

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Ярославский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России**

**Рабочая программа дисциплины
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**

**Специальность 30.05.03 - МЕДИЦИНСКАЯ
КИБЕРНЕТИКА**

Форма обучения ОЧНАЯ

**Рабочая программа разработана
в соответствии с требованиями ФГОС ВО**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика и входит в состав Образовательной программы высшего образования – программы специалитета – по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Рабочая программа разработана на кафедре Биологии с генетикой

Заведующий кафедрой – Диунов А.Г., канд. мед. наук, доцент

Разработчики:

Тихомирова С.В. – доцент кафедры биологии с генетикой, канд. биол. наук, доцент.

Согласовано:

Декан
лечебного факультета
профессор



(подпись)


Филимонов В.И.

«15» июня 2023 года

Утверждено Советом по управлению образовательной деятельностью
«15» июня 2023 года, протокол № 6

Председатель Совета по
управлению образовательной
деятельностью, проректор по
образовательной деятельности
и цифровой трансформации,
доцент

«15» июня 2023 года



(подпись)

Смирнова А.В.

1. Вводная часть

1.1. Цель освоения дисциплины – сформировать у студентов знание молекулярных механизмов хранения, передачи и реализации наследственной информации, о структурно-функциональной организации генома и протеома. Детально рассмотреть вопросы структуры и функций нуклеиновых кислот, белков, Осветить молекулярные основы процессов репликации, транскрипции, трансляции, репарации, регуляции клеточного цикла, дифференцировки, развития, старения и программируемой смерти клеток. Познакомить студентов с принципами диагностики генетических заболеваний.

1.2. Задачи дисциплины:

- приобретение студентами современных знаний о строении нуклеиновых кислот, о строении и классификации генов в геноме;
- формирование современных представлений о механизмах реализации генетической информации у вирусов, фагов, про- и эукариот в ходе основных клеточных процессов – репликации, транскрипции, трансляции и регуляции этих процессов;
- приобретение студентами современных представлений о механизмах повреждения и репарации ДНК, проявлениях нестабильности генома при онкогенезе и других патологических состояниях;
- освоение способов и методов изучения генетического аппарата;
- формирование умений и навыков применения знаний об основах генетического анализа при решении генетических задач, планировании экспериментов при выполнении практических и лабораторных работ, а также при выполнении дипломных работ в области генетических проблем.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

Преподавание дисциплины направлено на формирование

Общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния *in vivo* и *in vitro* при проведении биомедицинских исследований.

ОПК-4. Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить

системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение.

ОПК-5. Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека.

Таблица 1.
Требования к результатам освоения дисциплины

№	Индекс и номер компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Виды контроля
1.	ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК1.ИД 1 – владеет алгоритмом основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов исследований при решении профессиональных задач. ОПК1.ИД 2 – способен применять естественнонаучные знания на междисциплинарном уровне в профессиональной деятельности	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация
2.	ОПК-2	Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований	ОПК2.ИД 2 – обладает системными теоретическими (фундаментальными) знаниями физиологических основ функционирования различных органов и систем человека	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация
	ОПК-4	Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение	ОПК 4.ИД 1 – формулирует цели и задачи, умеет составлять дизайн научного исследования	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация

	ОПК-5	Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека	<p>ОПК 5.ИД 1 – информирован об основных закономерностях развития и жизнедеятельности организма на основе биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке, ткани, органе человека.</p> <p>ОПК 5.ИД 2 – использует лабораторное оборудование и измерительные приборы для проведения биохимических исследований и диагностики биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека</p> <p>ОПК 5.ИД 3 – интерпретирует выявленные особенности биохимических и физиологических процессов, происходящих в клетке человека.</p>	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация
--	-------	--	--	--

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые в ходе изучения дисциплин:

1. Биология

Знания: о механизмах регуляции репликации, транскрипции, процессинга, трансляции у прокариот и эукариот.

Умения: использовать молекулярно-биологическую и генетическую терминологию, объяснять суть генетических процессов и их механизмы.

Навыки: решать генетические задачи.

2. Биологическая химия

Знания: о структуре, свойствах и функциях нуклеиновых кислот. Изучение путей метаболизма нуклеиновых кислот.

Умения: выделять ДНК и РНК из биологического материала. Определять содержание нуклеиновых кислот.

Навыки: по практическому применению рассматриваемых в курсе вопросов в генетической, белковой и клеточной инженерии, с использованием в биомедицинских исследованиях и в биотехнологических производствах.

Биофизика

Знания: о пространственной организации биополимеров, различные состояния биополимеров. Типы объемных взаимодействий в макромолекулах.

Умения: применять освоенные биофизические методы изучения живых систем на практике.

Навыки: владеть методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований.

3. Общая и медицинская генетика

Знания: законы генетики и ее значение для медицины. Закономерности наследственности и изменчивости. Классификация наследственных заболеваний.

Умения: объяснить характер мутаций и их последствия. Выбирать методы диагностики, для конкретных мутаций.

Навыки: решать ситуационные задачи.

Знания, умения и навыки, формируемые в ходе освоения данной дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин образовательной программы:

- цикла математических, естественнонаучных дисциплин (биотехнологии);
- цикла профессиональных дисциплин (лабораторной генетики, лабораторной диагностики.).

3. Объем дисциплины

3.1 Общий объем дисциплины

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единиц (216 академ.часов), в том числе:

- промежуточная аттестация в форме экзамена – 36 академ.часов;
- контактная работа обучающихся с преподавателем – 120 академ.часов;
- самостоятельная работа обучающихся – 60 академ.часов;

3.2 Распределение часов по семестрам

Таблица 2.

Распределение часов контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся по семестрам

Вид учебной работы	Всего академ. часов	Распределение часов по семестрам
		Сем.9
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная), всего	120	120
в том числе:	х	х
Занятия лекционного типа (лекции)	36	36
Занятия семинарского типа, в т.ч.	84	84
Семинары	40	40
Практические занятия, клинические практические занятия	34	34
Лабораторные работы, практикумы	10	10
2. Самостоятельная работа обучающихся, всего	60	60

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)	Индекс и номер формируемых компетенций
1.	Теоретические основы молекулярной биологии. Кодирование и декодирование.	<p>Молекулярная биология как наука. Краткая история развития молекулярной биологии.</p> <p>Предмет изучения и основные методы данной науки. Центральная догма молекулярной биологии. Химическое строение ДНК. Пространственное строение ДНК, формы и их биологическая роль. Химические свойства ДНК. Эндо- и экзонуклеазы.</p> <p>Химическое строение и функции белков, структуры белков.</p> <p>Определение «гена», роль, строение. Экзоны и интроны. Семейства генов.</p> <p>Каскадный механизм реализации генетической информации. Позиционная информация. Понятие репликации и ее принципы. Ориджин, репликон, участок терминации. Инициация репликации в ориджине. Регуляция инициации.</p> <p>Особенности репликации митохондриальной ДНК.</p> <p>Кольцевой репликон бактерий. Двунправленная репликация. Терминация репликации у бактерий.</p> <p>Строение и роль теломерных участков. Теломераза. Теории старения. Активность теломеразы и онкопатология.</p> <p>Репарация ДНК. Виды репарации. Прямая репарация. Самокоррекция. Mis-match-репарация. Эксцизионная репарация. Рекомбинационная репарация. Механизмы восстановления непрерывности ДНК.</p> <p>Транскрипция. Общая схема. Промотор его строение и роль, стартовая точка, терминатор. Стадии транскрипции. Регуляция транскрипции. Ферменты. Факторы транскрипции.</p> <p>Посттранскрипционный процесс. Общая схема. Кэпирование и полиаденилирование. Сплайсинг. Виды сплайсинга. Альтернативный сплайсинг. Трансплайсинг. Редактирование.</p> <p>Биосинтез белка. Общая схема. Строение рибосомы. Стадии и механизмы трансляции. Ферменты, факторы.</p> <p>Фолдинг белка. Лиганды. Шапероны.</p> <p>Модификация белка с целью транспорта в клетке. Деградация белка.</p>	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-4 ОПК-5

2.	Геномы и генотипы. Прикладная и практическая молекулярная биология	<p>Структура генов про- и эукариот. Размеры молекул ДНК разных организмов. ДНК митохондрий Сателлитная ДНК и ее значение. Подвижные генетические элементы, их биологическая роль. Структура генома человека. Картирование генома человека. Построение генетических карт хромосом человека. Физическая карта. Методы, используемые для идентификации нужного гена. Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов. Клонирование генов. Банки нуклеотидных последовательностей ДНК человека. Упаковка ДНК в ядре. Особенности митохондриальной ДНК. Нуклеосомная организация эукариотических хромосом. Гистоны. Основные характеристики модифицирующих реакций гистонов. Хромосомные территории. Комплексы ремоделирования хроматина. Молекулярные механизмы возникновения генных мутаций. Понятия «мутация», «мутон». Основные типы генных мутаций (мутации транскрипции, мутации трансляции). Понятие «генетический полиморфизм»</p> <p>Номенклатура генных мутаций. Механизмы и причины изменения структуры и количества хромосом. Понятие кариотип. Сбалансированные и несбалансированные хромосомные мутации, последствия для организма.</p> <p>Нестабильные хромосомные aberrации. Хромосомный полиморфизм. Система описания кариотипа, номенклатура хромосомных мутаций. Молекулярно-генетические методы диагностики – ПЦР. Методы выделения ДНК, принципы методов, оборудование. Принципы секвенирования. NGS – высокопроизводительное секвенирование. Изучение транскриптома: все типы РНК: кодирующие последовательности, малые некодирующие РНК, антисенс-транскрипция (антисмысловые РНК). Метод количественной ПЦР(QF-PCR) ДНК-чипы. Сравнительная геномная гибридизация. Сравнительная характеристика молекулярно-цитогенетических методов (FISH, QF-ПЦР, a-SGH). Возможности. Показания к применению в онкогенетике и пренатальной диагностике</p>	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-4 ОПК-5
----	--	--	----------------------------------

4.2. Тематический план лекций

№	Название тем лекций	Семестры
		№ 9
		часов
1.	Введение в молекулярную биологию. Нуклеиновые кислоты и белки: роль, строение, свойства. Гены, геномы.	2
2.	Репликация ДНК.	2
3.	Репликация ДНК (продолжение).	2
4.	Репарация ДНК.	2
5.	Репликативное укорочение хромосом. Теломеры, теломераза.	2
6.	Транскрипция.	2
7.	Транскрипция (продолжение).	2
8.	Прцессинг РНК.	2
9.	Трансляция . Фолдинг, транспорт и деградация белков.	2
10.	Организация генома эукариот	2
11.	Организация генома прокариот	2
12.	Введение в генную инженерию и биотехнологию	2
13.	Уровни организации хроматина	2
14.	Молекулярные основы генных мутаций	2
15.	Геномные и хромосомные мутации	2
16.	Выделение ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР), секвенирование ДНК. Значение для лабораторной диагностики.	2
17.	Молекулярно-цитогенетические методы диагностики	2
18.	Эпигенетика	2
ИТОГО часов:		36

4.3. Тематический план практических занятий

№	Название тем практических занятий	Семестры
		№ 9
		часов
1.	Введение в молекулярную биологию.	4
2.	Принципы кодирования и декодирования наследственной информации.	5
3.	Рубежный контроль по теме.	5
4.	Организация генома эукариот	5
5.	Организация генома прокариот	5
6.	Анализ хромосомных aberrаций системой Allium-test	5
7.	Геномные и хромосомные мутации. Кариотипирование	5
ИТОГО часов:		34

4.4. Тематический план семинаров

№	Название тем семинаров	Семестры
		№ 9
		часов
1.	Нуклеиновые кислоты и белки: роль, строение, свойства. Гены, генотипы.	5

2.	Репликация ДНК.	5
3.	Репарация ДНК.	5
4.	Репликативное укорочение хромосом. Теломеры, теломераза.	5
5.	Транскрипция.	5
6.	Посттранскрипционный процесс – процессинг РНК.	5
7.	Трансляция. Фолдинг, транспорт и деградация белков.	5
8.	Введение в генную инженерию и биотехнологию	5
	ИТОГО часов:	40

4.5. Тематический план лабораторных работ

№	Название лабораторных работ	Семестры
		№ 9
		часов
1.	Методы выделения ДНК	5
2.	ПЦР. Значение для лабораторной диагностики.	5
	ИТОГО часов:	10

4.6. Занятия, проводимые в интерактивных формах

№	Название тем занятий	Интерактивные формы проведения занятий
1.	Занятие №1. Введение в молекулярную биологию.	Интерактивная лекция беседа.
2.	Семинар №2. Репликация ДНК.	Просмотр и обсуждение видеороликов
3.	Семинар №3. Репарация ДНК.	Просмотр и обсуждение видеороликов
4.	Семинар №5. Транскрипция	Просмотр и обсуждение видеороликов
5.	Семинар №6. Посттранскрипционный процесс – процессинг РНК	Просмотр и обсуждение видеороликов
6.	Занятие №7. Геномные и хромосомные мутации. Кариотипирование	Ролевые игры (врач-пациент) Метод кейсов (обучение на реальных ситуациях)

4.7. План самостоятельной работы студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание самостоятельной работы
1.	Теоретические основы молекулярной биологии. Кодирование и декодирование.	1. Теоретическая подготовка к практическому занятию. 2. Темы для учебно-исследовательской работы обучающихся. 3. Решение задач по теме занятия.
2.	Геном и генотипы. Молекулярные основы изменчивости. Эпигенетика. Диагностические методы молекулярной биологии.	1. Теоретическая подготовка к практическому занятию. 2. Темы для учебно-исследовательской работы обучающихся. 3. Решение задач по теме занятия.

4.8. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС)

Примерная тематика НИРС:

1. История открытия ДНК
2. Химическое строение ДНК.
3. Ген и строение генов. Генетический код.
4. Методы молекулярной биологии и история открытия репликации
5. Ферменты репликации: гераза, лигаза. Биохимический механизм действия.
6. Ферменты репликации: ДНК-полимераза.
7. Комплексная работа ферментов.
8. Исследование Скулачева по антиоксидантам.
9. Самокоррекция и экцизионная репарация.
10. Посрепликативные механизмы репарации.
11. Двухцепочечные разрывы.
12. Система Global Net: независимая и связанная с ДНК-полимеразой.
13. Целевое редактирование генома. Система CRISP/CAS9/
14. Белок Tdp-1 и получение противораковых препаратов.
15. Регуляция транскрипции: корепрессор, репрессор, коиндуктор, индуктор.
16. Механизмы внешнего воздействия регуляции транскрипции с фосфорилированием белков, аденилатциклазы.
17. Определение пола у человека и у мухи-дрозофилы.
18. Трипаносома. Редактирование и кросс-сплайсинг у трипаносом. Ретро-сплайсинг.
19. Особенности процессинга гистонов и деградация мРНК.
20. Нерибосомный синтез белка (антибиотики, иммуномодуляторы).
Использование в медицине.
21. Варианты фолдинга белка. Роль шаперонов и шаперонидов.
Температурный шок.
22. Роль факторов элонгации и их работа (Eftu, IgG, цикл ГТФ).
23. Мобильные генетические элементы. Ретропозоны, транспозоны, мобильные последовательности.
24. Использование в диагностике заболеваний некодирующих различных повторов.
25. Определение родства разными методами (полиморфизм, гаплотипы).
26. Центральная α -саттелитная ДНК. Функции центромеры. Значение расположения центромер. Вторичная перетяжка.
27. Укладка бактериальной ДНК. Особенности укладки и особенности транскрипции.
28. Гены предрасположенности. Стратегия поиска генов предрасположенности.

29. Обзор методов анализа генетического полиморфизма
30. Варианты генной терапии.
31. ГМО-продукты. Плюсы и минусы.
32. Ремоделирование хроматина.
33. Стволовые клетки. 3D принтеры.

Формы НИРС:

1. Изучение дополнительной литературы с целью получения информации о достижениях современной биологии.
2. Участие в подготовке рефератов (докладов), выступления с докладами на практических занятиях и конференциях.

4.9. Курсовые работы

Не предусмотрены.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса по дисциплине включает:

- методические указания для обучающихся;
- методические рекомендации для преподавателей;

6. Библиотечно-информационное обеспечение

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная:

1. [Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л., Молекулярная биология, М., МИА, 2016, 660с](#)
2. **Клетки по Льюину = Lewin's Cells / ред.: Л. Кассимерис [и др.]; пер. И.В. Филиппович .— 3-е изд. (эл.) .— Москва : Лаборатория знаний, 2018 .— 1059 с. : ил. — Пер. 2-го англ. изд.; Деривативное эл. изд. на основе печ. аналога (М.: Лаборатория знаний, 2016); Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 1059 с.); Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10" .— ISBN 978-5-00101-587-1 .— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/642064> (дата обращения: 16.11.2021)**
3. **Основы молекулярной диагностики.** Метаболомика [Электронный ресурс] : учебник / Ершов Ю.А. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970437230.html>

Дополнительная:

1. **Хроматин: упакованный геном** [Электронный ресурс] / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. — 4-е изд. (эл.). — Электрон .текстовые дан. (1 файл pdf : 191 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. https://molpit.org/files/1257_Razin2015.pdf

2. **Биология. Кн. 4. Молекулярная биология развития** : учебник : в 8 кн. / под ред. Р. Р. Исламова. — Москва : ГЭОТАР—Медиа, 2022. — 184 с. — ISBN 978-5-9704-6756-5. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970467565.html> (дата обращения: 01.06.2022). — Режим доступа : по подписке.

3. Степанов, В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков : учебник / Степанов В. М. - 3-е изд. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2005. - 336 с. (Классический университетский учебник) - ISBN 5-211-04971-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049713.html> (дата обращения: 18.01.2023). - Режим доступа : по подписке.

4. Спирин, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / Спирин А. С. - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 594 с. - ISBN 978-5-00101-623-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016236.html> (дата обращения: 18.01.2023). - Режим доступа : по подписке.

5. Петухова, Е. В. Молекулярная биология с элементами генетики и микробиологии : учебное пособие / Е. В. Петухова, З. А. Канарская, А. Ю. Крыницкая. - Казань : КНИТУ, 2019. - 96 с. - ISBN 978-5-7882-2690-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788226903.html> (дата обращения: 18.01.2023). - Режим доступа : по подписке.

6. Батян, А. Н. Молекулярная и клеточная радиационная биология : учебное пособие / А. Н. Батян и др. - Минск : Вышэйшая школа, 2021. - 238 с. - ISBN 978-985-06-3312-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850633125.html> (дата обращения: 18.01.2023). - Режим доступа : по подписке.

6.2. Перечень информационных технологий

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>
2. База данных «Электронная коллекция учебных и учебно-методических материалов ЯГМУ» http://lib.yma.ac.ru/buki_web/bk_cat_find.php
3. База электронных периодических изданий ИВИС «Медицина и здравоохранение в России» (EastView) <https://dlib.eastview.com/>
4. База электронных периодических изданий E Library «Медицина и здравоохранение в России» <https://www.elibrary.ru/>

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. База знаний по биологии человека. <http://humbio.ru/>