

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по образовательной деятельности
Тажурский Д.А.
« 16 » сентября 20 15 г.



Программа дисциплины

Б1.В.ОД.14 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки: 12.03.04 – Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: —
Квалификация выпускника: бакалавр

Казань 2015

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению системной методологии, способов практического использования этого метода при анализе и проектировании сложных живых биотехнических систем.

Цель курса - формирование научно методологической основы для осознанного и целенаправленного использования системного анализа при создании объектов и систем в различных научно-технических областях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДО.14 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к вариативной части, является обязательной для изучения. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр. Для ее успешного освоения необходимы знания курсов Б1.Б.8 «Математический анализ», Б1.Б.5 «Экономика», Б1.Б.23 «Информатика».

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

знать:

- основные метода анализа и синтеза систем различной природы;
- особенности системного подхода 1, основанного на понятии системы, как совокупности элементов и связей между ними направленных на достижение полезного результата и системного подхода 2, в рамках которого система разворачивается на четырех проекциях: структура процессов, структура функций, морфология, свойства элементов конструктора при этом задается целевая функция, критерии качества, ограничения и строятся языки и модели, связывающие эти проекции;
- методы описания и анализа динамики состояний системы;
- свойства и основные типы биотехнических систем;

уметь:

- определить структуру систем;
- уметь выделить конкретные физические, функциональные, процессуальные элементы системы и связи между ними;
- использовать полученные знания при решении профессиональных задач, связанных с проектированием биотехнических систем;

владеть:

- навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий;
- методами научных исследований; освоение теорий и моделей;
- навыками в проведении системного анализа при решении профессиональных задач;

демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проведения физического эксперимента.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
(ПК-1)	- способностью выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений;
(ПК-5)	- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства приборов, изделий и устройств медицинского и экологического назначения;
(ПК-6)	- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники;
(ПК-8)	- способностью проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники;
(ОПК-6)	- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы),144 часа.

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Цель и задачи дисциплины. Системология и системы – история и суть. Система есть то, что мы рассматриваем как систему. Вывод понятия системы из понятия структуры. Конец 18 в. Этьен Бодо Кондильяк, Лавуазье, Фортруа, Бертоле. Учение о составе.	7	4	2	0	4
2.	Системный подход 1. Понятие элемента, связи. Полезный результат, как системообразующий фактор. Логическая структура 1-го понятия системы.	7	4	2	0	4
3.	Динамика систем. Математическое моделирование систем. Качественные методы анализа систем дифференциальных уравнений. Особые точки, устойчивость особых точек, фазовый портрет.	7	4	2	0	6
4.	Второе понятие системы. 4 разных интерпретаций одной структурной схемы, 4 языка описания. Системное изображение объекта	7	4	2	0	10

	– как описание его схемы в 4 разных языках: процессов, функций, организованности материала (след процессов на материале) и материала и зашнуровка их так, чтобы процессы соответствовали связям, функциям и обратно, чтобы материал обеспечивал организованность, функции, связи, процессы.					
5.	Генетико-прогностическое описание систем. Исторический путь развития систем. Жизненный цикл систем.	7	4	4	0	6
6.	Проектирование сложных систем – представление объекта как системы плюс план ее реализации.	7	4	2	0	6
7.	Анализ ситуаций в различных сферах деятельности при проектировании сложных систем, проблематизация.	7	4	0	0	4
8.	Анализ сигнальных систем живых объектов. Построение процессуальной, функциональной, морфологической схем сигнальной системы клеток. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парameций.	7	4	2	0	4
9.	Анализ сигнальной системы эритроцитов. Особые точки, фазовый портрет, динамическое поведение.	7	4	2	0	4
.	Итоговая форма контроля	0	0	0	0	36
	Итого		36	24	0	84

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Цель и задачи дисциплины. Системология и системы – история и суть.

Система есть то, что мы рассматриваем как систему. Понятие системы из понятия структуры – из химии. Конец 18 в. Этьен Бодо Кондильяк, Лавуазье, Фортруа, Бертоле. Учение о составе. Элементы и связи – понятия функциональные.

Тема 2. Системный подход 1.

Понятие элемента, связи. Полезный результат, как системообразующий фактор. Логическая структура 1-го понятия системы.

Тема 3. Математическое моделирование систем

Динамика систем. Качественные методы анализа систем дифференциальных уравнений. Особые точки, устойчивость особых точек, фазовый портрет.

Тема 4. Второе понятие системы

4 разных интерпретаций одной структурной схемы объекта, 4 языка описания. Системное изображение объекта – как описание его схемы в 4 разных языках: процессов, функций, организованности материала (след процессов на материале, направляющие процессов) и материала. Связывание их так, чтобы процессы соответствовали связям, функциям и обратно, чтобы материал обеспечивал организованность функций, а их связи организованность процессов.

Тема 5. Генетико-прогностическое описание системы

Исторический путь развития системы. Жизненный цикл системы.

Тема 6. Проектирование сложных систем

Представление объекта как системы плюс план ее реализации.

Проектирование сложных биотехнических систем, включающих живое и технику.

Тема 7. Анализ ситуаций, проблематизация

Анализ ситуаций в различных сферах деятельности при проектировании сложных систем, проблематизация.

Тема 8. Анализ сигнальных систем клеток

Анализ сигнальных систем живых объектов. Построение процессуальной, функциональной, морфологической схем сигнальной системы клеток. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парамедий.

Тема 9. Анализ сигнальной системы эритроцитов

Анализ сигнальной системы эритроцитов. Особые точки, фазовый портрет, динамическое поведение.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций, в том числе, с использованием мультимедийных средств.
- Тестирование, разбор конкретных ситуаций.
- Подготовка реферата, презентация реферата.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вопросы к практическим занятиям

Тема 1. Типы систем, типы связей, типы элементов

Разбор примеров из химии, электроники, сигнальных систем клеток.

устный опрос, примерные вопросы:

Что такое эмерджентность?

Тема 2. Понятие элемента, связи. Полезный результат, как системообразующий фактор. Логическая структура 1-го понятия системы.

устный опрос, примерные вопросы:

Перечислить функциональные элементы систем управления. Перечислить связи атомов в молекулах. Что такое полезный результат? Какова роль процессов функционирования, воспроизводства, развития, захоронения в различных системах?

Тема 3. Математическое моделирование систем

устный опрос, примерные вопросы:

Что такое особые точки? Как исследовать устойчивость особых точек. Как строить фазовый портрет системы дифференциальных уравнений?

Тема 4. Второе понятие системы

тестирование

устный опрос, примерные вопросы:

Какие существуют 4 разных интерпретаций одной структурной схемы объекта и 4 разных языка описания?

Тема 5. Генетико-прогностическое описание системы

устный опрос, примерные вопросы:

Как построить исторический путь развития системы. Какими рамками ограничен жизненный цикл системы.

Тема 6. Проектирование сложных систем

устный опрос, примерные вопросы:

Какие этапы проектирование сложных систем? Что такое, представление объекта как системы? Как построить план реализации системы?

Тема 7. Анализ ситуаций, проблематизация

устный опрос, примерные вопросы:

Привести примеры анализа ситуаций в сфере работы наземных транспортных средств, пересадки органов. Что такое проблема? Как выходить на проблематизацию.

Тема 8. Анализ сигнальных систем клеток

тестирование

устный опрос, примерные вопросы:

В чем суть системного анализа живых объектов? Как построить процессуальную, функциональную, морфологическую схемы сигнальной системы клеток. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парамеций.

Тема 9. Анализ сигнальной системы эритроцитов

реферат

устный опрос, примерные вопросы:

Провести анализ сигнальной системы эритроцитов. Найти особые точки, построить фазовый портрет, охарактеризовать динамическое поведение.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Суммарно по дисциплине можно получить максимум 100 баллов, из них текущий контроль в течение семестра оценивается в 50 баллов, экзамен- в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

20 баллов – устные опросы на практических занятиях.

10 баллов – тестирование по темам 1-4.

10 баллов – тестирование по темам 5-9.

10 баллов – реферат

Итого:

20+10+10+10=50 баллов.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Тестирование по темам 1-4.

Примеры тестовых заданий:

- I. Сколько проекций строиться в рамках системного подхода 1. 1 – 1, 2 – 2, 3 – 4.
- II. Процесс это 1. Совокупность процедур. 2. Течение 3. Последовательность событий.
- III. Ферментативная реакция в живом это элемент 1. Морфологической схемы 2. Функциональной схемы.
- IV. Минимальное число ферментативных реакций приходящихся на элементарную функциональную единицу сигнальной системы 1. Одна 2. Две 3. Восемь 4. Девять.
- V. Чем ограничен жизненный цикл системы 1. Проектирование и захоронение. 2. Запуском и остановкой.
- VI. Адаптивные системы это 1. Системы, способные перестраиваться при изменениях внешней среды. 2. Системы с самонастройкой. 3. Системы с самоконтролем.
- VII. Для построения функциональной схемы системы нужно 1. Уметь раскладывать процессы на процедуры и операции. 2. Строить морфологическую схему.

Тестирование по темам 5-9.

Примеры тестовых заданий:

- I. Сигнальная система эритроцита управляет 1. Деформабильностью. 2. Агрегативностью 3. Проницаемостью мембраны для газов.

- II. Какой тип возбуждения у потенциалневозбудимых клеток1. Спайкконцентрации кальция. 2. Спайк концентрации циклическихмонофосфатов.
- III. Что объединяет работу ресничек у парамеций. 1. Трансмембранная разность потенциалов. 2. Изменение концентрации ионов кальция. 3.Механическая волна (метахрональная).
- IV. В чем проблема большого количества аварий наземного транспорта. 1. Плохое состояние водителя. 2. Отказы техники. 3. Плохое состояние дорог.
- V. В чем причины малого количества пересадок органов в России. 1. Отсутствует инфраструктура. 2. Не выделяется достаточное количество денег. 3. Нет возможности забора органов для пересадки.

Примерные темы рефератов.

- 1. Системный анализ транспортных средств индивидуального пользования.
- 2. Системный анализ диагностических биотехнических систем.
- 3. Системный анализ проблем, связанных с пересадкой органов.
- 4. Системный анализ медицинских проблем, связанных с диагностикой и лечением аутоиммунных заболеваний.

7.3. Вопросы к экзамену

- 1.
 - 1. Понятие системы 1.
 - 2. Сигнальная система эритроцита.
- 2.
 - 1. Понятие системы 2.
 - 2. Системный анализ транспортных средств.
- 3.
 - 1. Жизненный цикл системы.
 - 2. Схема структуры процессов.
- 4.
 - 1. Качественный анализ систем дифференциальных уравнений.
 - 2. Фазовый портрет сигнальной системы эритроцитов.
- 5.
 - 1. Структура молекул. Схема.
 - 2. Роль положительной обратной связи в формировании свойств ферментативных реакций.
- 6.
 - 1. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парамеций.
 - 2. Проблемы пересадки органов.
- 7.
 - 1. Биотехнические системы медицинского назначения.

2. Понятие системы 2.

8.

1. Адаптивные системы
2. Устойчивость особых точек.

9.

1. Системный анализ аутоиммунных заболеваний.
2. Свойства элементов конструктора. Свойства молекул с несколькими центрами связывания лиганда.

10.

1. Свойства системы метаболизма циклических монофосфатов.
2. История становления понятия элемент – связь.

11.

1. Параметрическая зависимость устойчивости особых точек сигнальной системы эритроцитов.
2. Роль протеинкиназы C в работе сигнальной системы эритроцитов.

12.

1. На чем построена реакция избегания парameций.
2. Логический смысл понятия системы 1.

13.

1. Математическое моделирование систем.
2. Языки описания в 4 проекциях понятия система 2.

14.

1. Роль целевой функции (полезного результата), как системообразующего фактора.
2. Реакция оборонительного ускорения парameций.

15.

1. Переключатель со встроенным фильтром, построенный на кальцинейрине и кальций кальмодулинзависимой протеинкиназе.
2. Системный анализ онкологических заболеваний.

16.

1. Диагностические биотехнические системы.
2. Как построить морфологическую схему сигнальной системы клеток?

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
(ПК-1)	-способностью выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений;	<ul style="list-style-type: none"> – владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методами научных исследований; – навыками в проведении физических исследований по заданной тематике; – системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности; – работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой; 	<p>Вопросы к экзамену по билетам №1-16. Тестирование по темам 1-4. Устный опрос по темам № 1-4.</p>
(ПК-5)	- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства приборов, изделий и устройств медицинского и экологического назначения;	<ul style="list-style-type: none"> – владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методами научных исследований; – навыками в проведении физических исследований по заданной тематике; 	<p>Вопросы к экзамену по билетам №1-16. Тестирование по темам 5 – 9. Устный опрос по темам № 5-9.</p>

(ПК-6)	- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники;	– системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;	Вопросы к экзамену по билетам №1-16. Тестирование по темам 5 – 9. Устный опрос по темам № 4-9. Подготовка рефератов по выбранной теме.
(ПК-8)	- способностью проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники;	- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;	Вопросы к экзамену по билетам №1-16. Тестирование по темам 1 – 9. Устный опрос по темам № 1-4, № 5-9.
(ОПК-6)	- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;	– владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методами научных исследований;	Вопросы к экзамену по билетам №1-16. Тестирование по темам 5 – 9. Устный опрос по темам № 4-9. Подготовка рефератов по выбранной теме.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Работа на практических занятиях предполагает активное участие. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в

используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.

Следует выделять следующие компоненты:

- варианты решения;
- аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.

На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.

При написании рефератов в материале следует выделить небольшое количество (не более 5) заинтересовавших Вас проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться чёткого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов.

При подготовке к устным опросам Вам может понадобиться материал, изучавшийся в курсе Общей биофизики, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).

В тестовых заданиях в каждом вопросе – несколько вариантов ответа, из них правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее правильный.

При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на занятиях в течение семестра. В каждом билете на зачёте содержится два вопроса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература

1. Черников, Ю.Г. Системный анализ и исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие. Электрон.дан. М. : Горная книга, 2006. 365 с.

http://e.lanbook.com/books/element.phppl1_id=3512

2. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] : Учебник для бакалавров / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. - 3-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 644 с. - ISBN 978-5-394-02139-8

<http://znanium.com/bookread2.phpbook=415155>

9.2. Дополнительная литература

1. Павлов, В. М. Искусство решать сложные задачи. Системный подход [Электронный ресурс] / В. М. Павлов. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2014. - ISBN 978-5-394-02346-0

<http://znanium.com/bookread2.php?book=450820>

2. Анализ экономических систем: принципы, теория, практика. На примере с/х производства: Монография / Г.Н. Корнев, В.Б. Яковлев. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 224 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль; Экономика). (о) ISBN 978-5-16-006181-8

<http://znanium.com/bookread2.php?book=367352>

9.3 Интернет-ресурсы.

1. Информационно-аналитическая система продвижения образовательных продуктов - <http://nano.fcior.edu.ru/card/27564/lekcii-po-discipline-sovremennye-problemy-fiziki-kondensirovannogo-sostoyaniya-veshestva-i-nanostruk.html>

2. МГУ им. Ломоносова - shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html

3. нанотехнологическое сообщество Нанометр -

http://www.nanometer.ru/2010/04/03/msu_210223.html

4. НИИЯФ МГУ им. Ломоносова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html#%D1%81>

5. Образовательный проект А.Н. Варгина - www.ph4s.ru/book_ph_tvtdelo.html

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины "Системный анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео- и аудио-информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже IntelCore i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-

библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии.

Автор(ы): Котов Н.В

Рецензент(ы): Скоринкин А.И.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики
« 16 » _____ сентября _____ 20 15 г.