

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**и.о. директора физтех-школы  
физики и исследований им.  
Ландау**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Основы радиационной биологии
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра проблем безопасного развития современных энергетических технологий
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: И.В. Капырин, кандидат наук

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем безопасного развития современных энергетических технологий 04.06.2020

## Аннотация

Курс посвящен вопросам, связанным с взаимодействием ионизирующего излучения с живыми организмами. Рассмотрены детерминированные и стохастические эффекты, соматические и генетические эффекты, отдаленные последствия облучения, особенности действия малых доз. Особое внимание уделено научным принципам регламентации радиационного воздействия.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- освоение студентами фундаментальных знаний в области взаимодействия ионизирующего излучения с живыми организмами, в том числе изучение детерминированных, стохастических, генетических эффектов, отдаленных последствий облучения и особенности действия малых доз, а также научных принципов регламентации воздействия ионизирующего излучения и обоснования радиационной безопасности.

#### Задачи дисциплины

- формирование представления о фундаментальном единстве современных научных знаний об окружающей среде;
- формирование базовых представлений в области биологии и экологии;
- приобретение теоретических знаний в области взаимодействия ионизирующего излучения с живыми организмами;
- приобретение студентами знаний о научных принципах регламентации воздействия ионизирующего излучения;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований в области математического моделирования биологических процессов и оценки риска для обоснования радиационной безопасности.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели

изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты

ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- о фундаментальном единстве современных научных представлений об окружающей среде;
- фундаментальные понятия, законы, теории современной биологии и экологии;
- положение и роль радиационной биологии и радиоэкологии среди других естественных наук;
- историю развития и современные проблемы радиационной биологии и радиоэкологии;
- особенности взаимодействия ионизирующего излучения с живыми организмами;
- подходы к математическому моделированию биологических процессов, в том числе при оценке радиационного воздействия на биоту;
- научные принципы регламентации воздействия ионизирующего излучения и оценки радиационного риска для обоснования радиационной безопасности.

уметь:

- эффективно применять теоретические компоненты естественных наук об окружающей среде: понятия, теории, законы;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач в области обеспечения радиационной безопасности;
- использовать теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений при оценке радиационного риска;
- применять математические подходы к оценке радиационного воздействия на биологические объекты;
- эффективно использовать полученные знания о научных принципах регламентации воздействия ионизирующего излучения на человека и окружающую среду.

владеть:

- современными представлениями об окружающей среде в рамках научной картины мира;
- навыками самостоятельного поиска и анализа больших объемов информации;
- фундаментальными понятиями и законами современной биологии и экологии;
- знаниями в области взаимодействия ионизирующего излучения с живыми организмами;
- практикой решения теоретических и прикладных задач, связанных с оценкой риска для обеспечения радиационной безопасности;
- основными подходами к математическому моделированию биологических систем;
- научными принципами регламентации воздействия ионизирующего излучений.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Взаимодействие излучения с живыми организмами.		12		4
2	Воздействие ионизирующих излучений на окружающую среду.		4		2
3	Основы биологии и экологии. Введение в генетику.		6		3
4	Предмет и история.		2		2
5	Радиационное воздействия на биоту.		4		2
6	Радиационный риск.		2		2

Итого часов		30		15
Подготовка к экзамену	0 час.			
Общая трудоёмкость	45 час., 1 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Взаимодействие излучения с живыми организмами.

Взаимодействие излучения с живыми организмами. Основные мишени.

Молекулярный, клеточный, тканевый, организменный, популяционный уровни. Модификация последствий облучения.

Характер облучения: внутреннее и внешнее; острое и пролонгированное; равномерное и неравномерное. Детерминированные и стохастические эффекты. Соматические и генетические эффекты.

Отдаленные последствия облучения. Особенности действия малых доз ионизирующих излучений. Гормезис.

Теоретические представления о механизме биологического действия излучений. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ).

Стохастический подход к оценке биологических эффектов облучения.

##### 2. Воздействие ионизирующих излучений на окружающую среду.

Теоретические представления о воздействии ионизирующих излучений на окружающую среду.

Нерадиационные факторы воздействия.

##### 3. Основы биологии и экологии. Введение в генетику.

Основы учения о биосфере. Экосистема, биогеоценоз, взаимодействие живых организмов с окружающей средой.

Основные биологические процессы в клетках. Носители наследственной информации. Вопросы генетики. Мутации и мутагенные факторы. Репарация. Наследственные болезни человека.

Наследственность и изменчивость. Наследственность и среда. Отбор. Адаптация и эволюция. Наследственные болезни человека

##### 4. Предмет и история.

Предмет радиобиологии и радиоэкологии.

История радиобиологии и радиоэкологии.

##### 5. Радиационное воздействия на биоту.

Оценка радиационного воздействия на биоту.

Математические подходы к оценке радиационного воздействия на биоту.

##### 6. Радиационный риск.

Радиационный риск и его оценка.

Научные основы регламентации облучения.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Необходимое оборудование для занятий: учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

Необходимое программное обеспечение: офисный пакет OpenOffice для презентаций.

Обеспечение самостоятельной работы – доступ в Интернет, базы данных по научным журналам.

## **6. Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Биология [Текст], Биологические процессы и законы/К. Вилли, В. Детье, -М., Мир, 1974
2. Радиационная биофизика : ионизирующие излучения [Текст] : учебник для вузов / Ю. Б. Кудряшов ; под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова .— М. : Физматлит, 2004 .— 448 с.
3. Криволицкий Д.А., Тихомиров Ф.А. и др. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз, - М.: Наука, 1988

### **Дополнительная литература**

1. Стохастическая радиобиология [Текст], [монография]/О. Хуг, А. Келлерер, -М., Атомиздат, 1969
2. Экология [Текст]. В 2 т. Т. 1/Ю. Одум, -М., Мир, 1986
3. Экология [Текст]. В 2 т. Т. 2/Ю. П. Одум, -М., Мир, 1986

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».

<http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

<http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха.

<http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. В процессе самостоятельной работы обучающихся возможно использование таких программных средств, как OpenOffice Mathcad, Scilab и др.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий данный курс, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике для решения практических задач.

Поскольку в ходе занятий проводится обсуждение современных актуальных проблем физики и энергетики, не в полной мере отраженных в существующих учебниках и учебных пособиях, посещение занятий является необходимым условием для успешного усвоения материала.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к практическим занятиям, дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. С целью углубленного изучения тех или иных разделов курса студентам могут быть предложены специальные темы для самостоятельной работы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра проблем безопасного развития современных энергетических технологий
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** И.В. Капырин, кандидат наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы радиационной биологии» обучающийся должен:

### знать:

- о фундаментальном единстве современных научных представлений об окружающей среде;
- фундаментальные понятия, законы, теории современной биологии и экологии;
- положение и роль радиационной биологии и радиоэкологии среди других естественных наук;
- историю развития и современные проблемы радиационной биологии и радиоэкологии;
- особенности взаимодействия ионизирующего излучения с живыми организмами;
- подходы к математическому моделированию биологических процессов, в том числе при оценке радиационного воздействия на биоту;
- научные принципы регламентации воздействия ионизирующего излучения и оценки радиационного риска для обоснования радиационной безопасности.

### уметь:

- эффективно применять теоретические компоненты естественных наук об окружающей среде: понятия, теории, законы;
- пользоваться полученными знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач в области обеспечения радиационной безопасности;
- использовать теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений при оценке радиационного риска;
- применять математические подходы к оценке радиационного воздействия на биологические объекты;
- эффективно использовать полученные знания о научных принципах регламентации воздействия ионизирующего излучения на человека и окружающую среду.

**владеть:**

- современными представлениями об окружающей среде в рамках научной картины мира;
- навыками самостоятельного поиска и анализа больших объемов информации;
- фундаментальными понятиями и законами современной биологии и экологии;
- знаниями в области взаимодействия ионизирующего излучения с живыми организмами;
- практикой решения теоретических и прикладных задач, связанных с оценкой риска для обеспечения радиационной безопасности;
- основными подходами к математическому моделированию биологических систем;
- научными принципами регламентации воздействия ионизирующего излучений.

**3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия или в конце занятия по пройденной теме.

**4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Аттестация проводится в устной форме:

Студенту предлагаются три вопроса.

Вопросы к дифференцированному зачету в 10 семестре:

1. История радиобиологии и радиоэкологии.
2. Основы учения о биосфере.
3. Основные структурные единицы биосферы.
4. Взаимодействие живых организмов с окружающей средой.
5. Основные биологические процессы в клетках.
6. Носители наследственной информации.
7. Мутации и мутагенные факторы.
8. Репарация.
9. Наследственные болезни человека.
10. Наследственность и изменчивость.
11. Наследственность и среда.
12. Отбор, адаптация и эволюция.
13. Взаимодействие излучения на молекулярном уровне.
14. Взаимодействие излучения на клеточном уровне.
15. Взаимодействие излучения на уровне тканей и организма в целом.
16. Модификация последствий облучения.
17. Характер облучения: внутреннее и внешнее; острое и пролонгированное; равномерное и неравномерное.
18. Детерминированные и стохастические эффекты.
19. Соматические и генетические эффекты.
20. Отдаленные последствия облучения.
21. Особенности действия малых доз ионизирующих излучений. Гормезис.
22. Теоретические представления о механизме биологического действия излучений.
23. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ).
24. Стохастический подход к оценке биологических эффектов облучения.
25. Воздействие ионизирующих излучений на окружающую среду.
26. Математические подходы к оценке радиационного воздействия на биоту.
27. Нерадиационные факторы.
28. Проблемы оценки сочетанного воздействия. Экология и здоровье.
29. Радиационный риск.
30. Научные основы регламентации облучения человека. Международное сотрудничество. НКДАР, МКРЗ.

**Критерии оценивания**

Студент получает:



оценку отлично(10), если получены ответы на три вопроса, нет замечаний.

оценку отлично(9), если получены ответы на три вопроса, есть отдельные замечания.

оценку отлично(8), если получены ответы на три вопроса, есть существенные замечания и (или) ошибки в вычислениях.

оценку хорошо(7), если получены ответы на два вопроса, нет замечаний

оценку хорошо(6), если получены ответы на два вопроса, есть отдельные замечания

оценку хорошо(5), если получены ответы на два вопроса, есть существенные замечания и (или) ошибки в вычислениях.

оценку удовлетворительно(4), если получен ответ на один вопрос, нет замечаний

оценку удовлетворительно(3), если получен ответ на один вопрос, есть замечания

оценку неудовлетворительно(2), если правильные ответы на вопросы отсутствуют, но студент понимает и может объяснить смысл вопросов.

оценку неудовлетворительно(1), если правильные ответы на вопросы отсутствуют, студент не может объяснить смысл заданных вопросов.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Для данного курса принята следующая процедура оценивания:

Студент получает три вопроса, и готовится не менее 45 минут.

При этом он может пользоваться программой курса, конспектом лекций и справочной литературой.

Опрос студента не превышает 1 астрономического часа.