

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 30 »

2017г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Моделирование биомедицинских процессов и систем

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление

подготовки/специальность 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /

специализация Инженерное дело в медико - биологической практике

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составил (и):

А.Г. Нестеренко доцент



подпись

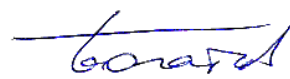
Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 16 «4» мая 2017г.

Заведующий кафедрой физики и

информационных систем Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



подпись

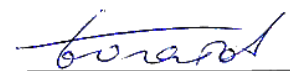
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 16 «4» мая 2017г.

Заведующий кафедрой физики и

информационных систем Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



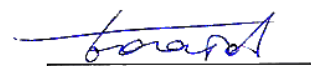
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «4» мая 2017г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Шапошникова Т.Л., зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГТУ

Григорьян Л.Р., генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью преподавания дисциплины «Моделирование биомедицинских процессов и систем» является привитие студентам навыков овладения системными методами моделирования биологических объектов и их коалиций. При этом особое внимание уделяется изучению математического аппарата и основ теории предмета с использованием современных средств вычислительной техники.

1.2 Задачи дисциплины.

К основным задачам освоения дисциплины «Моделирование биомедицинских процессов и систем» относится подготовка студентов с целью формирования навыков построения и анализа моделей биологической и экологической направленности.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.В.02 «Моделирование биомедицинских процессов и систем» для бакалавриата по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Инженерное дело в медико - биологической практике) относится к вариативной части подготовки обучаемого.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами базовой части модуля Б1.Б «Математический анализ», «Физика», «Общий физический практикум». Кроме того, дисциплина базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика и информационные технологии», «Системный анализ» .. Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие усвоения дисциплин своей специальности, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к цифровым технологиям.

Дисциплин, для которых данная дисциплина является предшествующей. «Автоматизация обработки биотехнической информации», «Экология».

Программа дисциплины «Моделирование биомедицинских процессов и систем» согласуется со всеми учебными программами дисциплин базовой Б1.Б и вариативной Б1.В частей модуля (дисциплин) учебного плана.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции: ОПК-5; ПК-3.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	– наиболее важные методы алгоритмического описания и моделирования биомедицинских объектов	– моделировать и анализировать основные этапы эволюции биообъектов и систем	– основными навыками создания и эксплуатации модельных структур, на основе имеющегося экспериментального материала
2.	ПК-3	готовностью формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях	– основные, наиболее важные положения формирования научно обоснованных результатов исследования	– правильно формулировать полученные научные результаты исследований и грамотно представлять их описание	– средствами и методами описания полученных научных результатов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			6	7	8	9
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		64	64			
Занятия лекционного типа		32	32	-	-	-
Лабораторные занятия		32	32	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		32	32	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)				-	-	-
Реферат				-	-	-
Подготовка к текущему контролю		8	8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену						
Общая трудоемкость	час.	108	108	-	-	-
	в том числе контактная работа	68,2	68,2			
	зач. ед	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	18	6		6	5,8
2.	Модели динамика физиологии биообъекта	18	6		6	6,0
3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	20	6		6	8,0
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	28	8		8	12,0
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	20	6		6	8,0
	Итого по дисциплине:		32		32	39,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	Моделирование как метод научного познания. Основные этапы моделирования. Физические, биологические и математические модели. Аналоговые модели. Основные требования, которым должна отвечать модель. Методы численного решения дифференциальных уравнений. Планирование эксперимента и принятие решений. Планирование исследовательского эксперимента, многофакторных экспериментов. Аналитические и имитационные методы. Средства моделирования систем. Принципы системного подхода в моделировании биологических систем. Биологический объект моделирования. Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей. Общая характеристика проблемы моделирования систем. Экспериментальные исследования биологических систем. Пассивный и активный эксперимент. Характеристика моделей систем. Цели моделирования систем. Классификация видов моделирования систем. Возможность и эффективность моделирования биологических систем на вычислительных машинах. Математическое, программное, информационное, техническое, эргономическое обеспечение моделирования. Возможности машинного моделирования. Эффективность машинного моделирования.	Ответы на контрольные вопросы (КВ) / выполнение практических заданий (ПЗ) / тестирование (Т)
2.	Модели динамика	Особенности фиксации и статистической обработки	КВ / ПЗ / Т

	физиологии биообъекта	результатов моделирования систем. Особенности машинных экспериментов. Методы оценки. Статистические методы обработки. Задачи обработки результатов моделирования. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Регрессионный анализ результатов моделирования. Дисперсионный анализ результатов моделирования. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем. Особенности машинного синтеза. Оценка результатов моделирования системы.	
3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	Основные подходы к построению математических моделей систем. Математические схемы. Формальная модель объекта. Экзогенные и эндогенные переменные. Динамические и статические модели. Типовые схемы. Разработка машинной реализации моделей биологических систем. Методологические аспекты моделирования. Требования пользователя к модели. Этапы моделирования систем. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Переход от описания к блочной модели. Математические модели биологических процессов. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Формы представления моделирующих алгоритмов: обобщенная схема, детальная схема, логическая схема. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Получение и интерпретация результатов моделирования систем. Особенности получения результатов моделирования.	КВ / ПЗ / Т
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	Общая характеристика метода статистического моделирования.. Методы теории планирования экспериментов. Машинный эксперимент. Основные понятия планирования экспериментов. Виды планов экспериментов. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. Проблемы стратегического планирования. Этапы стратегического планирования. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. Проблема определения начальных условий и их влияния на достижение установившегося результата при моделировании. Проблема обеспечения точности и достоверности результатов моделирования. Проблема уменьшения дисперсии оценок характеристик процесса функционирования моделирующих систем. Проблема выбора автоматической остановки имитационного эксперимента с моделями системы.	КВ / ПЗ / Т
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	Сущность метода. Примеры статистического моделирования. Проверка и улучшение качества последовательностей псевдослучайных чисел. Моделирование воздействий на системы. Моделирование случайных событий. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование случайных векторов	КВ / ПЗ / Т

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану семинарского занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	Отчет по лабораторной работе
2.	Модели динамика физиологии биообъекта	Отчет по лабораторной работе
3.	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	Отчет по лабораторной работе
4.	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	Отчет по лабораторной работе
5.	Простейшие модели иммунной реакции организма	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Моделирование элементов биосистем на основе экспериментальных наблюдений	1. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии ISBN: 978-5-9221-1192-8 М: Физматлит, 2009 http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=67304
2	Модели динамика физиологии биообъекта	2. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ. М. : Юрайт, 2017. https://biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516#page/1
3	Модели динамики биопопуляций на основе экспериментальных наблюдений	3. Гашев С.Н., Бетляева Ф.Х., Лупинос М.Ю. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ: М. : Юрайт, 2017. https://biblio-online.ru/viewer/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5
4	Качественные модели конкурентного противодействия и межвидовой борьбы	4. Макарова И. М. , Баймакова Л. Г. Биологические концепции современного естествознания Омск: Издательство СибГУФК, 2009 http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277203
5	Простейшие модели иммунной реакции организма	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- опрос;
- домашние задания;
- индивидуальные практические задания;
- тестирование;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и зачету).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем подготовки индивидуальных докладов;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;
- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;
- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- изучение и закрепление нового материала (использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- технология компьютерного моделирования численных расчетов.

Проведение всех занятий лабораторного практикума предусмотрено в классе снабженном всем необходимым оборудованием и компьютерами для эффективного выполнения соответствующих лабораторных работ.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент предоставляет и защищает разработанную программу численного моделирования и расчета, причем в беседе с преподавателем должен продемонстрировать знание как теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе, так и необходимых для практической реализации работы компьютерных технологий. После защиты лабораторной работы студент обязан предоставить откорректированную и оптимизированную программную разработку в формате использованной компьютерной системы.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите лабораторной работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и путем подготовки докладов;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Для лиц с **ограниченными возможностями здоровья** предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

текущий контроль: составление и защита отчета по выполняемым лабораторным работам практикума; проверка самостоятельно выполненных заданий. Ответы на контрольные и дополнительные вопросы по соответствующим разделам дисциплины.

итоговый контроль: зачет.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Инженерное дело в медико - биологической практике) компетенции: ОПК-5.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.2.1 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Моделирование биомедицинских процессов и систем» для направления подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

1. Оценка доли зараженности индивидуумов на основе результатов выборки
2. Проверка эффективности испытываемого медицинского препарата по 2-м независимым группам
3. Проверка эффективности испытываемого медицинского препарата на основе значений связной выборки
4. Адаптивная обработка сигналов в медико-биологических исследованиях
5. Подавление постороннего сигнала в ЭКГ
6. Сжатие данных электрокардиограмм
7. Математические основы принципов распознавания образов
8. Выбор признаков биообъекта применительно к задачам распознавания
9. Классификатор по критерию наименьшего среднеквадратичного расстояния
10. Выбор признаков и распознавание образов – эксперимент по классификации ЭКГ
11. Искусственные нейронные сети в медико-биологических исследованиях
12. Алгоритмы нечеткой логики в медико-биологических исследованиях
13. Генетические алгоритмы в медико-биологических исследованиях
14. Биологическая конкуренция 2-х видов за общий ресурс
15. Модель "хищник-жертва" – классический вид
16. Модель "хищник-жертва" с ограничением хищника
17. Модель пульсации сердца и нервного импульса

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.1 Основная литература:

1. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва : Физматлит, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67304>
2. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами : учебное пособие / Е.А. Андреева, Н.А. Шилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 241 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-00880-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312265>
3. Барцев, С.И. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия / С.И. Барцев, О.Д. Барцева. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229573>
4. Барцев, С.И. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия / С.И. Барцев, О.Д. Барцева. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229573>
5. Благовещенский, В.В. Компьютерные лабораторные работы по физике, химии, биологии: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 100 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95834>
6. Маслов, Л.Б. Конечно-элементные пороупругие модели в биомеханике [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39152>

7. Бегун, П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования : учебное пособие / П.И. Бегун. - Санкт-Петербург : Политехника, 2011. - 467 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7325-0988-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=120863>

5.2 Дополнительная литература:

1. Е. П. Попечителей. Системный анализ медико-биологических исследований : учебное пособие для студентов вузов / - Старый Оскол : ТНТ, 2014.
2. В. Е. Кривоножко, А. В. Лычев Моделирование и анализ деятельности сложных систем; Рос. акад. наук, Ин-т системного анализа. - Москва : URSS : [ЛЕНАНД], 2013.
3. Б. Я. Советов, С. А. Яковлев Моделирование систем : учебник для бакалавров С.-Петерб. гос. электротехн. ун-та. - 7-е изд. - М. : Юрайт, 2012.
4. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование.- М.: Наука, 1976. - 286с.
5. Бейли Н. Математика в биологии и медицине М.: Мир, 1970.
6. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. // М.: Наука, 1980.
7. Компьютерное моделирование физических систем [Текст] : [учебное пособие] / Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 349 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785915591010 : 924.00.
8. Введение в направление подготовки "Биотехнические системы и технологии" [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Кореневский. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 359 с. : ил. - Библиогр.: с. 335-336. - ISBN 9785941783700 : 410.40.
9. Моделирование биотехнических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 215 с. - (Тонкие наукоемкие технологии). - Библиогр.: с. 210-212. - ISBN 9785941784271 : 393.75.
10. Технические методы диагностики биоматериалов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 314 с. : ил. - (Тонкие наукоемкие технологии). - Библиогр. в конце разделов. - ISBN 9785971784295 : 577.50.

5.3. Периодические издания:

периодические издания не предусмотрены

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронные ресурсы ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»:
<http://www.kubsu.ru/node/1145>
2. Федеральный образовательный портал:
http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.2.3
4. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (профиль: Инженерное дело в медико - биологической практике), отводится около 9,7% времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением

дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы как к выполняемым работам лабораторного практикума, так и к соответствующим разделам основной дисциплины «Моделирование биомедицинских процессов и систем».

Контроль может осуществляться также посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины «Моделирование биомедицинских процессов и систем». После завершения лабораторной работы студент предоставляет откорректированный в ходе защиты отчет о ней.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите работы на устном выступлении перед аудиторией сокурсников. В этом случае защита проходит в режиме краткого доклада.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Моделирование биомедицинских процессов и систем» также относится

- контрольные вопросы по разделам учебной дисциплины;

- набор тем для дополнительного исследования по разделам учебной дисциплины.

В освоении дисциплины **инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья** большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

информационные технологии - не предусмотрены

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированный прикладной пакет MS Office.
4. Обеспечение информационной безопасности–антивирус.
5. Система программирования на языке высокого уровня VBA.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Научная электронная библиотека «Киберленинка» (<https://cyberleninka.ru>)
3. Электронная библиотека ГПНТБ России (<http://ellib.gpntb.ru>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Комплект учебной мебели, доска учебная. Лекционная аудитория 142, корп. С (ул. Ставропольская, 149).
2.	Лабораторные занятия	Мультимедийная аудитория с выходом в ИНТЕРНЕТ: Комплект учебной мебели, доска учебная, учебные ПЭВМ, ПЭВМ преподавателя 1 шт. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа – ауд. 132 корп. С (ул. Ставропольская, 149).
3.	Самостоятельная работа	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет”, программным обеспечением в режиме подключения к терминальному серверу, программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Учебная аудитория для самостоятельной работы – ауд. 204, 213 корп. С (ул. Ставропольская, 149).