**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ**

**Факультет биологии и биотехнологии**

**Образовательная программа по специальности «6D060703-Биофизика и биомедицина»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Утверждено  на заседании Ученого совета факультета  биологии и биотехнологии  Протокол №\_\_\_\_от « \_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 г.  **Декан факультета \_\_\_\_\_\_\_Шалахметова Т.М.** |

**СИЛЛАБУС**

**по базовому обязательному модулю 3** ( кредита)

**включает дисциплину**

**BRP6210 - «Радиационная биофизика»** (1 кредит)

1 курс PhD докторантура, р/о, весенний семестр

**Сведения о преподавателе, ведущего дисциплину модуля:**

**По дисциплине «Радиационная биофизика»**

**Шаповалов Юрий Александрович, д.т.н., профессор кафедры биофизики и биомедицины**

Телефоны: раб. 377–36–06

e-mail: [yu.shapovalov@mail.ru](mailto:yu.shapovalov@mail.ru)

каб.:433, 205 ГУК №6

**ПАСПОРТ модуля:**

**Цель:**

Изучить молекулярные механизмы биологического действия ионизирующих и неионизирующих излучений, установить последовательность явлений, начиная от поглощения энергии радиации отдельными молекулами до сложных биологических нарушений в клетке и организме.

**Задачи**:

- дать необходимый объем знаний в области радиационной биофизики, предназначенный для осуществления анализа и прогноза последствий радиационного облучения;

- ознакомить с механизмами действия ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты;

- изучить имеющиеся антиоксидантные защитные системы в организме животных и человека, а также влияние препаратов на устойчивость организма к экстремальным воздействиям;

- сформировать представления о возможностях применения полученных знаний биофизики регуляторных процессов в профессиональной деятельности, что является неотъемным этапом развития профессиональных навыков и компетенций обучающихся в соответствии с требованиями образовательной программы по специальности «6Д060703-Биофизика и биомедицина».

**Результаты обучения** **по модулю.**

***Общие компетенции:***

**инструментальные:** Способность к анализу и синтезу полученных знаний по пройденной дисциплине «Радиационная биофизика». Способность самостоятельно извлекать и анализировать информацию из литературных, базово-информационных, электронных источников. Способность к организации и планированию своего учебного процесса и решению проблем, связанных с ним;

**межличностные:** Способность работать в группе, с выражением своего личного мнения и отношения к предмету и сокурсникам, с критическим осмыслением роли других и себя в команде, способность к самокритике;

**системные:** Способность применять полученные знания на практике, проявлять инициативу, генерировать новые идеи и нести ответственность за предложенные проекты, управлять ими и доводить их до успешного результата.

***Предметные компетенции:***

Полностью овладеть предметным материалом по пройденной дисциплине «Радиационная биофизика» на продвинутом уровне с овладением новых знаний и представлением своего уровня овладения и осмысливания нового материала на семинарских занятиях, рубежных контролях и т.д.

**Структура курса:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Недели | Название темы/Название практического занятия | Часы | Баллы |
| 1 | **Лекция (Л).** Предмет радиационной биофизики. Особенности и специфичность, связь с другими областями знаний. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Фундаментальные задачи радиобиологии.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Современные направления радиобиологии. | 2 | 25 |
| 2 | **Л.** Источники ионизирующих излучений. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Естественная и искусственная радиоактивность.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Бомбардировка корпускулярными частицами. | 2 | 25 |
| 3 | **Л.** Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений:  - непосредственно и косвенно ионизирующие частицы;  - взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Рентгеновское гамма-излучение (общая характеристика излучений, фотоэффект, комптоновский эффект, эффект образования пар).  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Нейтронное излучение (упругое и неупругое рассеяние, радиационный захват нейтронов ядром), поглощение энергии ускоренных заряженных частиц. | 2 | 25 |
| 4 | **Л.** Единицы дозы излучения и радиоактивности. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Экспозиционная доза, определение рентгена, мощность дозы, линейные потери энергии (ЛПЭ), единицы радиоактивности. гаммапостоянная:   * поглощенная доза, определение рад., грэй, керма; * эквивалентная доза, определение зиверта;   - коллективная доза.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучения, единица измерения - биологический эквивалент рентгена (бэр). | 2 | 25 |
| 5 | **Л**. Основные сведения по дозиметрии. | 2 | 40 |
| **Темы СРС.** Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы излучения.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 30 |
| **Практ.** Методы дозиметрии, ионизирующих излучений:  - метод ионизационной камеры;  - калориметрический метод;   * сцинтилляционный метод; * химические методы;   - дозиметрия электронов, альфа-частиц, нейтронов. | 2 | 30 |
| 6 | **Л.** Кривые «доза-эффект», их анализ. Гипотеза «точечного нагрева» Дессауэра. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Принцип попадания и концепция мишени. Физический принцип теории «одноударного» процесса.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Особенности «многоударного» механизма инактивации. Ограничения применения теории попадания в концепции мишени. | 2 | 25 |
| 7 | **Л.** Инактивация макромолекул прямым действием ионизирующего излучения. | 2 | 40 |
| **Темы СРС.** Прямое действие излучения на ферменты, нуклеиновые кислоты, рибосомы. Три стадии прямого действия излучения, судьба электронов, испущенных молекулой.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 30 |
| **Практ.** Миграция энергии излучения в биологических структурах;  модифицирующие агенты при поражении макромолекул. | 2 | 30 |
| 8 | **Л.** Инактивация макромолекул в водных растворах. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Зависимость «доза – эффект» при облучении водных растворов. Радиационно-химический выход, радиационно-химические превращения молекул воды.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Реакции радикалов органических молекул, ведущие к образованию стабильных продуктов (димеризация и присоединение, диспропорционирование, реакция гидролиза, присоединение кислорода, перенос водорода) | 2 | 25 |
| 9 | **Л.** Непрямое действие ионизируюшего излучения. | 2 | 40 |
| **Темы СРС.** Реакции растворенных органических молекул с продуктами радиолиза воды (отрыв атома водорода, реакции диссоциации реакции присоединения).  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 30 |
| **Практ.** Характер инактивации макромолекул в водных растворах и тип структурного повреждения. | 2 | 30 |
| 10 | **Л.** Действие ионизирующего излучения на клетку. Реакция делящихся, неделящихся или медленно делящихся клеток на облучение. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** - количественные характеристики гибели клеток. Физико-химические процессы в облученной клетке, Модификация лучевого поражения клеток (репродуктивность гибель, интерфазная гибель).  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Восстановление клеток от лучевого поражения. | 2 | 25 |
| 11 | **Л.** Действие ионизирующей радиации на целостный организм. |  | 40 |
| **Темы СРС.** Сравнительная клеточная и видовая радиочувствительность (зависимость от филогенеза, возраста, диеты, сезона и репарационной системы и т.д.).  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 30 |
| **Практ.** Действие излучения на млекопитающих, острая лучевая болезнь (фазы формирования острой лучевой болезни). |  | 30 |
| 12 | **Л.** Пострадиационное восстановление у млекопитающих, хроническая лучевая болезнь, действие малых доз ионизирующих излучений. | 2 | 50 |
| Темы СРС. Изменения в органах и тканях облученных животных. Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Изменения некоторых стабильных органов и тканей. | 2 | 25 |
| 13 | **Л.** Опосредованное действие ионизирующих излучений. | 2 | 40 |
| **Темы СРС.** Радиотоксины их природа и роль в лучевом поражении (схема Свердлова);  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 30 |
| **Практ.** Первичные и вторичные радиотоксины. Формирование лучевого токсического эффекта (схема Кудряшова). | 2 | 30 |
| 14 | **Л.** Перекисное окисление липидов как «пусковой» химический процесс опосредованного поражения. | 2 | 50 |
| **Темы СРС.** Усиление поражающего действия радиации радиомиметики.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 25 |
| **Практ.** Химическая защита организма от лучевого поражения, радиопротекторы, обратный кислородный эффект. | 2 | 25 |
| 15 | **Л.** Модификация радиочувствительности организма. | 2 | 40 |
| **Темы СРС.** Гипотеза «биохимического шока», сульфгидрильная гипотеза.  Формы представления результатов выполнения СРС: презентация. | 2 | 30 |
| **Практ.** Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности. | 2 | 30 |
| 16 | **Практ.** Контрольная работа | 4 | Экзамен |

**Контрольные вопросы к курсу «Радиационная биофизика»**

1. Основные антропогенные радиационные источники.

2. Радиационного воздействия АЭС на население.

3. Эффекты при радиационном воздействии на твердые тела.

4. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения на биологические объекты.

5. Реакция клеток на облучение.

6. Радиационное дефектообразование.

7. Относительная биологическая эффективность различных видов ионизирующих излучений.

8. Характеристики ионизирующих излучений.

9. Основные закономерности ионно-лучевого синтеза.

10. Медицинские приборы, использующие источники ионизирующего излучения.

11. Лучевая болезнь. Последствия облучения.

12. Лечебное применение ионизирующих излучений.

13. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.

14. Защита от ионизирующих излучений.

15. Радиоактивность, α - и β-распад, γ-излучение.

16. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине.

17. Детекторы ионизирующего излучения.

18. Использование рентгеновского излучения в медицине.

19. Применение ускорителей заряженных частиц в медицине.

20. Дискретный характер поглощения энергии ионизирующих излучений.

21. Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы излучения.

22. Мероприятия по охране здоровья населения в случае аварии на АЭС.

23. Космическое излучение. Состав КИ, защитные свойства магнитосферы и атмосферы Земли.

24. Антропогенные радионуклиды. Категории антропогенного радиационного фона.

25. Хранение и захоронение высокоактивных отходов.

26. Этапы ядерного топливного цикла и их радиационная опасность с точки зрения загрязнения окружающей среды.

27. Виды радиационного мониторинга.

28. Механизм биологического воздействия ионизирующих излучений.

29. Основные антропогенные составляющие радиационного фона в городе.

30. Космогенные радионуклиды. Первичные радионуклиды в земной коре и океане.

31. Радиоактивные отходы. Классификация. Обращение с радиоактивными отходами.

32. Виды облучения. Пути поступления радионуклидов в организм.

33. Требования к защите населения, проживающего в районе АЭС. Газовые и аэрозольные радиоактивные выбросы АЭС.

34. Формирование дозы космического излучения вблизи поверхности Земли. Широтная и высотная зависимости дозы излучения.

35. Радиочувствительность организмов. Последствия облучения организма.

36. Радон и его роль в облучении населения. Пути поступления радона в помещения.

37. Понятие ядерного топливного цикла. Открытый и закрытый циклы.

38. Ионизирующее излучение, его виды. Источники ионизирующего излучения.

39. Средняя годовая эффективная эквивалентная доза человека.

40. Электромагнитные поля в природе технике и жизни человека.

41. Излучения как инструмент исследования структуры и свойств молекул.

42. Биофизические механизмы действия ионизирующей радиации.

43. Химическая защита от лучевого поражения.

44. Биологическое значение малых доз радиации.

45. Использование различных видов излучения в медицине, технике и сельском хозяйстве.

46. Предмет радиобиологии Этапы развития. Краткая хронология событий в радиобиологии. Радиационная биофизика и радиационная биохимия. Достижения радиобиологии и их практическое значение.

47. Тяжелые заряженные частицы и их источники. Особенности взаимодействия с веществом. Использование источников тяжелых заряженных частиц в лучевой терапии.

48. Легкие заряженные частицы и их источники. Особенности взаимодействия с веществом. Принципы защиты. Использование источников легких заряженных частиц в ядерной медицине

49. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Типы радиоактивных превращений ядер. Понятие активности радионуклида.

50. Альфа-распад и изомерный переход (основные особенности, примеры радионуклидов).

51. Бета-превращения ядер (основные особенности, примеры радионуклидов).

52. Спонтанное деление тяжелых ядер и деление под действием нейтронов. Цепная реакция деления. Понятия критического объема и критической массы .

53. Основные дозиметрические величины и их взаимосвязь.

54. Ионизационный метод регистрации ионизирующих излучений (принцип метода, вольт-амперная характеристика газового разряда, ионизационные камеры и газовые счетчики).

55. Сцинтилляционный метод регистрации ионизирующих излучений (принцип метода, устройство сцинтилляционного детектора, сцинтилляторы и их свойства)

56. Принципы и особенности физической защиты от различных видов ионизирующих излучений.

57. Этапы становления радиобиологических эффектов.

58. Радиационное поражение структуры и функции ДНК.

59. Радиационное поражение структуры и функции клеточных мембран

60. Пострадиационное восстановление. Репарация поврежденных структур, типы репарации. Механизмы пострадиационного восстановления клеток

61. Радиочувствительность органов и тканей.

62. Радиационное поражение инкорпорированными радионуклидами. Методы ограничения поступления радионуклидов во внутреннюю среду организма.

63. Действие ионизирующей радиации на эмбрион и плод.

64. Отдаленные последствия облучения. Классификация, характеристика, механизмы формирования отдаленных эффектов.

65. Искусственные источники ионизирующих излучений

66. Ядерный реактор, принцип устройства и работы. Утилизация ядерных отходов.

67. Предельно допустимые дозы облучения. Научные принципы их регламентации.

68. Международная шкала ядерных событий. Медико-санитарные мероприятия, направленные на снижение последствий радиационных аварий.

69. Авария на ЧАЭС и ее медико-социальные последствия. Радионуклиды, выбрасываемые в окружающую среду при авариях на реакторах и их биологическое значение.

70. Методы радионуклидной диагностики.

71. Радионуклиды и радиофармпрепараты для радиодиагностики.

72. Клиническая радиобиология. Методы радиотерапии.

73. Радионуклиды и радиофармпрепараты для радиодиагностики.

74. Радиопротекторы. Классификация. Критерии защитного эффекта. Механизмы реализации защитного эффекта.

75. Радиобиологические принципы оптимизации лучевой терапии.

76. Неионизирующие излучения электромагнитного диапазона и их использование в медицинской практике.

**Темы рефератов**

1. Ионизирующие излучения. История открытия и изучения. Классификация и физические характеристики ионизирующих излучений. Использование ионизирующих излучений в ядерной медицине.

2. Нейтронное излучение и его источники. Особенности взаимодействия нейтронов с веществом. Принципы физической защиты. Использование нейтронного излучения в лучевой терапии.

3. Радиочувствительность. Критерии радиочувствительности. Относительная биологическая эффективность излучений и ее связь с линейной передачей энергии.

4. Радиационное поражение биологически важных молекул (белков, липидов, углеводов)

5. История развития радиационной генетики. Основные положения радиационной генетики. Молекулярные основы радиационного мутагенеза.

6. Классификация форм гибели клеток. Радиочувствительность клеток на разных стадиях клеточного цикла. Действие на клетки радиосенсибилизаторов и радиопротекторов.

7. Острая лучевая болезнь человека. Клинические формы и степени тяжести. Понятие критических систем (органов).

8. Радиоиндикаторные методы в биологических исследованиях. Характеристика часто применяемых радионуклидных «меток». Правила работы с радионуклидами.

**Ключевые понятия дисциплины в системе знаний и компетенций:**

**Список литературы:**

**Основная:**

1. Б.Н. Тарусов. Основы биофизики и биофизической химии. Учебное пособие. М.: «Высшая школа», 1960. 224 с.

2. Биофизика: Учебное пособие. Б.Н. Тарусов, В.Ф. Антонов, Б.В. Бурлакова и др. М.: «Высшая школа», 1968. 468 с.

3. Е.Н. Гончаренко, Ю.Б. Кудряшов. Химическая защита от лучевого поражения. Учебное пособие. М: Изд. Моск. ун-та, 1985. 249 с.

4. Ю.Б. Кудряшов, Б.С. Беренфельд. Основы радиационной биофизики. М: Изд. Моск. ун-та, 1988. 303 с.

5. Современные методы биофизических исследований. Под ред. А.Б. Рубина. М.: «Высшая школа», 1988. 360 с. Учебное пособие.

6. Г.Ю. Ризниченко, А.Б. Рубин. Математические модели биологических продукционных процессов. М: Изд. Моск. ун-та, 1993. 302 с.

7. А.Б. Рубин. Лекции по биофизике. Учебное пособие. М.: «ПРОГРЕСС-Традиция». 1998. 168 с.

8. Г.Ю. Ризниченко. Лекции по математическим моделям в биологии. Ч. I. Описание процессов в живых системах во времени. Учебное пособие. М-Ижевск.: Научно-издат. центр «Регуляция и хаотическая динамика», 2002. 232 с.

9. В.В. Ревин, Г.В. Максимов, О.Р. Кольс. Биофизика. Учебник. Саранск, 2002. 156 с.

10. А.Б. Рубин Биофизика. В 2 т. Изд. 3-е. Учебник. М.: Изд. Моск. ун-та; «Наука». Т. I. Теоретическая биофизика. 2004. 448 с. Т. 2. Биофизика клеточных процессов. 2004. 469 с.

11. Ю.Б. Кудряшов. Радиационная биофизика (Ионизирующие излучения). М.: «Физматлит», 2004. 446 с.

**Дополнительная:**

1. Г.Ю. Ризниченко, А.Б. Рубин. Биофизическая динамика продукционных процессов. М-Ижевск.: «Институт компьютерных исследований», 2004. 464 с.

2. Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. Радиационная биофизика (Радиачастотное и микроволновое электромагнитное излучение). М.: «Физматлит», 2007. 250 с.

3. [Кудряшов Ю. Б.](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D1%83%D0%B4%D1%80%D1%8F%D1%88%D0%BE%D0%B2,_%D0%AE%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87&action=edit&redlink=1), Перов Ю. Ф. Рубин А. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. Учебник для ВУЗов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 184 с. — [ISBN 978-5-9221-0848-5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F:%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/9785922108485).

4. Кудряшов Ю. Б., Радиационная биофизика , М., 2004. 342 с.

5. Андрианов В. Т., Ахрем А. А., Писаревский А. М., Спитковский Д. М., Радиационная биофизика ДНП хроматина, 1976. 379 с.

**Критерии оценки знаний и компетенций, баллы в %**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Контрольные работы (2) | 10 | 60 |
| Посещение и активность на семинарских занятиях | 30 |
| Индивидуальные задания (СРС) (5 баллов х 4 задания) | 20 |
| Промежуточный контроль (экзамен) |  | 40 |
| Форма проведения рубежных контролей - устно и промежуточного экзамена - в письменном виде |  |  |

**«6Д060703-Биофизика и биомедицина»**

**Шкала оценки знаний:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оценка по буквенной системе** | **Цифровой эквивалент баллов** | **%-ное содержание** | **Оценка по традиционной системе** |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I  (Incomplete) | - | - | « Дисциплина не завершена»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P (Pass ) | - | 0-60  65-100 | «Зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP (No Рass) | - | 0-29  0-64 | «Не зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| W (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |

**При оценке работы PhD докторанта в течение семестра учитывается следующее:**

- посещаемость занятий;

- активное и продуктивное участие в практических занятиях;

- изучение основной и дополнительной литературы;

- выполнение СР PhD;

- своевременная сдача всех заданий.

**За несвоевременную сдачу трех заданий СР PhD докторанта выставляется оценка AW.**

**Политика академического поведения и этики:**

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СР PhD, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных заданий другими лицами, сдача экзамена за другого студента. PhD докторант, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F».

**Помощь:** за консультациями по выполнению СР PhD, их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

Рассмотрено на заседании кафедры. Протокол № от 20 г.

**Зав. кафедрой, профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Т.Тулеуханов**

**Лектор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.А.Шаповалов**