

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
  
\_\_\_\_\_ А.Л. Толстик



« 30 » \_\_\_\_\_ 06 \_\_\_\_\_ 2016 г.

Регистрационный № УД- 2433 /уч.

### **Основы радиационной биохимии**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:  
1-31 01 02 Биохимия**

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 02-2013 и учебных планов УВО № G31-130/уч. 2013 г. и № G31з-158/уч. 2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Филимонов Михаил Михайлович, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Екатерина Ивановна Слобожанина, заведующая лабораторией медицинской биофизики Государственного научного учреждения «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси», член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор;

Елена Аркадьевна Храмцова, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биохимии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 17 мая 2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 31 мая 2016 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Радиационная биохимия» относится к государственному компоненту цикла специальных дисциплин учебных планов.

Радиационная биохимия интересуется, прежде всего, процессами, которые развиваются в облученной клетке сразу же после событий, связанных с поглощением и разменом энергии ионизирующих излучений. Эти процессы инициируют нарушения метаболизма, приводящие в конечном итоге к формированию основных биологических эффектов.

Биохимические показатели состояния и обмена нуклеиновых кислот, белков и аминокислот, а также биохимические изменения структурных элементов клетки и ее органоидов, биоэнергетические процессы – играют важнейшую роль в развитии биологических эффектов радиации в зависимости от дозы, времени после облучения, органной и тканевой специфичности и др.

Интерес к этой радиобиологической дисциплине исключительно возрос после Чернобыльской катастрофы, ликвидация последствий которой выдвинула на передний план многие проблемы радиобиологии, имеющие непосредственное отношение к предмету радиационной биохимии. Этим актуальным проблемам радиобиологии и вытекающим из них задачам радиационно-биохимических исследований посвящен первый раздел рабочего варианта программы учебного курса.

Последующие разделы программы имеют своей основной целью критический анализ и обобщение огромного фактического материала, отражающего характер «биохимического усиления» первичных событий лучевого поражения, специфически проявляющегося в различных тканях и системах живого организма.

**Цель** учебной дисциплины – формирование у студентов биологов системы представлений о роли радиационно-биохимических исследований в решении основных проблем современной радиобиологии.

**Задачи** учебной дисциплины: познакомить студентов с предметом и местом радиационной биохимии среди основных направлений развития радиобиологии. Развить глубокое понимание значения радиационно-биохимических исследований и данных для объяснения основных радиобиологических феноменов и проблем по различным направлениям этой фундаментальной науки, видение перспектив практического использования ее достижений.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- основные радиационно-биохимические закономерности в изменении состояния и обмена веществ в клетках и тканях облученного организма;
- значение биохимических показателей лучевого поражения в критических органах организма для характеристики причин формирования видимых проявлений биологических эффектов;

**уметь:**

- использовать знание основных радиационно-биохимических феноменов для объяснения механизмов формирования биологических эффектов при действии ионизирующих излучений на организм.

**владеть:**

- основными приемами обработки, анализа и интерпретации экспериментальных данных о влиянии разных по величине доз ионизирующей радиации на биологические объекты различного уровня организации;

- методами расчета коэффициента кислородного усиления (ККУ), относительной биологической эффективности (ОБЭ) данного вида излучения; величины эквивалентных доз при внешнем хроническом низкоуровневом облучении, а также при внутреннем облучении от инкорпорированных радионуклидов.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-31 01 02 Биохимия изучение учебной дисциплины должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Выявлять патентную чистоту проводимых научных исследований.

ПК-10. Организовывать работу по обоснованию целесообразности, подготовке документации научных проектов и исследований.

ПК-11. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-12. Выполнять работы на современном производственном оборудовании, используя техническую документацию, подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности;

ПК-13. Проводить биохимическую аналитическую работу в области биохимии, участвовать в диагностике и экспертизе, сертификации продуктов производства.

ПК-14. Учитывать основные принципы организации производств при выполнении профессиональной деятельности и обоснованно формулировать рекомендации по совершенствованию технологического процесса.

ПК-18. Владеть информацией о производствах, основанных на использовании биологических объектов в Республике Беларусь, странах ближнего и дальнего зарубежья, и использовать ее в производственной деятельности.

Программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия», «Физиология человека и животных».

В соответствии с учебным планом очной формы получения образования программа рассчитана на 76 часов, из них аудиторных 36 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 22 часов, лабораторные занятия – 12 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 2 часа. Изучение учебной дисциплины осуществляется в 7 семестре.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 76 часов, из них аудиторных 14 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 12 часов, практические занятия – 2 часа. Изучение учебной дисциплины осуществляется в 8 семестре.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1.ВВЕДЕНИЕ**

Предмет и задачи радиационной биохимии, ее место в кругу дисциплин, изучающих действие ионизирующей радиации. Роль биохимических показателей в характеристике биологических эффектов радиации в зависимости от дозы, времени после облучения, органной и тканевой специфичности и др.

Основные понятия радиационной биохимии. Лучевая болезнь. Степень развития лучевой болезни. Зависимость от условий и дозы однократного облучения.

## **2.АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ БИОХИМИИ**

Актуальные проблемы радиобиологии и радиационной биохимии под углом зрения последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Проблема малых доз ионизирующей радиации. Идея «гормезиса» в радиобиологии и радиационной биохимии. Значимость мощности естественного радиационного фона (ЕРФ) в сохранении уровня роста и развития организмов, средней продолжительности жизни. Распространенность стимуляционных эффектов (СЭ) среди биологических объектов, возможные механизмы реализации СЭ, связь с уровнем дозы. Малые дозы и система иммунитета. Определение относительной доли радиационных генетических повреждений, вызванных естественным радиационным фоном. Различия в подходах к количественной оценке риска радиационного канцерогенеза и наследственных последствий при малых дозах радиации. «Сверхмалые» и «малые» дозы. Трудности в определении понятия «малая доза». Радиочувствительность и радиопоражаемость с учетом явления гормезиса, различия в биохимических механизмах их реализации. Причины вариабельности радиочувствительности живых организмов. Современные аспекты проблемы радиационного канцерогенеза с позиций радиационной биохимии. Проблемы оценки и прогнозирования состояния здоровья потомства в свете Чернобыльской катастрофы. Проблема особенностей внутреннего облучения при хроническом поступлении радионуклидов в организм, а также в сочетании с действием химических факторов загрязнения среды проживания.

## **3.СОСТОЯНИЕ И ОБМЕН ВАЖНЕЙШИХ БИМОЛЕКУЛ И СИСТЕМ В ОБЛУЧЕННОМ ОРГАНИЗМЕ**

Изменения в нуклеиновых кислотах и в их обмене, наступающие после облучения. Связь между изменениями в ДНК и биологическим эффектом. Процессы репарации повреждений ДНК. Распад нуклеиновых кислот. Изменения в обмене нуклеотидов. Изменения в обмене ДНК и РНК. Генетические последствия облучения млекопитающих. Радиационно-индуцируемая нестабильность генома.

Обмен белков и аминокислот после облучения. Изменения белков при облучении *in vitro*. Биохимия белка после облучения. Распад белков. Обмен углеводов после облучения. Изменения содержания гликогена, глюкозы. Роль гормонов надпочечников в пострадиационных изменениях обмена углеводов. Изменения интенсивности гликолиза, пентозофосфатного цикла, цикла Кребса в облученном организме.

Дыхательная цепь и обмен макроэргических фосфатов после облучения. Изменения дыхания клеток и изолированных митохондрий, изменения окислительного фосфорилирования в митохондриях, ядрах. Содержание макроэргических фосфатов в тканях облученного организма.

Гормоны и их обмен после облучения. Роль нарушений гормонального статуса организма в формировании лучевых эффектов.

Особенности радиационных изменений в отдельных системах, органах и тканях.

#### **4.БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ДОЗ И МОЩНОСТЕЙ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ**

Биохимия малых доз ионизирующей радиации. Роль специфического и неспецифического компонентов в опосредовании действия ионизирующей радиации на организм в относительно малых дозах. О роли неспецифического компонента в развитии лучевых эффектов на примере изменений активности Na, K - АТФазы мембран головного мозга крыс при облучении их в дозе 10,32 мКл/кг (40 Р) и 180,6 мКл/кг (700 Р).

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Очная форма получения высшего образования**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение:	2						
2.	Актуальные проблемы радиационной биохимии	6			2			
3.	Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме	10			10		2	Промежуточный зачет
4.	Биохимические аспекты действия малых доз и мощностей ионизирующей радиации	4						



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Заочная форма получения высшего образования**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение	2						
2.	Актуальные проблемы радиационной биохимии	2						
3.	Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме	6	2					
4.	Биохимические аспекты действия малых доз и мощностей ионизирующей радиации.	2						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### О с н о в н а я:

1. Кузин А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке/ А.М. Кузин; – М.: Наука, 1995.
2. Королев В.Г. Молекулярные механизмы репарации двунитевых разрывов ДНК у эукариот/ В.Г. Королев// Радиационная биология, радиоэкология, т.47, №4, 2007, с.389-401.
3. Василенко И.Я. Малые дозы ионизирующей радиации.// Медицинская радиобиология. № 1, с. 48-51 , 1991.
4. Сравнительная канцерогенная эффективность ионизирующего излучения и химических соединений. Публ. 96 НКРЗ (США): Рекомендации нац. комиссии США по рад. защите и измерениям./Пер. с англ. Н.Л.Власовой; под ред. Филюшкина И.В. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
5. Руднев М.И. и др. Влияние низких доз ионизирующей радиации и других факторов окружающей среды на организм/ М.И. Руднев и др./ Под ред. М.И. Руднева; АМН Украины и др. – Киев: Наукова думка, 1994.
6. Гераськин С.А.Критический анализ современных концепций и подходов к оценке биологического действия малых доз ионизирующего излучения.// Радиационная биология. Радиоэкология, т.35, вып. 5, 1995, с. 563.
7. Нефедов И.Ю., Нефедова И.Ю., Пальна Г.Ф. Актуальные аспекты проблемы генетических последствий облучения млекопитающих.// Радиационная биология. Радиоэкология, т. 40, № 4, 2000, с. 358.
8. Котеров А.Н. Малые дозы радиации: факты и мифы. Книга первая. Основные понятия и нестабильность генома/ А.Н. Котеров, -М.: «ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России»., 2010.

#### Д о п о л н и т е л ь н а я:

1. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека/ А.К. Гуськова, Г.Д. Байсоголов; – М.: Медицина, 1970.
2. Романцев Е.Ф. и др. Биохимические основы действия радиопротекторов/ Е.Ф. Романцев и др.;– М.: Атомиздат, 1980.
3. Спитковский Д.Н. Концепция действия малых доз/ Д.Н. Спитковский// Радиобиология , т. 32, вып. 3, 1992, с. 382 – 400.
4. Филиппович И.В. Феномен адаптивного ответа клеток в радиобиологии/ И.В. Филиппович//Радиобиология, т. 31, вып. 3, 1991, с. 803 .
5. Мазурик М.К. Роль регуляторных систем ответа клеток на повреждения в формировании радиационных эффектов/ М.К. Мазурик// Радиационная биология, радиоэкология, т. 45, №1, 2005, с. 26-45.
6. Кузин А.М. Радиационная биохимия/ А.М.Кузин;– М.: Атомиздат, 1962.

7. Романцев Е.Ф. и др. Ранние радиационно-биохимические изменения/ Е.Ф.Романцев и др.; – М.: Атомиздат, 1966.

8. Свердлов А.Г. Опосредованное действие ионизирующего излучения/ А.Г.Свердлов; - М.: Атомиздат, 1963.

9. Крендыш И.М. Биохимические механизмы радиобиологического эффекта на уровне организма/ И.М. Крендыш; в кн. Итоги науки и техники. Радиационная биология т. 2 – М.: ВИНТИ, 1974.

10. Эйдус Л.Х. Неспецифическая реакция клеток и радиочувствительность/ Л.Х. Эйдус; – М.: Атомиздат, 1977.

## **ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

1. Промежуточный зачет по разделу «Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме» (2 часа)

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

В качестве формы итогового контроля по дисциплине «Основы радиационной биохимии» рекомендован зачет. Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (очная форма получения образования)**

Тема: Биохимические изменения в органах и тканях облученных животных.

Лабораторная работа: Исследование автолитического расщепления белков в тканях облученных животных:

Занятие 1

Подготовка рабочих мест, оборудования, реактивов. Облучение животных и дозе 2 Гр, 50 Гр, 120 Гр (4 часа);

Занятие 2

Получение гомогенатов тканей облученных животных. Инкубация гомогенатов и отбор проб для определения небелкового азота (4 часа);

Занятие 3

Определение содержания небелкового азота в пробах тканей полученных от облученных животных. Графический анализ результатов. Оформление отчета по лабораторной работе (4 часа).

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
(заочная форма получения образования)**

1. Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме (2 часа).

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Структурная биохимия	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 12 от 17 мая 2016 г.
Метаболическая биохимия	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 12 от 17 мая 2016 г.
Физиология человека и животных	Физиологи и человека и животных	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Г. Чумак	Утвердить согласование протокол № 12 от 17 мая 2016 г.

---

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание