

Учреждение образования  
«Международный государственный экологический институт  
им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по учебной и  
воспитательной работе



В.И. Красовский

В.И. Красовский

04 \_\_\_\_\_ 2016

Регистрационный № УД-11-2016/уч.

**ОБЩАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ. РАДИАЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине для специальности:

1-33 81 02 Радиобиология

2016 г.

*Handwritten signature*

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта Республики Беларусь ОСВО 1-33 81 02-2014 и учебного плана по специальности 1-33 81 02 Радиобиология.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

И.Б. Моссэ, профессор кафедры экологической и молекулярной генетики Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой экологической и молекулярной генетики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 18.02.2016);

Советом факультета экологической медицины Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 09.03.2016).

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Общая радиобиология. Радиационная генетика» предназначена для обучения студентов на II ступени высшего образования по специальности 1-33 81 02 Радиобиология.

Дисциплина «Общая радиобиология. Радиационная генетика» является одной из важнейших в системе экологического образования при подготовке магистрантов, так как знакомит их с закономерности действия ионизирующей радиации на наследственные структуры организма, давая представления о молекулярных механизмах взаимодействия ионизирующей радиации с ДНК и о процессах становления радиационно-генетических эффектов.

**Цель** преподавания дисциплины – освещение основ радиационной генетики, освоение совокупности знаний о влиянии ионизирующей радиации на наследственные структуры организма.

Задачи курса сводятся к усвоению знаний и формированию представлений: о закономерностях генетического действия ионизирующей радиации; о радиогенетических эффектах на молекулярном, внутриклеточном, клеточном, популяционном, видовом и биоценотическом уровнях; об адаптивном ответе и его закономерностях; о байстэндер эффекте; об использовании радиационных мутаций в сельском хозяйстве, медицине, промышленности, для охраны окружающей среды.

Программа охватывает все аспекты радиационной генетики. Рассматриваются генетические эффекты ионизирующей радиации на разных уровнях организации эукариот – на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном, видовом. Особое внимание уделено обсуждению вопроса об определении генетического риска облучения для человека – воздействию высоких и малых доз радиации на популяции людей, определению допустимых уровней облучения, обсуждению рекомендаций МКРЗ (международного комитета защиты от радиации) разных лет. Обсуждаются пути защиты генетических структур организма от мутагенного действия облучения, типы радиопротекторов и механизмы их действия. Анализируются общие закономерности генетических эффектов ионизирующей радиации – относительная генетическая эффективность излучений с разной ЛПЭ, радиоадаптивный ответ, «байстэндер эффект», явление гормезиса. Рассматриваются прикладные вопросы радиационной генетики – использование генетических эффектов облучения в сельском хозяйстве, медицине, промышленности и для охраны окружающей среды.

В результате изучения курса «Общая радиобиология. Радиационная генетика» студенты должны:

**знать:**

- молекулярно-генетические эффекты радиации;
- отличия индукции облучением точковых и хромосомных мутаций;
- радиационно-генетические эффекты на организменном уровне;
- типы сочетанных эффектов радиации и химических веществ;
- радиопротекторы разных типов и механизмы их действия;

- основные закономерности мутагенного действия ионизирующей радиации с разной ЛПЭ;
- адаптивный ответ и его закономерности;
- байстэндер эффект, его роль в эволюции;

***уметь:***

- оценивать радиационно-генетические эффекты на популяционном и видовом уровнях;
- пользоваться исследовательскими приборами для учета радиационных мутаций;
- использовать радиационные мутации в сельском хозяйстве, медицине, промышленности, для охраны окружающей среды;

***владеть:***

- гибридологическими, цитологическими и молекулярными методами для учета радиационных мутаций;
- основными приемами оценки зависимости «доза-эффект» в генетических экспериментах;
- основными способами вычисления генетического риска для человека.

Для управления учебным процессом и организации контрольно-оценочной деятельности рекомендуется использовать учебно-методические комплексы, периодически проводить текущий контроль знаний на лабораторных занятиях, а также проводить защиту выполненных лабораторных работ, а итоговый контроль – на экзамене.

Самостоятельная подготовка студентов включает подготовку презентаций по актуальным проблемам радиационной генетики, разработку научно-исследовательских проектов.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях;
- блочно-модульная система оценки знаний.

В целях формирования современных и социально-профессиональных компетенций выпускника вуза в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики активного обучения и дискуссионные формы.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 126, из них 36 часов аудиторных занятий (20 часов лекций, 12 часов лабораторных занятий и 4 часа практических занятий). Форма текущей аттестации – экзамен в 1 семестре. Форма получения высшего образования на II ступени – дневная.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Предмет и методы радиационной генетики**

Этапы исторического развития радиационной генетики и её место в системе биологических наук; основные разделы. Цели и задачи. Основоположники.

Методы учета мутаций: цитологический, генетический, биохимический, молекулярный. Метод С1В, метод учета реципрокных транслокаций.

Методы учета радиационных мутаций: рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций, рецессивных летальных мутаций в аутосомах. Цитологический анализ хромосомных aberrаций в соматических и половых клетках. Реципрокные транслокации в половых и соматических клетках.

### **2. Радиогенетические эффекты на молекулярном уровне**

Взаимодействие ионизирующей радиации (ИР) с ДНК (повреждение оснований, сахарофосфатных цепей, одиночные и двойные разрывы).

Миграция энергии внутримолекулярная и межмолекулярная. 4 стадии первичных радиогенетических процессов: физическая, физико-химическая, химическая, биохимическая. Схема радиогенетических эффектов в клетке.

### **3. Радиогенетические эффекты на внутриклеточном и клеточном уровнях**

Особенности индукции точковых и хромосомных радиационных мутаций на разных стадиях гаметогенеза и клеточного цикла в клетках разной ploidy. Зависимость от дифференциации клетки и от спирализации хромосом. Влияние кислорода, вида излучения, мощности дозы. «Горячие точки» в хромосомах. Репарация радиационных мутаций разных типов. Влияние условий проведения экспериментов на выход aberrаций хромосом.

Общность происхождения хромосомных и точковых мутаций.

### **4. Генетические эффекты на организменном уровне. Понятие радиационного риска**

Стохастические и нестохастические события. Анализ групп облученных людей. Трудности определения величины риска. Модели линейная, квадратичная, линейно – квадратичная. Абсолютная и относительная модель. Результаты исследований жителей Хиросимы и Нагасаки. Результаты исследования людей, проживающих в районах с повышенном радиационным фоном. Факторы риска для раковых заболеваний и для генетических эффектов. Величины спонтанных частот мутаций разных типов. Причины, затрудняющие выявление радиационных генетических эффектов. Понятие удваивающей дозы. Величины удваивающей дозы для острого и хронического облучения.

### **5. Генетические эффекты на популяционном уровне**

Радиочувствительность особей в популяциях. Генетическая обусловленность. Влияние внешней среды. Сверхчувствительная фракция, проблема «порога» в действии радиации. Сверхрезистентная фракция.

Изучение динамики радиационных генетических эффектов на популяционном уровне. Накопление мутаций, «генетический груз», «мутационный груз». Очищение популяций от мутаций при остром и хроническом облучении. Влияние ИР на плодовитость, жизнеспособность и численность популяций. Взаимосвязь элементов приспособленности. Популяционные волны и их влияние на радиационные эффекты в популяциях. Адаптация популяций к воздействию ИР. Механизм адаптации. Специфическая адаптация и неспецифическая адаптация.

#### **6. Радиогенетические эффекты на видовом уровне. Общие закономерности генетического действия ионизирующей радиации**

Сравнительная радиочувствительность видов от вирусов до человека – генетические различия (структурные и функциональные факторы). Средовые эффекты. Зависимость видовых различий радиочувствительности от теста, от интенсивности излучения (сравнение радиочувствительности разных видов млекопитающих по генетическим тестам). Влияние острого и хронического облучения на биоценозы. Смена видового состава, восстановление биоценозов. Радиация и эволюция.

Относительная генетическая эффективность (ОГЭ) ионизирующих излучений разных типов. Зависимость ОГЭ нейтронов от генетического теста, от стадий гаметогенеза. ОГЭ острого и хронического облучения.

Зависимости «доза-эффект» (линейная, квадратичная, линейно-квадратичная). Форма кривой доза-эффект для гониальных клеток. Аномальные зависимости генетических эффектов в области малых доз.

#### **7. Радиационно индуцированный адаптивный ответ**

Факторы, влияющие на проявление адаптивного ответа: стадии клеточного цикла, интервал между 1-й и 2-й фракциями дозы, характер облучения и т.д. Возможные механизмы адаптивного ответа. Влияние интенсивности излучений. Зависимость эффекта хронического облучения от величины мощности дозы. Различия, связанные с полом. Аномальные эффекты в области очень низких мощностей дозы.

#### **8. Байстендер эффект и его роль в эволюции. Генетические эффекты комбинированных воздействий ИР с другими факторами**

Байстэндер эффект, индуцированный излучениями разных типов. Способы исследования. Возможные механизмы. Роль в эволюции.

Генетические эффекты комбинированных воздействий ИР с другими факторами. Аддитивность, антагонизм, синергизм, протекция, сенсibilизация. Зависимость результатов комбинированных воздействий от стадии клеточного цикла и гаметогенеза. Динамика в поколениях. Причины искажения результатов исследования сочетанных воздействий.

## 9. Типы радиопротекторов, их эффективность в защите наследственных структур. Механизмы модификации химическими агентами мутагенного действия ИР

Проблема защиты генетических систем от ИР. Эффективность радиопротекторов разных типов в генетических экспериментах. Требования к радиопротекторам нового типа. Отличия радиозащитной эффективности пигмента меланина от традиционных радиопротекторов

Механизмы модификации химическими агентами мутагенного действия ИР. Адсорбционный, структурный, «биохимического шока», комплексного действия аминотиолов, ц-АМФ, коррекция репарационных систем, «каскадный механизм». Различия и общность этих гипотез. Два пути модификации генетических эффектов ИР. Физико-химическая и ферментативная репарация. Вещества – «ловушки энергии».

## 10. Прикладные аспекты радиационной генетики

Использование радиационных мутаций для создания новых ценных сортов с/х растений. «Критические дозы» облучения. Использование разных типов ИР, облучение в разные сроки онтогенеза растений. Применение изотопов. Мутации полиплоидии. Комбинированные эффекты ИР с протекторами, сенсibilizаторами, химическими мутагенами. Направленное получение специфических мутаций. Мутабельность как проявление нормы реакции системы.

История создания пенициллина. Повышение эффективности штаммов – продуцентов антибиотиков, освобождение этих штаммов от «вредных» признаков.

Создание эффективных штаммов-продуцентов витаминов, пищевых и технических веществ. Использование в промышленности, экологии и медицине (применение радиационных мутантов бактерий и вирусов для создания живых вакцин).

### Наименование тем лабораторных занятий и их содержание

№	Название темы занятия	Содержание	Объем, час
1	2	3	4
1.	Методы учета радиационных мутаций (гибридологические)	<u>Гибридологические методы учета мутаций</u> Методы учета рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций (Метод С1В, М-5, СуLPm).	2
		Методы учета рецессивных летальных мутаций в аутосомах.	2
2	Методы учета радиационных мутаций (цитологические)	<u>Цитологический анализ</u> хромосомных aberrаций в соматических и половых клетках. Реципрокные транслокации.	4
3	Методы учета радиационных мутаций (молекулярные)	<u>Молекулярный метод</u> учета частоты мутаций с помощью ПЦР. Метод электрофореза	4

### Семинарские (практические) занятия, их содержание, объем в часах

№	Название темы занятия	Содержание	Объем, час
1	Радиационно-генетические эффекты на разных уровнях организации	Радиогенетические эффекты на молекулярном, внутриклеточном, клеточном, популяционном, видовом, биоценотическом уровнях	2
2	Общие закономерности генетического действия ионизирующей радиации	Общие закономерности генетического действия ионизирующей радиации (ИР) Оценка генетического радиационного риска. Радиационно-индуцированный адаптивный ответ. Байстэндер эффект. Генетические эффекты комбинированных воздействий ИР с другими факторами	2



### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля занятий
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Предмет и методы радиационной генетики	2			12			1-5
2	Радиогенетические эффекты на молекулярном уровне	2						1-3
3	Радиогенетические эффекты на внутриклеточном и клеточном уровнях	2						1-3
4	Генетические эффекты на организменном уровне. Понятие радиационного риска	2						1-3
5	Генетические эффекты на популяционном уровне	2						1-3
6	Радиогенетические эффекты на видовом уровне. Общие закономерности генетического действия ионизирующей радиации (ИР)	2	2					1-3, 5
7	Радиационно индуцированный адаптивный ответ	2						1-3
8	Байстендер эффект и его роль в эволюции. Генетические эффекты комбинированных воздействий ИР с другими факторами	2						1-3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Типы радиопротекторов, их эффективность в защите наследственных структур. Механизмы модификации химическими агентами мутагенного действия ИР	2	2					1-3, 5
10	Прикладные аспекты радиационной генетики	2						1-3
	<b>Итого</b>	<b>20</b>	<b>4</b>		<b>12</b>			

### Формы контроля знаний:

№ п / п	Форма
1.	Выборочный контроль на лекциях и проверка конспектов лекций студентов
2.	Проверка конспектов лекций студентов
3.	Проведение контрольных работ на потоке
4.	Собеседование при защите отчетов по лабораторным занятиям
5.	Аттестация по индивидуальной работе
6.	Проведение экзамена по курсу

## IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Учебно-методические материалы по дисциплине

#### Основная литература:

1. Моссэ, И.Б. Радиационная генетика: курс лекций / И.Б. Моссэ. – Электронный учебник, 2013 г.

#### Дополнительная литература:

2. Моссэ, И.Б. Радиация и наследственность. / И.Б. Моссэ. – Мн.: Университетское, 1990. – 201с.

3. Самнер, Д. Радиационные риски: оценка / Д. Самнер, Т. Вэлдон, У. Уотсон. – Мн., 1998. – 172 с.

4. Мельнов С.Б. Биологическая дозиметрия – теоретические и практические аспекты. Минск, «Дети Чернобыля», 2002. 191 с.

5. Скрининговые методы в радиоэкологическом мониторинге / О.Г. Польский, С. А. Дмитриев, В.В. Зайцев, С.В. Киреев, И.Б. Моссэ – Москва-Минск: Издательский центр «Юнона», 2004. – 199с.

6. Радиационная безопасность мегаполиса / С.А. Дмитриев, О.Г. Польский, В.В. Зайцев, И.Б. Моссэ – Москва-Минск: издательский центр "Юнона", 2008. – 207с.

7. Лекции школы по радиобиологии в Галактике / Е.Б. Бурлакова, А.И. Газиев, И.Б. Моссэ [и др.]. – Обнинск, МРНЦ РАМН, 2003, 204 с.

8. Моссэ И.Б. Морозик П.М. «Радиационная генетика». Практикум. Минобр. РБ. МГЭУ им. А.Д. Сахарова, Минск, 2009 г., 50 с.

9. Молекулярно-генетические эффекты экологического неблагополучия (возможности проточной цитофлуориметрии) / С. Б. Мельнов. – Мн.: Белорусский комитет "Дзеці Чарнобыля", 2004. – 294 с.: ил. 70. табл. 90.

10. Радиобиология человека и животных: Учебн. пособие / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон; Под ред. С. П. Ярмоненко. – М.: Высш. шк.. 2004. – 549 с.: ил.

11. Радиобиология: пособие / М. М. Филимонов, Д. А. Новиков. – Минск: БГУ. 2015. – 132 с.

12. Радиобиология: термины и понятия: энцикл. справ. / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 340 с.

### Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, курс лекций, мультимедийные презентации, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Для промежуточной и итоговой аттестации студентов создаются фонды диагностических и оценочных средств, технологий и методик диагностирования.

Процесс диагностики предполагает:

- контрольные работы;
- рефераты;
- экзамен.

### **Критерии оценок**

Для оценки учебных достижений студентов используются критерии, утверждаемые Министерством образования Республики Беларусь.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласования с другими дисциплинами не требуется			