификация моделей. Принципы и этапы математического моделирования, требования к модели. Построение структурных схем функциональной и алгоритмической математических моделей.	4	-	-	4	8	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
3	3	Математический аппарат в моделировании биологических систем.	4	-	-	4	8	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
4	4	Основные сведения о строении, функционировании биологических процессов и биотехнических систем.	2	-	-	4	6	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1	Собеседование
5	5	Математическое моделирование функционирования клетки	4	-	6	4	14	ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование

6	6	Математическое моделирование системы работы сердца и системы кровообращения	4	-	8	8	20	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
7	7	Математическое моделирование кинематики и динамики опорно-двигательного аппарата человека	4	-	8	4	16	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
8	8	Математическое моделирование кинематики и динамики дыхательной системы	4	-	6	4	14	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
9	9	Математическое моделирование процесса диагностики системы «человек-медицинский аппарат»	4	-	6	4	14	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
10	10	Анализ устойчивости математических моделей	2	-	-	2	4	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-1.3 ПКС-2.1 ПКС-2.2 ПКС-2.3 ПКС-7	Собеседование
Экзамен			-	-	-	36	36		
Итого:			34	-	34	76	144		

## 5.2. Содержание дисциплины.

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

#### Раздел 1

##### Введение.

Основные понятия о биологических процессах и системах, моделировании, применяемом математическом аппарате в моделировании. Краткая история моделирования биологических систем.

##### Тема 1

Основные понятия о биологических процессах и системах, моделировании, применяемом математическом аппарате в моделировании.

##### Тема 2

История моделирования биологических систем.

#### Раздел 2.

Классификация моделей. Принципы и этапы математического моделирования, требования к модели. Построение структурных схем функциональной и алгоритмической математических моделей.

## Тема 1

Классификация моделей. Принципы и этапы математического моделирования, требования к модели.

## Тема 2

Построение структурных схем функциональной математических моделей. Условные обозначения на структурной схеме. Примеры построения структурных схем.

Раздел 3.

Математический аппарат в моделировании биологических систем.

## Тема 1

Математическое описание биологических процессов с помощью функциональных зависимостей, дифференциальных и интегральных уравнений. Примеры.

## Тема 2

Операторные методы в математическом моделировании. Примеры.

## Тема 3

Численные методы в математическом моделировании. Примеры.

Раздел 4.

Основные сведения о строении, функционировании биологических процессов и биотехнических систем.

## Тема 1

Основные сведения о строении и функционировании клетки. Строение биологических тканей.

## Тема 2

Краткие сведения о системах человека. Функционирование систем.

Раздел 5.

Математическое моделирование функционирования клетки.

## Тема 1

Математическое описание строения клетки.

## Тема 2

Математическое описание функционирования клетки.

Раздел 6.

Математическое моделирование системы работы сердца и системы кровообращения.

## Тема 1

Математическое описание функционирования сердца.

## Тема 2

Математическое описание функционирования системы кровообращения.

Раздел 7.

Математическое моделирование кинематики и динамики опорно-двигательного аппарата человека

## Тема 1

Математическое моделирование кинематики и динамики верхних конечностей.

## Тема 2

Математическое моделирование кинематики и динамики нижних конечностей.

Раздел 8.

Математическое моделирование кинематики и динамики дыхательной системы.

## Тема 1

Математическое описание строения дыхательной системы.

## Тема 2

Математическое моделирование функционирования дыхательной системы.

Раздел 9.

Математическое моделирование процесса диагностики системы «человек-медицинский аппарат».

## Тема 1

Математическое моделирование процесса заболевания легких.

## Тема 2

Математическое моделирование работы аппарата УЗИ.

Раздел 10.

Анализ устойчивости математических моделей.

Тема 1

Анализ устойчивости математических моделей.

5.2.2. Содержание дисциплины 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	-	-	Введение. Основные понятия о биологических процессах и системах, моделировании, применяемом математическом аппарате в моделировании. Краткая история моделирования биологических систем.
2	2	4	-	-	Классификация моделей. Принципы и этапы математического моделирования, требования к модели. Построение структурных схем функциональной и алгоритмической математических моделей.
3	3	4	-	-	Математический аппарат в моделировании биологических систем.
4	4	2	-	-	Основные сведения о строении, функционировании биологических процессов и биотехнических систем.
5	5	4	-	-	Математическое моделирование функционирования клетки
6	6	4	-	-	Математическое моделирование системы работы сердца и системы кровообращения
7	7	4	-	-	Математическое моделирование кинематики и динамики опорно-двигательного аппарата человека
8	8	4	-	-	Математическое моделирование кинематики и динамики дыхательной системы
9	9	4	-	-	Математическое моделирование процесса диагностики системы «человек-медицинский аппарат»
10	10	2	-	-	Анализ устойчивости математических моделей
Итого:		34	-	-	

### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	5	6	-	-	Математическое моделирование функционирования клетки в программной среде MATLAB
2	6	8	-	-	Математическое моделирование системы работы сердца и системы кровообращения в программной среде MATLAB
3	7	8	-	-	Математическое моделирование кинематики и динамики опорно-двигательного аппарата человека в программной среде MATLAB
4	8	6	-	-	Математическое моделирование кинематики и динамики дыхательной системы в программной среде MATLAB
5	9	6	-	-	Математическое моделирование процесса диагностики системы «человек-медицинский аппарат УЗИ» в программной среде MATLAB
Итого:		34			

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3



№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	2	-	-	Введение. Основные понятия о биологических процессах и системах, моделировании, применяемом математическом аппарате в моделировании. Краткая история моделирования биологических систем.	Работа с лекциями.
2	2	4	-	-	Классификация моделей. Принципы и этапы математического моделирования, требования к модели. Построение структурных схем функциональной и алгоритмической математических моделей.	Работа с лекциями, литературой, компьютером, нормативными документами (ГОСТ, нормами и т.п.)
3	3	4	-	-	Математический аппарат в моделировании биологических систем.	Работа с лекциями, литературой, компьютером, нормативными документами (ГОСТ, нормами и т.п.)
4	4	4	-	-	Основные сведения о строении, функционировании биологических процессов и биотехнических систем.	Работа с лекциями, литературой, компьютером, нормативными документами (ГОСТ, нормами и т.п.)
5	5	4	-	-	Математическое моделирование функционирования клетки	Работа с лекциями, литературой, документацией по приборам, компьютером
6	6	8	-	-	Математическое моделирование системы работы сердца и системы кровообращения	Работа с лекциями
7	7	4	-	-	Математическое моделирование кинематики и динамики опорно-двигательного аппарата человека	Работа с лекциями, литературой, документацией по приборам, компьютером
8	8	4	-	-	Математическое моделирование кинематики и динамики дыхательной системы	Работа с лекциями, литературой, документацией по приборам, компьютером
9	9	4	-	-	Математическое моделирование процесса диагностики системы «человек-медицинский аппарат»	Работа с лекциями, литературой, документацией по приборам, компьютером
10	10	2	-	-	Анализ устойчивости математических моделей	Работа с лекциями
Итого:		40	-	-		

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

- лекция визуализация в Power Point в диалоговом режиме;
- работа в малых группах;
- разбор практических ситуаций.

## 5. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

#### **6. Контрольные работы.**

Заочная и очно-заочные формы обучения учебным планом не предусмотрены.

#### **7. Оценка результатов освоения дисциплины**

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

7.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 7.1.

Таблица 7.2.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
	Собеседование	0-30
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-30
2 текущая аттестация		
	Собеседование	0-30
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-30
3 текущая аттестация		
	Собеседование	0-40
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	0-40
	Всего	0-100

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

8.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

8.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС Издательство «Лань»;
- ЭБС Электронного издательства ЮРАЙТ;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «LIBRARY. RU»;
- ЭБС «Консультант студент».

8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Office Professional Plus;
- Windows 10;
- Internet.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

Таблица 9.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Комплект мультимедийного оборудования, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть.

## **10. Методические указания по организации СРС**

### 10.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Перед выполнением работы, как правило, подробно разбираются примеры. Для подготовки к лабораторной работе необходимо прослушать объяснение, выполнить демонстрационный пример. На лабораторных занятиях обязательно наличие лекций.

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

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении индивидуальных заданий для усвоения предмета. Преподаватель выдает на занятиях рекомендации для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание лекций и уметь разъяснить термины.

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

Дисциплина Математическое моделирование биологических процессов и систем  
 Код, направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии  
 Направленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-1.1.	Знать: (З.1) необходимые методы математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Не воспроизводит необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Воспроизводит часть необходимого состава исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Воспроизводит необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Воспроизводит необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями
	Уметь: (У.1) выбирать необходимые методы математического моделирования с соответствующими особенностями для медицинских изделий	Не умеет воспроизводить необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Умеет воспроизводить необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Умеет воспроизводить необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Умеет воспроизводить необходимый состав исходной информации математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями
	Владеть: (В.1) информацией о методах математического моделирования биологических процессов и систем	Отсутствие навыков для математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Владеет навыками для математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	Хорошо владеет навыками для математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями	В совершенстве владеет навыками для математического моделирования при проектировании медицинских изделий в соответствии с техническими требованиями
ПКС-1.2.	Знать: (З.2) необходимые требования технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и технологичности для математического моделирования медицинских	Не знает необходимые требования технического задания, стандарты качества, надежности, безопасности и технологичности для математического моделирования медицинских	Знает необходимые требования технического задания, стандарты качества, надежности, безопасности и технологичности для математического моделирования медицинских	Знает необходимые требования технического задания, стандарты качества, надежности, безопасности и технологичности для математического моделирования медицинских	Отлично знает необходимые требования технического задания, стандарты качества, надежности, безопасности и технологичности для математического моделирования медицинских

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-1.3.	систем	систем	систем	систем	систем
	Уметь: (3.2) выбирать методы математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Не умеет выбирать методы математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Умеет выбирать методы математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Хорошо умеет выбирать методы математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Отлично умеет выбирать методы математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.
	Владеть: (В.2) информацией о методах математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Не владеет информацией о методах математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Владеет необходимой информацией о методах математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий, допуская ошибки	Хорошо владеет необходимой информацией о методах математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	Отлично владеет необходимой информацией о методах математического моделирования согласно техническому заданию с учетом конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.
	Знать: (3.3) как осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных.	Не знает как осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных.	Знает как, осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных, допуская погрешности в изложении	Хорошо знает как осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных.	Отлично знает как осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных.
Уметь: (3.3) осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных для моделирования систем.	Не умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных для моделирования систем.	Умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных для моделирования систем, допуская	Хорошо умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных для моделирования систем.	Отлично умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работать с базами данных для моделирования систем.	

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
			ошибки		
ПКС-7.1	Владеть: (В.3) методами Разработки структуры и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	Не владеет(В.3): методами Разработки структуры и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	Владеет: (В.3) методами Разработки структуры и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе, допуская ошибки	Хорошо владеет: (В.3) методами Разработки структуры и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	Отлично владеет: (В.3) методами Разработки структуры и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Математическое моделирование биологических процессов и систем

Код, направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность Биотехнические и медицинские аппараты и системы

№ 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 ЭБС (+/-)
1	<b>Ашихмин, В. Н.</b> Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер. — Москва: Логос, 2004. — 439 с. — ISBN 5-94010-272-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/9063.html">http://www.iprbookshop.ru/9063.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭР*	30	100	+
2	<b>Казиев, В. М.</b> Введение в анализ, синтез и моделирование систем: учебное пособие / В. М. Казиев. — 3-е изд. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 270 с. — ISBN 978-5-4497-0307-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/89425.html">http://www.iprbookshop.ru/89425.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭР*	30	100	+
3	<b>Клинов, А. В.</b> Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. В. Клинов, А. Г. Мухаметзянова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-0774-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/62483.html">http://www.iprbookshop.ru/62483.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭР*	30	100	+

ЭР\* - электронный ресурс без ограничения числа одновременных подключений к ЭБС.

Руководитель образовательной программы Баранов В.Н. Баранов

« 28 » 05

2019 г.

Директор БИК Каюкова Д.Х. Каюкова

« 28 » 05

2019 г.

