

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

Проректор по образовательной деятельности
Гаурский Д.А.
« 16 » сентября 2015 г.



Программа дисциплины

Б1.В.ОД.12 Элементная база электроники и основы конструирования приборов медико-биологического назначения

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

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению основ радиоэлектроники элементной базы приборов медико-биологического назначения, а также основ их конструирования. Цель курса состоит в том, чтобы сформировать у обучающихся представление о характеристиках, параметрах элементной базы электроники, составляющей основу приборов медико-биологического назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.12 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к вариативной части программы, является обязательной для изучения. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен знать:

- основные физические принципы функционирования элементов электроники для конструирования приборов медико-биологического назначения;
- назначение, состав и принципы работы основных видов медицинских приборов, аппаратов, систем и комплексов, их основные технические характеристики.

уметь:

- формулировать исходные данные для выбора медицинских приборов, систем и аппаратов с учетом физиологических характеристик объектов исследования или воздействия;

владеть:

- навыками использования стандартов и других нормативных и справочных материалов;

демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и практические навыки в профессиональной деятельности;

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений
ПК-15 (профессиональные компетенции)	готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры
ПК-20	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей,

(профессиональные компетенции)	компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-4 (профессиональные компетенции)	готовностью внедрять результаты разработок в производство биомедицинской и экологической техники
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники

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 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Электрический ток. Основные характеристики электрического тока.	4	2	2	0	4
2.	Сопротивление. Емкость. Индуктивность.	4	2	2	0	4
3.	Источники тока и напряжения.	4	2	2	0	4
4	Законы Кирхгофа. Соединения основных пассивных элементов.	4	2	2	0	4
5	Полупроводниковые элементы.	4	6	6	0	12
6	Основы цифровой техники	4	4	4	0	8
	Итого		18	18	0	36

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Электрический ток. Основные характеристики электрического тока.

Определение электрического тока. Направление движения носителей и направление тока. Определение напряжения между двумя точками. Определение мощности электрического тока.

Тема 2. Сопротивление. Емкость. Индуктивность.

Определение идеализированного элемента — сопротивление. Динамическое сопротивление. Закон Ома в интегральной форме. Статическая емкость. Динамическая емкость. Связь между напряжением и током для емкости. Магнитный поток индуктивности. Индуктивность при синусоидальном воздействии — зависимость напряжения и импеданса индуктивности от частоты.

Тема 3. Источники тока и напряжения.

Определение идеального источника напряжения. Включение источника напряжения в цепь. Вольт-амперная характеристика идеального источника напряжения. Определение идеального источника тока. Включение источника тока в цепь. Вольт-амперная характеристика

идеального источника тока. Реальные источники тока и напряжения. Понятие внутреннего сопротивления источника. Источник напряжения управляемый напряжением. Источник тока управляемый напряжением. Источник напряжения управляемый током. Источник тока управляемый током.

Тема 4. Законы Кирхгофа. Соединения основных пассивных элементов.

Электрическая цепь. Узлы электрической цепи. Ветви электрической цепи. Выбор направлений токов и напряжений. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений. Последовательное и параллельное соединение емкостей. Последовательное и параллельное соединение индуктивностей.

Тема 5. Полупроводниковые элементы.

Металлы. Полупроводники. Диэлектрики. Влияние примесных атомов на зонную структуру. Структура p-n перехода. Структура диода на p-n переходе. Структура диода Шоттки. Структура биполярного транзистора. npn-, pnp-транзисторы. Структура полевых транзисторов. n-, p-канальные МОП-транзисторы и с управляющим p-n переходом.

Тема 6. Основы цифровой техники.

Релаксационные схемы на транзисторах. Триггер. Одновибратор. Мультивибратор. Основные логические функции. Реализация логических функций. Резисторно-транзисторная логика. Диодно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика. Эмиттерно-связная логика. Комплементарная МОП логика.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций, в том числе, с использованием мультимедийных средств.
- Проведение устных опросов.
- Проведение коллоквиумов.
- Проведение и подготовка к зачету.

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

Вопросы к практическим занятиям

Тема 1. Электрический ток. Основные характеристики электрического тока.

устный опрос, примерные вопросы:

Определение электрического тока. Постоянный ток. Переменный ток. Определение плотности тока. Вывод формулы для плотности тока. Вывод формулы Джоуля-Ленца.

Тема 2. Сопротивление. Емкость. Индуктивность.

устный опрос, примерные вопросы:

Определение идеализированного элемента — сопротивление. Энергия выделяемая на сопротивлении. Мощность выделяемая на сопротивлении. Условно-графическое обозначение, обозначение номинала сопротивления. Связь между напряжением и током для емкости. Мощность, выделяемая на емкости. Проводимость. Условно-графическое обозначение, обозначение номинала емкости. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Связь между напряжением и током для индуктивности.

Тема 3. Источники тока и напряжения.

коллоквиум

устный опрос, примерные вопросы:

Вольт-амперная характеристика идеального источника напряжения. Вольт-амперная характеристика идеального источника тока. Реальные источники тока и напряжения. Понятие внутреннего сопротивления источника. Источник напряжения, управляемый напряжением.

Источник тока управляемый напряжением. Источник напряжения управляемый током. Источник тока управляемый током. Смысл и размерность коэффициентов управления. Пример применения управляемого источника.

Тема 4. Законы Кирхгофа. Соединения основных пассивных элементов.

устный опрос, примерные вопросы:

Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений. Последовательное и параллельное емкостей. Последовательное и параллельное индуктивностей. Резистор. Конденсатор. Катушка индуктивности. Эквивалентные схемы реальных элементов для постоянного тока, низких частот и высоких частот.

Тема 5. Полупроводниковые элементы.

устный опрос, примерные вопросы:

Распределение Ферми. Уровень Ферми. Заполнение энергетических зон для разных типов твердых тел. Ширина запрещенной зоны для полупроводников и диэлектриков. Электронная и дырочная проводимость. Собственные полупроводники. Влияние примесных атомов на зонную структуру. Донорные примеси. Акцепторные примеси. Примесные полупроводники: р-тип, n-тип. Температурная зависимость концентрации носителей заряда для примесных полупроводников. Примеры полупроводников. Типовые схемы. Схема с общим эмиттером. Схема с общим эмиттером с отрицательной обратной связью по току, по напряжению. Схема с общим коллектором. Схема с общей базой. Схема Дарлингтона. Переходные характеристики. Входное, выходное сопротивление. Коэффициент усиления по напряжению. Схемы установки рабочей точки. Применение.

Тема 6. Основы цифровой техники.

коллоквиум

устный опрос, примерные вопросы:

Релаксационные схемы на транзисторах. Триггер. Одновибратор. Мультивибратор. Основные логические функции. Реализация логических функций. Резисторно-транзисторная логика. Диодно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика. Эмиттерно-связная логика. Комплементарная МОП логика.

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, зачет - в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

25 баллов – коллоквиум по темам 1-3.

25 баллов – коллоквиум по темам 4-6.

Итого:

25+25=50 баллов.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Коллоквиум по темам 1-3.

Примеры тестовых заданий:

1. Схема резистивного моста.
2. Аналитический расчет напряжения и тока через диагональ моста в зависимости от значения сопротивления в одном плече моста.
3. Вывод формулы для плотности тока.
4. Разность потенциалов как работа сил электрического поля.

5. Определение мощности электрического тока. Вывод формулы Джоуля-Ленца.
6. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Связь между напряжением и током для индуктивности.
7. Схема интегрирующей RC-цепи. Аналитическое решение с помощью дифференциальных уравнений, при постоянном напряжении на входе, при синусоидальном напряжении на входе.
8. Вольт-амперная характеристика реального источника тока. Эквивалентная схема реального источника тока.
9. Пример применения управляемого источника.

Коллоквиум по темам 4-6.

Примеры тестовых заданий:

1. Законы Кирхгофа. Примеры применения.
2. Эквивалентные схемы реальных элементов для постоянного тока, низких частот и высоких частот.
3. Решение задачи о передаче максимальной мощности в нагрузку. Согласование сопротивлений.
4. Законы Кирхгофа при гармоническом воздействии. Комплексное описание гармонического воздействия.
5. Применение комплексного описания гармонического воздействия для решения интегрирующей RC-цепи.
6. Преобразование Фурье. Разложение в спектр Фурье.
7. Схема с общей базой. Схема Дарлингтона.
8. Описание транзистора с помощью уравнений.

7.3. Вопросы к зачету

1. Определение электрического тока. Направление движения носителей и направление тока. Постоянный ток. Переменный ток.
2. Определение плотности тока. Вывод формулы для плотности тока. Определение напряжения между двумя точками.
3. Определение мощности электрического тока. Вывод формулы Джоуля-Ленца.
4. Определение идеализированного элемента — сопротивление. Динамическое сопротивление.
5. Закон Ома в интегральной форме.
6. Статическая емкость. Динамическая емкость. Связь между напряжением и током для емкости.
7. Магнитный поток индуктивности. Закон электромагнитной индукции Фарадея.
8. Определение идеального источника напряжения. Включение источника напряжения в цепь. Вольт-амперная характеристика идеального источника напряжения.
9. Определение идеального источника тока. Включение источника тока в цепь. Вольт-амперная характеристика идеального источника тока.
10. Реальные источники тока и напряжения. Понятие внутреннего сопротивления источника.
11. Источник напряжения управляемый напряжением. Источник тока управляемый напряжением. Источник напряжения управляемый током. Источник тока управляемый током.
12. Электрическая цепь. Узлы электрической цепи. Ветви электрической цепи. Выбор направлений токов и напряжений.
13. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений. Последовательное и параллельное емкостей.

- Последовательное и параллельное индуктивностей.
14. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики.
 15. Влияние примесных атомов на зонную структуру. Структура p-n перехода.
 16. Структура диода на p-n переходе. Структура диода Шоттки.
 17. Структура биполярного транзистора. pnp-, npn-транзисторы.
 18. Структура полевых транзисторов. n-, p-канальные МОП-транзисторы и с управляющим p-n переходом.
 19. Релаксационные схемы на транзисторах. Триггер. Одновибратор. Мультивибратор.
 20. Основные логические функции. Реализация логических функций.
 21. Резисторно-транзисторная логика. Диодно-транзисторная логика. Транзисторно-транзисторная логика. Эмиттерно-связная логика.
 22. Комплементарная МОП логика.

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

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	- применение на практике теоретических знаний по радиоэлектронике	Вопросы 2, 7 к коллоквиум по темам 1-3
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	– Навык анализа научной и образовательной литературы	Вопросы к зачету 1-22.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью выполнять эксперименты и интерпретировать результаты по проверке корректности и эффективности решений	– Навык проведения экспериментальных и практических работ по расчету и конструированию электрических систем	Вопросы к зачету 1-22. Вопросы 2, 7 к коллоквиум по темам 1-3
ПК-15 (профессиональные компетенции)	готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	- навыки работы с измерительными приборами, диагностическим и научным оборудованием	Вопросы к зачету 1-22.

ПК-20 (профессиональные компетенции)	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	– Работа с программами проектирования – Навык анализа биотехнических систем	Вопросы к зачету 1-22. Коллоквиумы по темам 1-3 и 4-6.
ПК-4 (профессиональные компетенции)	готовностью внедрять результаты разработок в производство биомедицинской и экологической техники	- Работа с основными медицинским лабораторным и диагностическим оборудованием	Вопросы к зачету 1-22. Коллоквиум по темам 4-6
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники	- навыки анализа структуры и параметров электронных компонентов техники биомедицинского назначения	Коллоквиумы по темам 1-3 и 4-6.
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники	– Работа с основным медицинским лабораторным и диагностическим оборудованием	Вопросы к зачету 1-22. Коллоквиум по темам 1-3 и 4-6.

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

При подготовке к коллоквиумам и зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на занятиях в течение семестра.

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

9.1. Основная литература

1. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин; под ред. П. Д. Саркисова. - М.: Химия, 2010. - 604 с. - ISBN 978-5-98109-085-1
<http://znanium.com/bookread2.php?book=488007>
2. Виноградов, Ю. А. Практическая радиоэлектроника [Электронный ресурс] / Ю. А. Виноградов и др. - М.: ДМК, 2007. - 288 с.: ил. - (В помощь радиолюбителю). - ISBN 5-89818-055-9.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=406592>
3. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами / Е.И. Нефедов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 344 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-906818-19-5
<http://znanium.com/bookread2.php?book=535220>
4. Игнатов, А. Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. — М. : ФЛИНТА, 2012. — 360 с. - ISBN 978-5-9765-1619-9
<http://znanium.com/bookread2.php?book=455222>

9.2. Дополнительная литература

1. Стешенко, В.Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры [Электронный ресурс] : . - Электрон. дан. - М. : ДМК Пресс, 2010. - 573 с.//http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=60976
2. Авдеев, В. А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование [Электронный ресурс] / В. А. Авдеев. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 848 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-505-1
<http://znanium.com/bookread2.php?book=408090>
3. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 143 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-009101-3
<http://znanium.com/bookread2.php?book=422720>

9.3 Интернет-ресурсы.

1. Основные элементы электроники <http://selectelement.ru/>
2. Основы радиоэлектроники <http://mapsym2012.narod.ru/>
3. Базовые элементы цифровой электроники
<https://www.youtube.com/watch?v=xLJ3FfDOAec>
4. Основы цифровой электроники лекции http://www.texnic.ru/tools/cif_ms/

5. Полупроводниковые приборы

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B

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

Освоение дисциплины "Элементная база электроники и основы конструирования приборов медико-биологического назначения" 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 Intel Core 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.

Применяются также следующие средства:

1. Интерактивная доска.
2. Мультимедийный проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебного плана 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии.

Автор(ы): Александров А.С.

Скирда В.Д.

Рецензент(ы): Савинков А.В.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики
« 16 » сентября 2015 г.