

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок  
2020 г.

Регистрационный № УД-8161/уч.



## Основы радиационной биохимии

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 01 02 Биохимия

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 02-2018, учебных планов УВО № G31-221/уч., № G31з-224/уч., утвержденных 13.07.2018 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Филимонов М.М., доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Слобожанина Е.И., заведующая лабораторией Медицинской биофизики ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор.

Дитченко Т.И., доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений, кандидат биологических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биохимии  
(протокол № 17 от 20 мая 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 5 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой биохимии,  
доцент



И.В. Семак

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

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

### Задачи учебной дисциплины:

- 1) познакомить студентов с предметом и местом радиационной биохимии среди основных направлений развития радиобиологии;
- 2) 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.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Основы радиационной биохимии» относится к государственному компоненту учебных планов и входит в учебный модуль «Медицинская и радиационная биохимия».

### Связи с другими учебными дисциплинами:

Изучение учебной дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Органическая химия», «Аналитическая и коллоидная химия», «Структурная биохимия». Дисциплина «Основы радиационной биохимии» тесно связана с такими учебными дисциплинами как «Биофизика», «Функциональная биохимия», «Медицинская биохимия», «Генетика» и др.

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Основы радиационной биохимии» наряду с учебной дисциплиной «Медицинская биохимия», должно обеспечить формирование *базовой профессиональной компетенции* БПК-7: «Быть способным характеризовать биохимические механизмы развития патологических процессов и экспериментальные модели наиболее распространенных заболеваний человека, основные радиационно-биохимические феномены для объяснения механизмов формирования биологических эффектов при действии ионизирующих излучений на организм».

В результате освоения учебной дисциплины студент 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:**

- важнейшими законами радиационной биохимии для объяснения важнейших физиологических процессов, протекающих в живых организмах, как в норме, так и при возникновении патологии;

- методами исследований в экспериментальной радиационной биохимии.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 5 семестре (очная форма получения образования) и в 4-5 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Основы радиационной биохимии» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 46 аудиторных часов, из них: лекции – 28 часов, практические занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа;

– для заочной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 14 аудиторных часов, из них лекции – 12 часов (4 семестр – 8 часов, 5 семестр – 4 часа), лабораторные занятия – 2 часа (5 семестр).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 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.

## Раздел 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.

## Раздел 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 пострadiационных 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.

#### **Раздел 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

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
<b>1</b>	<b>Введение</b>	2						
<b>2</b>	<b>Актуальные проблемы радиационной биохимии</b>		2					Устный опрос, реферат
2.1	Проблема малых доз и радиационного гормезиса. «Радиочувствительность» и «радиопоражаемость» с учетом явлений гормезиса, биохимические механизмы их реализации;	4						
2.2	Проблема радиационного канцерогенеза с позиций радиационной биохимии.	2						
2.3	Особенности внутреннего облучения при хроническом поступлении радионуклидов	2						
<b>3</b>	<b>Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме:</b>		8				4	Письменная контрольная работа, устный опрос, реферат
3.1	Состояние и обмен нуклеиновых кислот. Изменения в структуре НК и их обмене после облучения, их связь с биологическими эффектами действия радиации;	2						
3.2	Репарация постлучевых повреждений ДНК. Биохимические механизмы переключения клетки в новый режим функционирования в связи с повышением дозы ионизирующего излучения.	2						



3.3	Состояние и обмен белков. Стохастические эффекты действия ионизирующих излучений на белки и аминокислоты; Состояние обмена белков и аминокислот после облучения. Распад белков;	2						
3.4	Состояние и обмен углеводов в облученном организме. Изменения содержания гликогена и глюкозы. Роль гормонов надпочечников в этих эффектах. Постлучевые изменения интенсивности гликолиза, пентозофосфатного цикла, цикла Кребса;	2						
3.5	Энергетический обмен в облученном организме. Дыхательная цепь и обмен макроэргических фосфатов после облучения. Изменения процессов окислительного фосфорилирования в митохондриях, ядрах. Изменения содержания макроэргических фосфатов в тканях;	2						
3.6	Состояние эндокринной системы в облученном организме. Гормоны и их обмен после облучения. Роль специфического и неспецифического компонентов в опосредовании действия радиации	2						
<b>4</b>	<b>Биохимические аспекты действия малых доз и мощностей ионизирующей радиации.</b>		4					Устный опрос, реферат
4.1	«Малые» и «сверхмалые» дозы. Определение относительной доли радиационных повреждений, вызванных на цитогенетическом уровне за счет мощности естественного радиационного фона.	4						
4.2	Возможные биохимические механизмы формирования эффектов малых доз ионизирующей радиации. О роли неспецифического компонента в развитии лучевых эффектов на примере экспериментальных данных об изменении активности Na <sup>+</sup> ,K <sup>+</sup> -АТФазы мембран клеток головного мозга.	2						



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	<b>Введение</b>	2						
2	<b>Актуальные проблемы радиационной биохимии</b>	2						
3	<b>Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме</b>		2					Устный опрос
3.1	Состояние и обмен нуклеиновых кислот. Изменения в структуре НК и их обмене после облучения, их связь с биологическими эффектами действия радиации;	0,5						
3.2	Репарация постлучевых повреждений ДНК. Биохимические механизмы переключения клетки в новый режим функционирования в связи с повышением дозы ионизирующего излучения	0,5						
3.3	Состояние и обмен белков. Стохастические эффекты действия ионизирующих излучений на белки и аминокислоты; Состояние обмена белков и аминокислот после облучения. Распад белков	0,5						
3.4	Состояние и обмен углеводов в облученном организме. Изменения содержания гликогена и глюкозы. Роль гормонов надпочечников в этих эффектах. Постлучевые изменения интенсивности	0,5						

3.5	гликолиза, пентозофосфатного цикла, цикла Кребса Энергетический обмен в облученном организме. Дыхательная цепь и обмен макроэргических фосфатов после облучения. Изменения процессов окислительного фосфорилирования в митохондриях, ядрах. Изменения содержания макроэргических фосфатов в тканях	0,5						
3.6	Состояние эндокринной системы в облученном организме. Гормоны и их обмен после облучения. Роль специфического и неспецифического компонентов в опосредовании действия радиации	0,5						
<b>4</b>	<b>Биохимические аспекты действия малых доз и мощностей ионизирующей радиации</b>	<b>2</b>						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. *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.
2. *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.
3. *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.
4. *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.

### Перечень дополнительной литературы

1. *Кузин А.М.* Радиационная биохимия/ А.М.Кузин; – М.: Атомиздат, 1962.
2. *Романцев Е.Ф. и др.* Ранние радиационно-биохимические изменения/ Е.Ф.Романцев и др.; – М.: Атомиздат, 1966.
3. *Свердлов А.Г.* Опосредованное действие ионизирующего излучения/ А.Г.Свердлов; - М.: Атомиздат, 1963.
4. *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.
5. *Эйдус Л.Х.* Неспецифическая реакция клеток и радиочувствительность/ Л.Х. Эйдус; – М.: Атомиздат, 1977.
6. *Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д.* Лучевая болезнь человека/ А.К. Гуськова, Г.Д. Байсоголов; – М.: Медицина, 1970.
7. *Романцев Е.Ф. и др.* Биохимические основы действия радиопротекторов/ Е.Ф. Романцев и др.; – М.: Атомиздат, 1980.
8. *Кузин А.М.* Идеи радиационного гормезиса в атомном веке/ А.М. Кузин; – М.: Наука, 1995.
9. *Спитковский Д.Н.* Концепция действия малых доз/ Д.Н. Спитковский// Радиобиология, т. 32, вып. 3, 1992, с. 382 – 400.
10. *Филиппович И.В.* Феномен адаптивного ответа клеток в радиобиологии/ И.В. Филиппович//Радиобиология, т. 31, вып. 3, 1991, с. 803 .
11. *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.
12. *Королев В.Г.* Молекулярные механизмы репарации двунитевых разрывов ДНК у эукариот/ В.Г. Королев// Радиационная биология, радиоэкология, т.47, №4, 2007, с.389-401.

13. *Василенко И.Я.* Малые дозы ионизирующей радиации.// Медицинская радиобиология. № 1, с. 48-51, 1991.
14. 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. Филлюшкина И.В. – М.: Энергоатомиздат, 1992.

### **Перечень используемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы радиационной биохимии» учебным планом предусмотрен зачет.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на практических занятиях – 40 %;
- написание контрольной работы – 30 %;
- подготовка реферата – 30 %;

### **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов**

**Раздел 3. Состояние и обмен важнейших биомолекул и систем в облученном организме.**

1. Предполагаемые молекулярные механизмы переключения клетки в новый режим функционирования (в соответствии с концепцией С.А. Гераськина).

2. Понятие «радиочувствительность» и корректность расчета «биологического риска» малых доз облучения с учетом явления «радиационного гормезиса».

3. Особенности ответной реакции клетки на воздействие малых доз ионизирующего излучения (концепция С.А. Гераськина).

4. Предполагаемые основные механизмы стимуляционных эффектов при действии «ультра малых» и «малых» доз и ионизирующего излучения.

Форма контроля – письменная контрольная работа.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используются:

**практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;

- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;

- ориентацию на генерирование идей и реализацию индивидуальных и групповых студенческих проектов;

**метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

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

### **Примерная тематика практических занятий**

#### **Практическая 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 (6 часов).

### **Темы реферативных работ**

1. Стимуляционные эффекты при действии ионизирующей радиации.
1. Химическая защита от лучевого поражения.
3. Механизмы инициации репарации ДНК при действии радиации на клетку.
4. Повреждения ДНК в клетках под действием ионизирующей радиации.
5. Влияние ионизирующих излучений на иммунную систему.
6. Стимуляция роста и развития растений при облучении семян.
7. Биохимические аспекты действия низкоинтенсивного лазерного излучения.

8. Рак и ионизирующее излучение.
9. Ультрафиолетовое излучение – фактор риска для человека.
10. Эффект возрастной стабилизации генома при действии малых доз ионизирующих излучений.
11. Влияние радиации на деление клеток.
12. Радиопротекторы. Пути поиска новых радиозащитных веществ.
13. Немишенные эффекты низкодозовых воздействий.
14. Эффект свидетеля в стволовых клетках человека после облучения.
15. Антиоксидантная активность в плазме крови млекопитающих при воздействии радиации.
16. Молекулярные механизмы репарации двунитевых разрывов ДНК.
17. Генетические исследования малых доз ионизирующей радиации на продолжительность жизни.
18. Адаптивный ответ – общебиологическая закономерность.
19. Дыхательная цепь и обмен макрожгических фосфатов после облучения.
20. Обмен углеводов после облучения.
21. Радиационно-биохимические исследования гликолиза.
22. Действие ионизирующей радиации на белки аминокислоты.
23. Липиды и их обмен после облучения.
24. Радиационно-биохимические изменения Цикла Кребса и пентозофосфатного пути.
25. Биосинтез белка после облучения.
26. Синтез ДНК и РНК в облученном организме.
27. Гормоны и их обмен после облучения.
28. Влияние ионизирующей радиации на минеральный обмен.

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Предмет и задачи радиационной биохимии, ее место в кругу дисциплин, изучающих действие ионизирующей радиации.
2. Роль биохимических показателей в характеристике биологических эффектов радиации в зависимости от дозы, времени после облучения, органной и тканевой специфичности и др.
3. Основные понятия радиационной биохимии. Лучевая болезнь. Степень развития лучевой болезни.
4. Зависимость от условий и дозы однократного облучения.
5. Актуальные проблемы радиобиологии и радиационной биохимии под углом зрения последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Проблема малых доз ионизирующей радиации.
6. Идея «гормезиса» в радиобиологии и радиационной биохимии.
7. Значимость мощности естественного радиационного фона (ЕРФ) в сохранении уровня роста и развития организмов, средней продолжительности жизни.



8. Распространенность стимуляционных эффектов (СЭ) среди биологических объектов, возможные механизмы реализации СЭ, связь с уровнем дозы.

9. Малые дозы и система иммунитета.

10. Определение относительной доли радиационных генетических повреждений, вызванных естественным радиационным фоном.

11. Различия в подходах к количественной оценке риска радиационного канцерогенеза и наследственных последствий при малых дозах радиации.

12. «Сверхмалые» и «малые» дозы. Трудности в определении понятия «малая доза».

13. Радиочувствительность и радиопоражаемость с учетом явления гормезиса, различия в биохимических механизмах их реализации. Причины вариабельности радиочувствительности живых организмов.

14. Современные аспекты проблемы радиационного канцерогенеза с позиций радиационной биохимии. Проблемы оценки и прогнозирования состояния здоровья потомства в свете Чернобыльской катастрофы.

15. Проблема особенностей внутреннего облучения при хроническом поступлении радионуклидов в организм, а также в сочетании с действием химических факторов загрязнения среды проживания.

16. Изменения в нуклеиновых кислотах и в их обмене, наступающие после облучения. Связь между изменениями в ДНК и биологическим эффектом.

17. Процессы репарации повреждений ДНК. Распад нуклеиновых кислот. Изменения в обмене нуклеотидов.

18. Изменения в обмене ДНК и РНК. Генетические последствия облучения млекопитающих. Радиационно-индуцируемая нестабильность генома.

19. Обмен белков и аминокислот после облучения. Изменения белков при облучении *in vitro*.

20. Биохимия белка после облучения. Распад белков.

21. Обмен углеводов после облучения. Изменения содержания гликогена, глюкозы.

22. Роль гормонов надпочечников в пострadiационных изменениях обмена углеводов.

23. Изменения интенсивности гликолиза, пентозофосфатного цикла, цикла Кребса в облученном организме.

24. Дыхательная цепь и обмен макроэргических фосфатов после облучения.

25. Изменения дыхания клеток и изолированных митохондрий, изменения окислительного фосфорилирования в митохондриях, ядрах.

26. Содержание макроэргических фосфатов в тканях облученного организма.

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



28. Особенности радиационных изменений в отдельных системах, органах и тканях.

29. Биохимия малых доз ионизирующей радиации.

30. Роль специфического и неспецифического компонентов в опосредовании действия ионизирующей радиации на организм в относительно малых дозах.

31. 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).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной 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)
Биофизика	Биохимии	Вносить изменения не требуется	Утвердить согласование протокол № 17 от 20 мая 2020 г.
Медицинская биохимия	Биохимии	Вносить изменения не требуется	Утвердить согласование протокол № 17 от 20 мая 2020 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой  
к.б.н., доцент \_\_\_\_\_ И.В.Семак \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
д.б.н. \_\_\_\_\_ В.В. Демидчик \_\_\_\_\_