

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

«УТВЕРЖДАЮ»

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



Программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.8.1 Радиационная физика в медицине**

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

## **1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ**

Курс посвящен получению фундаментальных знаний в области радиобиологии, радиационной биофизики и медицины, а также практических навыков работы на современных приборах, использующих ионизирующее излучение для диагностики и терапии.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Является частью модуля С3 дисциплин профессионального цикла подготовки обучающихся по специальности " Биотехнические системы и технологии ". Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке обучающихся в сфере естественнонаучных знаний по таким дисциплинам, как: Б1.Б.22 «Биотехнические системы медицинского назначения», Б1.В.ОД.13 «Принципы и техника визуализации в биомедицине». Осваивается на четвертом курсе (7 семестр).

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен знать:

- физические основы радиобиологии;
- радиочувствительность органов, тканей, и клеток животных и человека; методы оценки;
- биологической эффективности разных типов ионизирующих излучений;
- радиоиндикаторные методы в биологии и медицине;
- гигиеническое нормирование радиационных воздействий, радиационные аварии;
- первичные радиобиологические процессы в организме человека;
- радиобиологические эффекты и механизмы их формирования;
- клеточные и молекулярные эффекты ионизирующей радиации;
- радиационную фармакологию;
- радиобиологические основы лучевой терапии.

уметь:

- рассчитывать дозы от внешних источников гамма излучений;
- рассчитывать толщину материала защиты от различных типов излучений.

владеть:

основными методами радиометрии и дозиметрии;

- методами расчета лучевой нагрузки на организм и органы при внешнем и внутреннем облучении радионуклидами;
- радиоиндикаторным методом для исследования фармакинетики лекарств;
- расчетом эффективности защиты радиопротекторами по критерию ФИД.- нравственными нормами академической этики;
- нормами проведения дискуссии;
- пониманием ценностной неоднозначности научно-технического прогресса.

демонстрировать способность и готовность:

- использовать полученные знания при изучении других дисциплин;
- использовать полученные знания при выполнении практических лабораторных задач, курсовых и дипломных работ;
- использовать полученные знания в научно-исследовательской работе, при работе в медицинских учреждениях, научных исследовательских центрах, на фармакологических предприятиях.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-17	- способностью владеть методами профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений;
ПК-19	- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники;
ПК-22	- готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам. способность использовать в профессиональной деятельности знание традиционных и современных проблем философии и методологии науки (наука как особый вид знания, деятельности и социальный институт; природа научного знания, структура науки, методы и формы научного познания; современные концепции философии науки).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов:.

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	<b>Радиационная биофизика и радиобиология. Ионизирующие излучения и их характеристики.</b>	7	1	2	0	6
2.	<b>Источники ионизирующих излучений. Дозиметрия и детекторы ионизирующего излучения.</b>	7	3	6	0	8
3.	<b>Поглощение энергии ионизирующих излучений. Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения.</b>	7	2	2	0	8
4.	<b>Реакция клетки на действие ионизирующего излучения.</b>	7	2	0	0	8
5.	<b>Биологический эффект малых доз.</b>	7	1	0	0	6
6.	<b>Последствия облучения. Лучевая болезнь.</b>	7	1	0	0	10

	<b>Отдаленные последствия облучений.</b>					
7.	<b>Защита от ионизирующих облучений.</b>	7	2	6	0	10
8.	<b>Радиобиологические эффекты лучевой терапии.</b>	7	2	4	0	10
9.	<b>Медицинские приборы, использующие источники ионизирующего излучения.</b>	7	4	8	0	10
10.	<b>Радиация и глобальные экологические проблемы.</b>	7	0	0	0	6
11.	<b>Коллоквиум. Защита реферата. Зачет.</b>	-		8		44
	<b>Итого</b>		18	36	0	126

## 4.2. Содержание дисциплины

### **Тема 1. Радиационная биофизика и радиобиология. Ионизирующие излучения и их характеристики.**

- 1.1. Предмет радиобиологии и ее основные задачи. Связь с другими науками.
- 1.2. Радиоактивность.
- 1.3. Основные термины и определения, используемые в радиобиологии и радиационной биофизике.
- 1.4. Физическая природа ионизирующего излучения. Типы ионизирующих излучений.
- 1.5. Характеристики ионизирующих излучений. Единицы измерения экспозиционной, поглощенной и эквивалентной дозы. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений.

### **Тема 2. Источники ионизирующих излучений. Дозиметрия и детекторы ионизирующего излучения.**

- 2.1. Естественная и искусственная радиоактивность.
- 2.2. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
- 2.3. Ядерный распад.
- 2.4. Бомбардировка корпускулярными частицами.
- 2.5. Космическое излучение.
- 2.6. Радиация земного происхождения.
- 2.7. Антропогенная радиоактивность.
- 2.8. Основные методы измерения радиоактивности.
- 2.9. Типы детекторов ионизирующих излучений и принципы их работы.
- 2.10. Промышленные дозиметры и радиометры.

### **Тема 3 Поглощение энергии ионизирующих излучений.**

- 3.1. Общая характеристика поглощения частиц и  $\gamma$ -квантов с веществом.
- 3.2. Качество излучения.
- 3.3. Эквидозиметрия и концепция риска.

### **Тема 4 Последствия облучения. Лучевая болезнь. Отдаленные последствия облучений.**

- 4.1. Общий принцип Гротгуса. Дискретный характер поглощения энергии ионизирующих излучений.
- 4.2. «Энергетический парадокс» в радиобиологии.
- 4.3. Механизмы процессов поглощения энергии излучения.
- 4.4. Принцип попадания и концепция мишеней.
- 4.5. Математическое моделирование радиобиологических эффектов.

### **Тема 5. Биологический эффект малых доз.**

- 5.1. Характеристика биологических эффектов облучения в малых дозах.

- 5.2. Эффект воздействия излучения в сверхмалых дозах.
- 5.3. Радиационный гормезис.
- 5.4. Зависимость изменений в клетках от мощности дозы. Эффект Петко.
- 5.5. Механизмы действия ионизирующих излучений в малых дозах на клетки.

#### **Тема 6. Последствия облучения. Лучевая болезнь. Отдаленные последствия облучений.**

- 6.1. Последовательность стадий непрямого действия радиации.
- 6.2. Модификация лучевого повреждения макромолекул.
- 6.3. Непрямое действие ионизирующих излучений на макромолекулы в водных растворах.
- 6.4. Радиационно-обусловленные изменения и радиочувствительность биоорганических молекул в растворах.

#### **Тема 7. Защита от ионизирующих облучений.**

- 7.1. Основные средства и приемы индивидуальной защиты.
- 7.2. Терапия лучевой болезни.
- 7.3. Модификация радиочувствительности. Радиопротекторы, радиомодификаторы.
- 7.4. Радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности.
- 7.5. Радиоактивность и радиоэкология.

#### **Тема 8. Радиобиологические эффекты лучевой терапии.**

- 8.1. От изолированных молекул к клетке. Об усилении первичных молекулярных повреждений.
- 8.2. Свободные радикалы в облученной клетке и методы их определения.
- 8.3. Образование активных кислород-содержащих соединений. Радиотоксины.
- 8.4. Повреждения и процессы восстановления ДНК в облученной клетке.
- 8.5. Механизмы гибели и процессы восстановления клеток от радиационного поражения.
- 8.6. Лучевая терапия злокачественных новообразований.
- 8.7. Радоновые ванны.

#### **Тема 9. Медицинские приборы, использующие источники ионизирующего излучения.**

- 9.1. Ускорители заряженных частиц и их использование в медицине.
- 9.2. Рентгенодиагностика. Компьютерная рентгеновская томография.
- 9.3. Радиоизотопные диагностические методы исследования (метод меченых атомов, автордиография, радиоиммунологический метод анализа, позитрон-эмиссионная томография).
- 9.4. Радиационно-биологические технологии в сельском хозяйстве.

#### **Тема 10. Радиация и глобальные экологические проблемы.**

- 10.1. Действие ионизирующих излучений на живые организмы. Радиационные синдромы.
- 10.2. Действие ионизирующей излучений на млекопитающих и человека. Лучевые болезни.
- 10.3. Отдаленные последствия облучения. Инкорпорированное облучение.
- 10.4. Методы определения степени лучевого поражения (биохимические методы, ЭПР и др.)

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лекционные и лабораторные занятия предполагают использование аудитории, оснащенной современным мультимедийным оборудованием.

Лабораторные работы будут проводиться как в лабораториях по специальности, так и на приборах и установках в лабораториях медицинских учреждений, Института Физики К(П)ФУ и Физико-технического института РАН.

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

Текущий контроль успеваемости будет осуществляться путем проведения коллоквиумов и на основании письменных контрольных работ – индивидуальных заданий. Лабораторные работы будут выполняться в течение семестра. В конце семестра будет проведен заключительный коллоквиум с защитой рефератов.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО (ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО) ИЗУЧЕНИЯ**

1. Связь биофизики и радиобиологии с другими науками.
2. Характеристики ионизирующих излучений в различных системах причины их появления и необходимости их применения.
3. Примеры источников естественной и искусственной радиоактивности. Анализ их воздействия на живые организмы.
4. Антропогенная радиоактивность.
5. Типы промышленных дозиметров и радиометров. Принципы их работы и блок-схемы приборов.
6. Эквидозиметрия и концепция риска.
7. Математическое моделирование радиобиологических эффектов.
8. Особенности радиочувствительности радиобиологических эффектов в растворах.
9. Процессы восстановления клеток от радиационного поражения.
10. Радиационный гормезис.
11. Отдаленные последствия облучения.
12. Радиопротекторы и радиомодификаторы.
13. Радиоактивность и радиозология.
14. Влияние естественного радиационного фона на жизнедеятельность.

## **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, зачёт - в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

**8 баллов** – посещения. Если нет ни одного пропуска, ставится 8 баллов, за каждый пропуск из 8 баллов вычитается 0,5 балла. Например: 4 пропуска за семестр – в итоге 6 баллов. Если занятие пропущено по уважительной причине, подтверждённой документально (по болезни, участие в самодеятельности, в спортивных соревнованиях и т.п.), то баллы за посещение вычитаться не будут.

**12 баллов** – устные ответы на практических занятиях: ответы с докладами, ответы на вопросы, участие в дискуссии, анализ текстов и т. п. Начисляется до 3 баллов за 1 занятие.

**30 баллов** – реферат/коллоквиум по предложенным темам.

**Итого:**

**8+12+30=50 баллов.**

### **7.2. Оценочные средства текущего контроля**

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (РЕФЕРАТОВ) И КОЛЛОКВИУМОВ**

1. Расчет толщины бетонной стенки для защиты персонала ионного ускорителя с максимальной энергией ионов 10 МэВ (без учета ослабления в стенках камеры ускорителя).
2. О возможности работы позитрон-эмиссионного томографа в Казани без создания ускорителя для получения радиоизотопов.

3. Оценка дозы ионизирующего излучения, которую «получает» космонавт в течение 30 суток на орбитальной станции, находящейся на высоте 400 км.
4. Применение метода ЭПР для ретроспективной дозиметрии по эмали зубов.
5. Экологические последствия испытания и непосредственного применения ядерного оружия.
6. Радиационный гормезис.
7. Радиотоксины.
8. «За» и «Против» радиотерапии.

### 7.3. Вопросы к зачёту:

1. Ионизирующее излучение. Характеристики ионизирующих излучений.
2. Эффекты при радиационном воздействии на твердые тела.
3. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
4. Радиоактивность,  $\alpha$ - и  $\beta$ -распад,  $\gamma$ -излучение.
5. Детекторы ионизирующего излучения. Основные принципы работы.
6. Счетчик Гейгера–Мюллера.
7. Поглощение энергии ионизирующего излучения.
8. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения на биологические объекты. В чем их различие?
9. Принцип Гроттгуса. Дискретный характер поглощения энергии ионизирующих излучений. «Энергетический парадокс» в радиобиологии.
10. Реакция клеток на облучение.
11. Свободные радикалы в облученной клетке.
12. Образование свободных кислород-содержащих соединений. Радиотоксины.
13. Биологический эффект малых доз. Механизмы действия ионизирующих излучений в клетках от мощности дозы. Эффект Петко.
14. Действие ионизирующих излучений на млекопитающих и человека. Лучевая болезнь. Последствия облучения.
15. Радиочувствительность живых организмов и влияние на нее различных факторов.
16. Отдаленные последствия облучения.
17. Методы диагностики лучевых поражений.
18. Нормы радиационной безопасности.
19. Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы излучения.
20. Относительная биологическая эффективность различных видов ионизирующих излучений.
21. Применение ускорителей заряженных частиц в медицине (линейные и циклические ускорители, медицинская радиография, компьютерная рентгеновская томография, позитрон-эмиссионная томография).
22. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине.
23. Лечебное применение ионизирующих излучений.
24. Медицинские приборы, использующие источники ионизирующего излучения.
25. Ионная имплантация.
26. Радиационное дефектообразование в конструкционных материалах.
27. Защита от ионизирующих излучений.
28. Терапия лучевой болезни.
29. Влияние естественного радиационного фона на жизнедеятельность живых организмов.
30. Радиация и глобальные экологические проблемы.

**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-2	- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методами научных исследований;</li> <li>– владение навыками работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;</li> </ul>	Написание реферата по заданной тематике. Вопросы к зачёту № 1-12.
ПК-17	- способностью владеть методами профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений;	Уметь выявлять уровень опасности электромагнитного излучения, владеть приборами дозиметрии.	Вопросы к зачету №10-20. Коллоквиум. Устный опрос на практических занятиях по темам № 2-6.
ПК-19	- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники;	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методами научных исследований;</li> <li>– владение навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;</li> </ul>	Вопросы к зачёту № 1-9. Написание реферата по заданной теме. Устный опрос на практических занятиях по темам № 7-10.



ПК-22	<p>- готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам. способность использовать в профессиональной деятельности знание традиционных и современных проблем философии и методологии науки (наука как особый вид знания, деятельности и социальный институт; природа научного знания, структура науки, методы и формы научного познания; современные концепции философии науки).</p>	<p>- владение навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий и методами научных исследований;</p>	<p>Вопросы к зачету №1-30. Написание реферата по заданной теме. Устный опрос на практическом занятии по теме №10.</p>
-------	---	---	---

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

Работа на лекционных, лабораторных и практических занятиях предполагает активное участие в дискуссиях. Для подготовки к занятиям рекомендуется заранее подготовить проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекциях, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе темы и вопросы, вызывающие затруднения в понимании.

При затруднениях в терминологии необходимо обращаться к энциклопедической литературе и словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <http://dic.academic.ru>.

При подготовке к 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. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения [Электронный ресурс] : учебник / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2008. ? 183 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2221](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2221)

2. Белоногов, И.А. Токсикология и медицинская защита [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.А. Белоногов, Д.А. Самохин. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 412 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2411-6

<http://znanium.com/bookread2.php?book=509555>

3. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения [Электронный ресурс] : учебник / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 183 с:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=222](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=222).

## 9.2 Дополнительная литература

1. Невоструев, В.А. Радиационная физикохимия материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. ? Электрон. дан. ? Кемерово : Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. ? 76 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58336](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58336)

2. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения [Электронный ресурс] : учебник / Ю.Б. Кудряшов, А.Б. Рубин. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2014. ? 217 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59635](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59635)

## 9.3 Интернет-ресурсы:

<http://www.knigafund.ru><http://www.nehudlit.ru>

<http://books.google.com>

Библиотека учебной и научной литературы - <http://sbiblio.com/biblio>

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

Освоение дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Принтер и ксерокс для создания раздаточных материалов.

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 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 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): Петухов В.Ю.

Рецензент(ы): Парфенов В.В.

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