


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физического факультета
 С.Н. Филимонов
« 01 » 05 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Молекулярные основы здоровья и патологии

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки
«Физические методы и информационные технологии в биомедицине»

Форма обучения

Очная

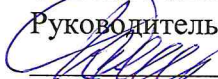
Квалификация

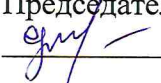
Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.03

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
 В.П. Демкин

Председатель УМК
 О.М. Сюсина

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-1 – способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- УК-2 – способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- УК-4 – способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (ых) языке (ах), для академического и профессионального взаимодействия.
- ПК-4 – способен демонстрировать знание фундаментальных и практических методов оценки состояния биосистем и их применение в биомедицинской диагностике.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИУК-1.1. Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику.
- ИУК-1.2. Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации
- ИУК-1.3. Предлагает и обосновывает стратегию действий с учетом ограничений, рисков и возможных последствий.
- ИУК-2.1. Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость.
- ИУК-2.2. Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.
- ИУК-2.3. Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами.
- ИУК-4.1. Обосновывает выбор актуальных коммуникативных технологий (информационные технологии, модерирование, медиация и др.) для обеспечения академического и профессионального взаимодействия.
- ИУК-4.2. Применяет современные средства коммуникации для повышения эффективности академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном (ых) языке (ах).
- ИУК-4.3. Оценивает эффективность применения современных коммуникативных технологий в академическом и профессиональном взаимодействиях.

2. Задачи освоения дисциплины

- Знакомство с современными взглядами на структуру, функции и регуляцию экспрессии генов, рассмотрение мутационного процесса.
- Понимание строения и функционирования иммунной системы, развития моногенных и мультифакториальных заболеваний,
- Изучение молекулярных механизмов роста опухолей и принципы их таргетированной терапии;
- Знакомство с экспериментальными и практическими данными в молекулярной биологии: биохимические, клинические и эпидемиологические аспекты и факторы генных болезней;
- Выполнение задач для самостоятельной подготовки к семинарам и лекциям.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

Дисциплина формирует у магистрантов представления о молекулярных механизмах здоровья и патологии.

Полученные в рамках дисциплины компетенции необходимы для эффективной организации научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 2, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Специальные компетенции для освоения дисциплины не предусмотрены.

6. Язык реализации

Английский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 6 ч.;
- семинарские занятия: 12 ч.;
- практические занятия (проект): 6 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Молекулярная медицина – основные понятия, методы и технологии.

Этапы развития молекулярной медицины. Фундаментальные направления биологических исследований, молекулярные основы патогенеза болезней, способы выявления молекулярных дефектов.

Тема 2. Основы матричного биосинтеза, регуляция экспрессии генов.

Структура ДНК и РНК. Репликация. Транскрипция. Трансляция. Генетический код. Кодон. Строение и функция рибосом. Особенности и уровни регуляции генов, механизмы и болезни геномного импринтинга.

Тема 3. Молекулярные и экспериментальные методы.

Основные принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР). Анализ продуктов ПЦР с помощью электрофореза, секвенирование ДНК, белковый иммуноблот, молекулярное клонирование, ДНК-микрочипирование, *in vitro* мутагенез, использование рестрикционных эндонуклеаз и ДНК-лигаз.

Тема 4. Иммунная система, иммунологические и экспериментальные методы.

Строение иммунной системы. Врожденный и адаптивный иммунитет. Антигены, цитокины. Аллергические реакции. Клеточный и гуморальный иммунный ответ.

Тема 5. Моногенные и мультифакториальные заболевания.

Мутации генов. Нарушение структуры и синтеза белка.

Молекулярные механизмы развития атеросклероза, сахарного диабета 2 типа, болезни Альцгеймера.

Тема 6. Молекулярные механизмы опухолевого роста. Биомаркеры и другие методы диагностики ранней стадии опухолевого процесса.

Опухолевый процесс. Автономный тип роста опухолевых клеток. Пролиферация и апоптоз клеток. Способность к инвазии и метастазированию. Геномная нестабильность, генетические нарушения в опухолях, онкогены и антионкогены. Молекулярные нарушения при развитии опухолей. Экспериментальные и клинические аспекты молекулярной онкологии.

Тема 7. Важные свойства молекулярной, таргетированной терапии, клинические применения и экспериментальные исследования.

РНК-интерференция. Малые интерферирующие РНК, микроРНК, белковый комплекс RISC, сайленсинг. Современные подходы к генотерапии онкологических и сердечно-сосудистых, инфекционных заболеваний, поражений ЦНС.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки сообщений в устной форме во время проведения семинарских занятий, оценки итогового проекта. Большой балльный вес имеет выполнение итогового проекта, результаты которого представляются на обсуждение перед аудиторией.

Подготовка к семинарам предполагает самостоятельную работу студентов по поиску, анализу, обработке информации, подготовке сообщения по теме семинара.

Балльная оценка текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине составляет максимум **60 баллов**.

Таблица 9.1

№ п/п	Вид контроля	Количество	Количество баллов за 1 ед. контроля	Сумма
1.	Посещение лекций	3	1	3
2.	Работа на семинарских занятиях	6	8	48
3.	Выполнение проекта	1	9	9
	ИТОГО			60

Основным критерием балльной оценки текущего контроля успеваемости является **оценка качества выполнения проектного задания** (содержание ответа, полнота ответа, владение профессиональным языком).

Индикаторы балльной оценки проекта:

– 8-9 баллов – ответ не содержит ошибочных элементов и утверждений, максимально полно раскрывает задачи проекта, подтверждает его актуальность, составлен профессиональным языком, содержит описание методов, хода работы, выводы;

– 6-7 баллов – в ответе допущены непринципиальные неточности, упущения, составлен профессиональным языком, содержит описание методов, хода работы, выводы;

– 3-5 баллов – ответ содержит ошибки, упущения, содержание ответов не полное; составлен профессиональным языком, содержит описание методов, хода работы, в выводах допущены неточности;

– 0-2 баллов – ответ содержит многочисленные ошибки, упущения, содержание ответов не полное; выводы отсутствуют.

Индикаторы балльной оценки семинарского занятия:

– 7-8 баллов – ответ имеет четкую, логическую последовательность, полностью раскрывает суть каждого вопроса, содержит выводы, грамотные ответы на вопросы участников семинара;

– 5-6 баллов – ответ имеет четкую, логическую последовательность, содержит упущения, отсутствует доказательность выводов, допущены неточности в ответах на вопросы участников семинара;

– 3-4 балла – отсутствует четкость, логическая последовательность мысли, в содержании ответов допущены неточности, отсутствует доказательность выводов, допущены неточности в ответах на вопросы участников семинара;

– 0-2 балла – содержание ответов не имеет отношения к поставленному вопросу; ответы на вопросы участников семинара содержат ошибки.

Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен во втором семестре проводится в устной форме по билетам. Каждый экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Основные этапы в истории изучения нуклеиновых кислот. В каких экспериментах была доказана роль ДНК в хранении и передаче наследственной информации? Компактизация ДНК и структура хроматина.

2. Строение нуклеотидов; какие химические связи формируют и стабилизируют молекулы нуклеиновых кислот. Сформулируйте правила Чаргаффа. Опишите модель ДНК, предложенную Уотсоном и Криком. Какие существуют формы спирали ДНК?

3. Опишите три модели репликации ДНК? Каким способом происходит удвоение ДНК в живой клетке? Опишите эксперименты Мезельсона и Сталя по доказательству полуконсервативного способа репликации ДНК.

4. Дайте общую характеристику процесса репликации ДНК. Каковы основные различия в репликации ДНК у про- и эукариот? Перечислите ферменты репликации ДНК и их функции.

5. Изобразите схематично отдельные этапы репликации ДНК: инициация, элонгация, терминация. Определите термины: репликативная вилка, репликативный глазок, репликон, точка *ori*, праймеры, отстающая цепь, лидирующая цепь, фрагменты Оказаки.

6. Определите термины «экспрессия генов», понятия «ген» и «оперон». Каковы различия экспрессии генов у про- и эукариот? Сформулируйте центральную догму молекулярной биологии. Какие существуют специальные способы передачи генетической информации в клетке?

7. Перечислите виды РНК и их функции. Определите термины: транскрипция, единица транскрипции, цистрон. Опишите строение РНК-полимеразы.

8. Охарактеризуйте стадии транскрипции: инициация (связывание РНК-полимеразы с промотором), элонгация (матричная и кодирующая цепи ДНК), терминация транскрипции (ро-зависимая и ро-независимая).

9. Определите термин процессинг РНК? Перечислите и охарактеризуйте варианты модификации первичного транскрипта. Опишите строение и функции сплайсосомы.

10. Сформулируйте гипотезу оперона Ф.Жакоба и Ж.Моно. Опишите общую схему строения и функционирования бактериального оперона.

11. Что означают термины «негативный и позитивный контроль генетической активности»? Опишите строение и принцип функционирования лактозного оперона кишечной палочки.

12. Опишите регуляцию экспрессии генов на примере арабинозного и триптофанового оперонов кишечной палочки.

13. Перечислите особенности регуляции экспрессии генов у эукариот. Перечислите и охарактеризуйте (с примерами) механизмы регуляции экспрессии генов у эукариот на уровне транскрипции.

14. Что такое геномный импринтинг? Каковы его механизмы? Приведите примеры болезней геномного импринтинга.
15. Перечислите и охарактеризуйте свойства генетического кода.
16. Охарактеризуйте адаптерную теорию трансляции. Какие молекулы являются адаптерами в процессе трансляции? Опишите строение и функции транспортной РНК (тРНК). Опишите строение и функции аминоксил-тРНК-синтетазы (АРС-азы).
17. Опишите строение и функции рибосом у прокариот и эукариот. Какие функциональные центры рибосом существуют? Что такое полирибосомы и их функции? Роль рибосомальной РНК (рРНК).
18. Охарактеризуйте и изобразите схематично этапы трансляции. Строение и функции белковых молекул. Пептидная связь, уровни пространственной организации белковых молекул.
19. Какие варианты посттрансляционной модификации белков существуют? Перечислите функции белков-шаперонов; приведите примеры болезней, связанных с аномалиями фолдинга.
20. Типы мутаций. Нарушение структуры и синтеза белка.
21. Этапы и применение белкового (Вестерн) иммуоблотинга.
22. Основы молекулярного клонирования и его применение.
23. Этапы и применение ДНК-микрочипирования.
24. Основные принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР). Компоненты и этапы ПЦР. Применение метода ПЦР.
25. Методы секвенирования: секвенирование ДНК по Максаму и Гилберту (метод химической дегградации); секвенирование ДНК по Сэнгеру, современные методы секвенирования.
26. Анализ экспрессии генов: *in vitro* мутагенез
27. Применение ферментов: ДНК-лигаз и рестрикторных эндонуклеаз
28. Роль иммунной системы (врожденная и адаптивная) в предотвращении болезней: строение, функции.
29. Атеросклероз: молекулярные механизмы развития нарушений.
30. Сахарный диабет 2 типа: молекулярные механизмы развития нарушений.
31. Болезнь Альцгеймера: молекулярные механизмы развития нарушений.
32. Молекулярные механизмы развития опухолевого процесса. Автономный тип роста опухолевых клеток, генетические нарушения в опухолях. Способность к инвазии и метастазированию. Геномная нестабильность.
33. РНК-интерференция: компоненты, механизм действия, применение при диагностике и лечении различных заболеваний.

К экзамену допускаются только те студенты, кто удовлетворительно выполнили все практические задания.

Бальная оценка промежуточной аттестации (в форме устного экзамена) составляет максимум **40 баллов**.

Индикаторы балльной оценки ответа на экзамене:

– 33-40 баллов – ответы на вопросы билета не содержат ошибочных элементов и утверждений, ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержательны и убедительны;

– 22-32 баллов – в ответах на вопросы билета допущены принципиальные ошибки и неточности, ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержат упущения;

– 11-21 баллов – в ответах на вопросы билета допущены несколько принципиальных ошибок, ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержат упущения;

– 0-10 баллов – ответы на вопросы билета имеют многочисленные ошибки, упущения или содержание ответов не имеет отношения к поставленному вопросу; ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержат ошибки.

Баллы, полученные на экзамене, суммируются с баллами, полученными по итогам текущего контроля. На основе итогового количества баллов выставляется оценка.

Соответствие 100-балльной шкалы оценок 4-альтернативной шкале оценок:

- 0-32 баллов – «неудовлетворительно»,
- 32-55 баллов – «удовлетворительно»,
- 55-78 баллов – «хорошо»,
- 78-100 баллов – «отлично».

В общем количестве баллов не учтены баллы за посещение лекций.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=3642>

б) оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;

в) примерные темы семинарских занятий:

1. Введение в молекулярную медицину: предмет, история развития, задачи и методы.

2. Строение нуклеиновых кислот. Роль ДНК в хранении и передаче генетической информации. Процесс репликации ДНК.

3. Транскрипция. Процессинг РНК. Регуляция активности генов.

4. Генетический код. Трансляция.

5. Современные молекулярные и экспериментальные методы исследований.

6. Врожденная и адаптивная иммунные системы. Роль иммунной системы в предотвращении болезней, прогрессировании и развитии заболеваний.

7. Молекулярная основа и патофизиология моногенных и мультифакториальных заболеваний.

8. Канцерогенез. Молекулярная основа и патофизиология. Ранняя диагностика, применение генной терапии.

9. Использование методов РНК-интерференции при диагностике и лечении онкологических и сердечно-сосудистых, инфекционных заболеваний, поражений ЦНС.

Семинарское занятие № 1. Введение в молекулярную медицину: предмет, история развития, задачи методы.

Содержание раздела:

Этапы развития молекулярной медицины. Фундаментальные направления биологических исследований, молекулярные основы патогенеза болезней, способы выявления молекулярных дефектов.

1. Trent R.J. Molecular Medicine. Genomics to Personalized Healthcare [Electronic resource] / R.J. Trent // Elsevier, 2012. – 4th ed. – 346 p. The electronic version of the printing publication. - URL: <https://www.elsevier.com/books/molecular-medicine/trent/978-0-12-381451-7> (access date: 13.02.2023).

2. Boenink M. Molecular medicine and concepts of disease: the ethical value of a conceptual analysis of emerging biomedical technologies [Electronic resource] / M. Boenink // Med Health Care and Philos, 2010 – Vol. 13. – P. 11–23. – The electronic version of the printing publication. URL:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2801843/pdf/11019_2009_Article_9223.pdf (access date: 13.02.2023).

3. Trent R.J. Molecular medicine [Electronic resource] / R.J. Trent // Elsevier, 2005. – 3th ed. – 320 p. The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.com/books/molecular-medicine/trent/978-0-12-699057-7> (access date: 13.02.2023).

4. Clark D. Molecular Biology [Electronic resource] / D. Clark, N. Pazdernik // Elsevier, 2012. – 2nd ed. – 928 p. – The The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.com/books/molecular-biology/clark/978-0-12-378594-7> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 2. Строение нуклеиновых кислот: ДНК, РНК. Роль ДНК в хранении и передаче наследственной. Процесс репликации ДНК.

Содержание раздела:

1. Молекулярные основы наследственности. Доказательство ДНК в хранении и передаче генетической информации. Химия и строение нуклеиновых кислот. Нуклеотиды, их разновидности. Правила Чаргаффа. Модель ДНК Уотсона и Крика. Формы спирали ДНК. Химические связи, стабилизирующие цепи ДНК.

Консервативная, полуконсервативная и дисперсная модели репликации ДНК. Доказательство полуконсервативного способа репликации ДНК (опыты Мезельсона и Сталя) Различия в репликации у про- и эукариот. Общая характеристика процесса репликации ДНК: Ферменты репликации ДНК, их функции.

Этапы репликации ДНК. Характеристика отдельных этапов репликации: инициация, элонгация, терминация. Значение терминов: репликативная вилка, репликативный глазок, репликон, точка *ori*, праймеры, отстающая цепь, лидирующая цепь, фрагменты Оказаки.

1. Alberts B. Molecular biology of the Cell [Electronic resource] / Alberts B., Johnson A., Lewis J., et al. // Garland Science, 2002. – 4th ed. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26850/> (access date: 13.02.2023).

2. Vadim O. Chagin. Organization of DNA Replication [Electronic resource] / Vadim O. Chagin, Jeffrey H. Stear, M. Cristina Cardoso // Cold Spring Harb Perspect Biol., 2010 – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2845211/> (access date: 13.02.2023).

3. Cooper G. The Cell: A Molecular Approach [Electronic resource] / G. Cooper // Sinauer Associates, 2000. – 2nd ed. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9940/> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 3. Транскрипция. Процессинг РНК Механизмы регуляции активности.

Содержание раздела:

Центральная догма молекулярной биологии и специальные способы передачи генетической информации в клетке. Строение РНК. Первичная, вторичная, третичная структура РНК. Виды РНК и их функции. Строение РНК-полимеразы. Основные процессы на различных этапах транскрипции. Варианты модификации первичного транскрипта.

Строение и функции сплайсосом. Понятия негативного и позитивного контроля генетической активности. Понятия анаболических и катаболических оперонов. Механизм регуляции экспрессии генов лактозного оперона по типу позитивной репрессии и негативной индукции. Механизм регуляции экспрессии генов по типу позитивной индукции. Механизм регуляции экспрессии генов по типу негативной репрессии.

Механизмы регуляции экспрессии генов у эукариот на уровне транскрипции. Что такое геномный импринтинг и каковы его механизмы. Иметь представление о болезнях геномного импринтинга.

1. Yilmaz A, Grotewold E. Components and mechanisms of regulation of gene expression [Electronic resource] / A. Yilmaz, E. Grotewold // *Methods Mol Biol.*, 2010;674. – P. 23-32. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20827583> (access date: 13.02.2023).

2. Clancy S. DNA Transcription [Electronic resource] / S. Clancy // *Nature Education*, 2008 – Vol. 1(1):41 – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/dna-transcription-426> (access date: 13.02.2023).

3. Kouzine F. DNA topology and transcription [Electronic resource] / F. Kouzine, D. Levens, L. Baranello // *Nucleus*, 2014. – Vol. 5:3, P. 195–202 – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4133214/pdf/nucl-5-195.pdf> (access date: 13.02.2023).

4. Nestler E. J. Hyman S.E. Regulation of Gene Expression [Electronic resource] / E. J. Nestler, S. E. Hyman // *Neuropsychopharmacology*, 2002. – P. 217-228 The electronic version of the printing publication. – URL: https://acnp.org/wp-content/uploads/2017/11/CH17_217-228.pdf (access date: 13.02.2023).

5. Adams J. U. Essentials of Cell Biology [Electronic resource] / J. U. Adams // *NPG Education*, 2010. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nature.com/scitable/ebooks/essentials-of-cell-biology-14749010/> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 4. Генетический год. Трансляция

Содержание раздела:

Строение и функции белковых молекул. Строение пептидной связи и уровни пространственной организации белковых молекул. История открытия генетического кода. Понятие генетического кода и его свойства. Адаптерная теория трансляции. Строение и функции транспортной РНК. Строение и функции аминоацил-тРНК синтетазы.

Строение и функции рибосом. Характеристика этапов трансляции: инициация, элонгация, терминация. Варианты посттрансляционной модификации белков. Понятие фолдинга белков; роль шаперонов. Роль прионов в аномалиях фолдинга белков.

1. Clancy S. Translation: DNA to mRNA to Protein [Electronic resource] / S. Clancy // *Nature Education*, 2008. – Vol 1(1):101. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/translation-dna-to-mrna-to-protein-393> (access date: 13.02.2023).

2. Wong E.V. Cells: Molecules and Mechanisms. Translation: from RNA to Protein (Chapter 10) [Electronic resource] / E.V. Wong // *Axolotl Academic Publishing*, 2009. – P. 139-154. – The electronic version of the printing publication. – URL: http://www.axopub.com/Downloads/Cells/10_Translation.pdf (access date: 13.02.2023).

4. Budisa N. Engineering the Genetic Code: Expanding the Amino Acid Repertoire for the Design of Novel Proteins [Electronic resource] / N. Budisa // *Wiley*, 2006. – 312 p. The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.wiley.com/en-us/Engineering+the+Genetic+Code%3A+Expanding+the+Amino+Acid+Repertoire+for+the+Design+of+Novel+Proteins-p-9783527607099> (access date: 13.02.2023).

4. Griffiths A. J. F. An Introduction to Genetic Analysis [Electronic resource] / A. J. F. Griffiths, J. H. Miller, D. T. Suzuki et al. // *NY: W. H. Freeman*, 2000 – 7 th ed. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1015187026471> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 5. Современные молекулярные и экспериментальные методы исследований.

Содержание раздела:

Применение рестрикционных эндонуклеаз, ДНК-лигаз, основные принципы полимеразной цепной реакции (ПЦР). Применение электрофореза для разделения молекул ДНК, выявление определённой последовательности ДНК в реакционной смеси, Саузерн блоттинг, молекулярное клонирование, секвенирование ДНК, белковый иммуноблоттинг, изучение экспрессии генов: ДНК-микрочипирование, *in vitro* мутагенез.

1. Mohini J. POLYMERASE CHAIN REACTION: METHODS, PRINCIPLES AND APPLICATION [Electronic resource] / J. Mohini, J.D. Deshpande // IJBR, 2010. – Vol. 1(5). – P. 81-97. The electronic version of the printing publication. – URL: <https://vulms.vu.edu.pk/Courses/ZOO731/Downloads/POLYMERASE%20CHAIN%20REACTION%20METHODS,%20PRINCIPLES%20AND.pdf> (access date: 13.02.2023).

2. Ishmael F. T. Principles and applications of polymerase chain reaction: basic science for the practicing physician [Electronic resource] / F. T. Ishmael, C. Stellato // Ann allergy Asthma Immunol, 2008 – Vol. 101(4). – p. 437-443. The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18939735> (access date: 13.02.2023).

3. Munshi A. DNA SEQUENCING – METHODS AND APPLICATIONS [Electronic resource] / A. Munshi // Intech, 2014. – 184 p. The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.intechopen.com/books/mostdownloaded/dna-sequencing-methods-and-applications> (access date: 13.02.2023).

4. Bumgarner R. DNA microarrays: Types, Applications and their future [Electronic resource] / R. Bumgarner, 2013. – Curr Protoc Mol Biol. 0 22: Unit–22.1. The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4011503/pdf/nihms-563981.pdf> (access date: 13.02.2023).

5. Hoseini S.S. Molecular cloning using polymerase chain reaction, an educational guide for cellular engineering [Electronic resource] / S.S. Hoseini, M.G. Sauer // Journal of Biological Engineering 2015, 9:2. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2F1754-1611-9-2.pdf> (access date: 13.02.2023).

6. Eslami A. Western Blotting: Sample Preparation to Detection [Electronic resource] / A. Eslami, J. Lujan // J Vis Exp, 2010, (44): 2359. - The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3185633/> (access date: 13.02.2023).

7. Bass J. J. An overview of technical considerations for Western blotting applications to physiological research [Electronic resource] / J. J. Bass, D. J. Wilkinson, D. Rankin et al // Scand. J Med Sci Sports, 2017 – Vol. 27(1). – P. 4-25. - The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5138151/> (access date: 13.02.2023).

8. Brown T. A. Southern Blotting and Related DNA Detection Techniques [Electronic resource] / T. A. Brown // Nature Publ. Group, 2001 – P 1-6. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.alliot.fr/BIO/PDF/SouthernBlot-.pdf> (access date: 13.02.2023).

9. Ashwini M. Advances in molecular cloning [Electronic resource] / M. Ashwini et al // Molecular Biology, 2016 – Vol. 50. – Issue 1. – P. 1-6. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0026893316010131> (access date: 13.02.2023).

10. Reeves A. In Vitro Mutagenesis [Electronic resource] / A. Reeves // Springer, 2017. – 511 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.springer.com/gp/book/9781493964703> (access date: 13.02.2023).

11. Pray L. A. Restriction Enzymes [Electronic resource] / L. A. Pray // Nature Education, 2008. – Vol. 1(1):38. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/restriction-enzymes-545/> (access date: 13.02.2023).

12. Shuman S. DNA Ligases: Progress and Prospects [Electronic resource] / S. Shuman // J Biol Chem, 2009. – Vol. 284(26). – P. 17365-17369. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2719376/> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 6. Врожденная и адаптивная иммунные системы. Роль иммунной системы в предотвращении болезней, прогрессировании и развития заболеваний.

Содержание раздела:

Роль иммунной системы в организме человека. Иммунная система как совокупность органов, тканей и клеток, осуществляющих иммунологические функции. Понятие об антигенах. Свойства и виды антигенов. Неспецифические факторы защиты организма человека.

Адаптивный иммунный ответ по гуморальному и клеточному пути. Противоинокционный иммунный ответ. Аллергические реакции. Клеточные и гуморальные факторы естественной резистентности. Цитокины.

1. Richard W. An introduction to immunology and immunopathology [Electronic resource] / W. Richard et al. // Allergy, Asthma & Clinical Immunology 2011, 7(Suppl 1): S1 – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3245432/pdf/1710-1492-7-S1-S1.pdf> (access date: 13.02.2023).

2. Burke-Smith A. Introduction to Immunology [Electronic resource] / A. Burke-Smith // MCD Immunology. – 47 p. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10502528/> (access date: 13.02.2023).

3. Abbas A. Cellular and Molecular Immunology 9th Edition [Electronic resource] / A. Abbas, A. H. Lichtman, S. // Elsevier, 2017. – 608 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.com/books/cellular-and-molecular-immunology/abbas/978-0-323-47978-3> (access date: 13.02.2023).

4. Chaplin D. D. Overview of the Immune Response [Electronic resource] / D. D. Chaplin // J Allergy Clin Immunol, 2010. – Vol. 125(2). – P. 3-23. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2923430/> (access date: 13.02.2023).

5. Role of cytokines in allergic airway inflammation [Electronic resource] / H. Nakajima, K. Takatsu // Int Arch Allergy Immunol, 2007. – Vol. 142(4). – P. 265-273. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17124428> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 7. Молекулярная основа и патофизиология моногенных и мультифакториальных заболеваний.

Содержание раздела:

Общая характеристика моногенной патологии. Понятие мультифакториальных заболеваний. Молекулярные нарушения и механизмы развития моногенных заболеваний. Основные свойства мультифакториального наследования.

Клиническая картина при отдельных формах болезней с разными типами наследования: атеросклероз, сахарный диабет 2 типа, болезнь Альцгеймера. Диагностика и общие принципы лечения. Мутации генов.

1. Richard I. The genetic and molecular bases of monogenic disorders affecting proteolytic systems [Electronic resource] / I. Richard // J Med Genet, 2005 – Vol. 42 – P. 529–539 – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1736095/pdf/v042p00529.pdf> (access date: 13.02.2023).
2. Cade W. Todd. Diabetes-Related Microvascular and Macrovascular Diseases in the Physical Therapy Setting [Electronic resource] / W. Todd Cade // Phys Ther, 2008. – Vol. 88(11). – P. 1322–1335. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2579903/> (access date: 13.02.2023).
3. Mahdiah N. An Overview of Mutation Detection Methods in Genetic Disorders [Electronic resource] / N. Mahdiah, B. Rabbani // Iran J Pediatr, 2013. – Vol. 23. – No 4. – P. 375-388. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://www.researchgate.net/publication/259743823_An_Overview_of_Mutation_Detection_Methods_in_Genetic_Disorders (access date: 13.02.2023).
4. Ishak Gene Mutations, Genetic Disease and Pharmacogenetic Genes Disorder [Electronic resource] / Ishak et al. // IJRAP, 2010. – Vol. 1(2). – P. 273-286. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://www.researchgate.net/publication/49592879_GENE_MUTATIONS_GENETIC_DISEASE_AND_PHARMACOGENETIC_GENES_DISORDER (access date: 13.02.2023).
5. Atherosclerosis: Molecular and Cellular Mechanisms [Electronic resource] / S. J. George, J. Johnson // Willey, 2010. – 398 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527629589> (access date: 13.02.2023).
6. Cooper D. N. Genes, Mutations, and Human Inherited Disease at the Dawn of the Age of Personalized Genomics [Electronic resource] // D. N. Cooper et al. // Human Mutation, 2010 – Vol. 31, No 6, P. 631-655. – The electronic version of the printing publication. – URL: http://ibk.mf.uni-lj.si/teaching/objave/3Predavanje_1_genes_mutations_2010.pdf (access date: 13.02.2023).
7. Molecular Mechanisms of Insulin Resistance: An Update [Electronic resource] / C. Gutierrez-Rodelo et al. // Gaceta Medica de Mexico, 2017. – Vol. 153 – P. 197-209. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://www.anmm.org.mx/GMM/2017/n2_english/3942AX171_153_2017_UK2_197-209.pdf (access date: 13.02.2023).
8. Saini V. Molecular mechanisms of insulin resistance in type 2 diabetes mellitus [Electronic resource] / V. Saini // World J Diabetes, 2010. – Vol. 1(30). – P. 68-75. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21537430> (access date: 13.02.2023).
9. Bordon A. Molecular Mechanisms of Alzheimer's Disease [Electronic resource] / A. Bordon // The Science Journal of the Lander College of Arts and Sciences, 2017, - Vol. 10(2). – P. 5-15. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://touro scholar.touro.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=sjlcas> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 8. Канцерогенез. Молекулярная основа и патофизиология.

Содержание раздела:

Определение понятия «опухоль». Специфические особенности опухолевых клеток и тканей (морфологический, метаболический и иммунологические атипизмы). Этиология злокачественных опухолей (химический, физический, вирусный канцерогенез, «тканевая» теория).

Метастазирование злокачественных опухолей. Патогенез злокачественных опухолей. Клеточные и молекулярные механизмы канцерогенеза. Противоопухолевый иммунитет.

1. Bukhtoyarov O. V. Pathogenesis of Cancer: Cancer Reparative Trap [Electronic resource] / Oleg V. Bukhtoyarov, Denis M. Samarin. - Journal of Cancer Therapy, 2015 – Vol. 6 – P. 399-412 – The electronic version of the printing publication. – URL: https://file.scirp.org/pdf/JCT_2015050617383675.pdf (access date: 13.02.2023).
2. Michael Lam. Beating Cancer with Natural Medicine [Electronic resource] / M. Lam - 1stBooks, 2003. – 272 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.drlamcoaching.com/downloads/Beating-Cancer-with-Natural-Medicine.pdf> (access date: 13.02.2023).
3. Mendelsohn J. The Molecular Basis of Cancer [Electronic resource] / J. Mendelsohn, P. M. Howley, C. B. Thompson // Elsevier, 2014. – 888 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9781455740666/the-molecular-basis-of-cancer#book-info> (access date: 13.02.2023).
4. Schulz W. A. Molecular Biology of Human Cancers [Electronic resource] / W. A. Schulz // Springer, 2007. – 508 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-3186-1#toc> (access date: 13.02.2023).
5. Fior R. Molecular and Cell Biology of Cancer [Electronic resource] / R. Fior, R. Zilhao // Springer, 2019. – 216 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-11812-9#toc> (access date: 13.02.2023).
6. Pecorino L. Molecular Biology of Cancer 4th ed. [Electronic resource] / L. Pecorino // Oxford University Press, 2016. – 400 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.bookdepository.com/Molecular-Biology-Cancer-Lauren-Pecorino/9780198717348> (access date: 13.02.2023).

Семинарское занятие № 9. Применение методов РНК-интерференции при диагностике и лечении онкологических и сердечно-сосудистых, инфекционных заболеваниях, поражениях ЦНС.

Содержание раздела:

Компоненты, механизмы и биологические функции системы РНК-интерференции, применение методов РНК-интерференции при диагностике, лечении онкологических и сердечно-сосудистых, инфекционных заболеваний, поражений ЦНС.

1. Zofia Szweykowska-Kulinska. RNA interference and its role in the regulation of eucaryotic gene expression [Electronic resource] / Zofia Szweykowska-Kulinska, Artur Jarmolowski, Marek Figlerowicz. – Acta Biochimica Polonica, № 1/2003. – Vol.50 – P. 217-229 – The electronic version of the printing publication. – URL: http://www.actabp.pl/pdf/1_2003/217.pdf (access date: 13.02.2023).
2. Neema Agrawal. RNA Interference: Biology, Mechanism, and Applications [Electronic resource] / Neema Agrawal et al. – MICROBIOLOGY AND MOLECULAR BIOLOGY REVIEWS, 2003, p. 657–685 – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://repository.ias.ac.in/25492/1/313.pdf> (access date: 13.02.2023).
3. S. Abdolhamid Angaj. Application of RNA interference in treating human diseases / S. Abdolhamid Angaj et al. - J. Genet., 2010 – Vol. 89(4) - P. 527–537 – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.ias.ac.in/article/fulltext/jgen/089/04/0527-0537> (access date: 13.02.2023).
4. Xin Y. Nano-based deliver of RNAi in cancer therapy [Text] / Y. Xin, M. Huang, W. W. Guo et al // Mol Cancer, 2017 – Vol. 16. – No 134. – P. 1-9. – The electronic version of the printing publication. – URL:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534073/pdf/12943_2017_Article_683.pdf

(access date: 13.02.2023).

5. Maduri S. Applicability of RNA interference in cancer therapy: Current status [Text] / S. Maduri // Indian J Cancer, 2015. – Vol. 52. – No1. – P. 11-21. – The electronic version of the printing publication. - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26837960> (access date: 13.02.2023).

6. Laina A. RNA Therapeutics in Cardiovascular Precision Medicine [Text] / A. Laina, A. Gatsiou et all // Frontiers in Physiology, 2018. – Vol. 9 – No 9523. – P. 1-18. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6068259/pdf/fphys-09-00953.pdf> (access date: 13.02.2023).

7. Poller W. Cardiovascular RNA Interference Therapy [Text] / W. Poller, J. Tank, C. Skurk et all // Circulation Research, 2013. – Vol. 113. – P. 588-602. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/circresaha.113.301056> (access date: 13.02.2023).

8. Bobbin M. L. RNA interference approaches for treatment of HIV-1infection [Text] / M. L. Bobbin, J. C. Burnett, J. J. Rossi // Genome Med, 2015. – Vol. 7(1) – No 50. – P. 1-16. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4445287/pdf/13073_2015_Article_174.pdf (access date: 13.02.2023).

9. Ramachandran P. S. Recent Advances in RNA Interference Therapeutics for CNS Diseases [Text] / P. S. Ramachandran, M. S. Keiser, B. L. Davidson // Neurotherapeutics, 2013. – Vol. 10. – No 3 – P. 473-485. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3701762/> (access date: 13.02.2023).

Примерная тематика заданий для выполнения проекта

1. Апоптоз: взаимодействие между различными факторами клеточной гибели.
2. Однонуклеотидные полиморфизмы: методы детекции SNP.
3. Редактирование генома с помощью технологии CRISPR/Cas9.
4. Особенности генно-инженерного конструирования и переноса ДНК-вакцин в клетки человека.
5. Секвенирование «нового поколения» (NGS): применение для молекулярно-генетических исследований в онкологии.
6. Генная терапия моногенных наследственных заболеваний.
7. Клетки как системы доставки терапевтических генных конструкций.
8. Перспективы технологий антисмысловой терапии.
9. Генная терапия при лечении ран.
10. Перспективы использования генной терапии в лечении сердечно-сосудистых заболеваний.
11. Роль транскрипционного ядерного фактора NF-κB в патогенезе хронических воспалительных процессов при бронхиальной астме.

Содержание проекта:

Выполнение проекта направлено на актуализацию выбранных тем, обсуждение идей по решению проблемы, предоставление доказательств жизнеспособности предложенных решений.

Требования к оформлению проекта:

- Презентация в Power Point, не менее 10 слайдов, обязательно представление практической значимости результата. Возможно групповое выполнение проекта.
- Указать актуальность проектной идеи.
- Представить цель и задачи проекта.
- Описать методы и формы, ход работы, направленные на реализацию задач проекта.
- Представление ожидаемых или уже имеющихся результатов, выводов во время защиты проекта.

Характерными показателями развития самостоятельности у студента в результате освоения дисциплины являются: теоретическое осмысление изучаемого материала, накопление необходимых умений и навыков, интерес к процессу создания продукта собственной самостоятельной деятельности, умение провести презентацию созданного продукта, умение отстаивать собственную точку зрения или предложенный вариант решения проблемы, рефлексия своей деятельности и результата.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Jorde L. B. Medical genetics [Electronic resource] / L. B. Jorde, J. C. Carey, M. J. Bamshad. – 6 th ed. // Philadelphia : Mosby Elsevier, 2019. – 352 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.com/books/medical-genetics/jorde/978-0-323-59737-1> (access date: 13.02.2023).
2. Abbas A. K. Cellular and molecular immunology [Electronic resource] / A. K. Abbas, A. H. N. Libhtman, S. Pillai. – 8th ed // Philadelphia : Elsevier Saunders, 2017. – 608 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.com/books/cellular-and-molecular-immunology/abbas/978-0-323-47978-3> (access date: 13.02.2023).
3. Molecular Biology of the Cell [Electronic resource] / B. Alberts [et al.] – New York : Garland Science, 2002. – 4th ed. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>

https://docs.google.com/file/d/0B4Ka5HSSrR_yakh4NVZrZE1jUUU/edit?pref=2&pli=1 (access date: 13.02.2023).

4. A vision for the future of genomics research [Electronic resource] / F. S. Collins [et al.] // *Nature*, 2003. – Vol. 422. – P. 835–847. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nature.com/nature/journal/v422/n6934/full/nature01626.html> (access date: 13.02.2023).

5. Ideker T. A New Approach to Decoding Life: Systems Biology [Electronic resource] / T. Ideker, T. Galitski, L. Hood // *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet*, 2001. – is. 2. – P. 343–72. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.genom.2.1.343> (access date: 13.02.2023).

6. *Molecular Biology: Principles and Practice* 2nd ed. [Electronic resource] / M. M. Cox, J. A. Doudna, M. O'Donnell // W. H. Freeman pub, 2015. – 944 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nhbs.com/molecular-biology-principles-and-practice-book> (access date: 13.02.2023).

7. *Essential Cell Biology* 5th ed. [Electronic resource] / ed. by B. Alberts [et al.] // W.W. Norton & Company pub, 2019. – 864p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.wiley.com/en-au/Essential+Cell+Biology%2C+5th+International+Student+Edition-p-9780393680393> (access date: 13.02.2023).

8. Raser J. M. Noise in Gene Expression: Origins, Consequences, and Control [Electronic resource] / J. M. Raser, E. K. O'Shea // *Science*, 2005. – Vol. 309, is. 5743. – P. 2010-2013. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://science.sciencemag.org/content/309/5743/2010> (access date: 13.02.2023). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16179466> (access date: 13.02.2023).

9. *Molecular Cell Biology* 8th ed. [Electronic resource] / ed. by H. Lodish [et al.] // Freeman pub, 2016. – 1280p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://androse.in/molecular-cell-biology-8th-edition/> (access date: 13.02.2023).

10. *Principles of molecular medicine* 2nd ed. [Electronic resource] / ed. by M. S. Runge // Totowa : Humana Press, 2006. – 268 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-59259-963-9> (access date: 13.02.2023).

11. *Molecular Pain* [Electronic resource] / ed. by M. Zhuo // New York : Springer ed, 2007 – 501 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-75269-3> (access date: 13.02.2023).

12. *Molecular Biology of the Gene (7th Edition)* [Electronic resource] / ed. by J. D. Watson [et al.] // Pearson, 2013. – 912 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://app.perusall.com/catalog/9780321896704> (access date: 13.02.2023).

13. *Molecular Biology (5th Edition)* / ed. by R. Weaver // McGraw-Hill Education pub, 2011. – 915 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://vk.com/doc-78789067_348347920?hash=2df9676f340d114546&dl=ecb0f4e6630f2a5db4 (access date: 13.02.2023).

14. *Encyclopedia of Molecular Mechanisms of Disease* [Electronic resource] / ed. by F. Lang. // Springer ed, 2009. – 2268 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-540-29676-8> (access date: 13.02.2023).

15. *Molecular Biology of the Cell (Sixth Edition)* [Electronic resource] / ed by B. Alberts [et al.] // Garland Science: New York and Abingdon, 2014. – 1492 p. The electronic version of the printing publication. – URL: https://vk.com/doc174117473_438053256?hash=a6hu3PuCQam2Hp5zJ5avZzFYZznZPcXFtrdS0hYRpDs&dl=sMUxPZyrQII8d1BeaAr6Qw2FRqFgVsuZJ39Cej92oVs (access date: 13.02.2023).

16. Innovative Medicine [Electronic resource] / ed. by K. Nakao, N. Minato, S. Uemoto. // Tokyo [et al.] Springer, 2015. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-4-431-55651-0> (access date: 13.02.2023).

б) дополнительная литература:

1. Molecular Cell Biology 4th ed. [Electronic resource] / H. Lodish [et al.] // New York : W. H. Freeman, 2000. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://majkf.files.wordpress.com/2010/08/molecular_cell_biology_lodish_5th_ed.pdf (access date: 13.02.2023).

2. Balicki D. Gene Therapy of Human Disease [Electronic resource] / D. Balicki, E. Beutler // Medicine, 2002. – Vol. 81, № 1. – P. 69–86. The electronic version of the printing publication. – URL: http://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2002/01000/Gene_Therapy_of_Human_Disease.5.aspx (access date: 13.02.2023).

3. Westerhoff H. V. The evolution of molecular biology into systems biology [Electronic resource] / H. V. Westerhoff, B. O. Palsson // Nature Biotechnology, 2004. – Vol. 22. – P. 1249–1252. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nature.com/articles/nbt1020> (access date: 13.02.2023)

<https://www.researchgate.net/publication/8246184> The evolution of molecular biology into systems biology (access date: 13.02.2023).

4. Molecular biology: principles of genome function 2nd ed. [Electronic resource] / N. Craig [et al.] // Oxford : Oxford University Press, 2014. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nhbs.com/molecular-biology-principles-of-genome-function-book> (access date: 13.02.2023).

5. Pollard T. D. Cell biology 3rd ed. [Electronic resource] / T. D. Pollard, W. C. Earnshaw ; with J. Lippincott-Schwartz ; ill. by G. T. Johnson. // Philadelphia : Saunders Elsevier, 2017. – 908 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.ca/ca/product.jsp?isbn=9780323341264> (access date: 13.02.2023).

6. Plopper G. Principles of cell biology [Electronic resource] / G. Plopper, D.B. Ivankovic – Burlington : Jones & Bartlett Learning, 3rd edition, 2021. – 1748 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://vk.com/doc270219984_617460841?hash=XUZ3i0DqE1KYhehDb84h0tAgdmnx9Y9sAjoC1pxhkIH&dl=reWlpqJU8wQVSMBLOF2xGwkYw0oVAiEWFVLCsos30DX https://www.researchgate.net/publication/361419694_BMR_32_2021_Principles_of_Cell_Biology (access date: 13.02.2023).

7. Tobias E. S. Essential medical genetics 6th ed [Electronic resource] / E. S. Tobias, M. Connor, M. Ferguson-Smith. // Wiley, 2011. – 344 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.wiley.com/en-us/Essential+Medical+Genetics%2C+Includes+Desktop+Edition%2C+6th+Edition-p-9781405169745> (access date: 13.02.2023).

8. Abbas A. K. Basic immunology : functions and disorders of the immune system 6th ed. [Electronic resource] / A. K. Abbas, A. H. H. Libhtman, S. Pillai. // St. Louis : Elsevier, 2019. – 336 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.elsevier.com/books/basic-immunology/abbas/978-0-323-54943-1> (access date: 13.02.2023).

9. Molecular biology: structure and dynamics of genomes and proteomes [Electronic resource] / J. Zlatanova, K. E. van Holde // NY: Garland Science, 2016. – 624 p. - The electronic version of the printing publication. – URL: <https://searchworks.stanford.edu/view/11589326> (access date: 13.02.2023).

10. Karp's Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments 8th Edition [Electronic resource] / G. Karp, J. Iwasa, W. Marshall // Willey, 8 ed 2016. – 832 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://vk.com/doc270219984_618769406?hash=kwgoMT2N81isOZ3rztZAoF96ecAQxBQh4iS

cLSFwSvD&dl=axQTMBSpEAEQG6VexLqAJgwNJTg4qd7yjNXErQpN7Fs (access date: 13.02.2023).

11. The Cell: A Molecular Approach 8th Edition [Electronic resource] / ed. by G. Cooper // Oxford University Press, 2018 – 816 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://global.oup.com/ushe/product/the-cell-9781605357072?cc=ru&lang=en&> (access date: 13.02.2023).

12. Molecular and Cell Biology for Dummies 2nd Edition [Electronic resource] / ed. by R. F. Kratz // Willey pub, 2009. – 388 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://kamsc.github.io/assets/links/Biology%20for%20Dummies.pdf> (access date: 13.02.2023).

13. Molecular Biology: Principles of Genome Function 2nd Edition [Electronic resource] / N. Craig, R. Green, C. Greider [et al.] // Oxford University Press, 2014. – 936 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://www.nhbs.com/molecular-biology-principles-of-genome-function-book> (access date: 13.02.2023).

14. Cell and Molecular Biology. What we know & and how to find it 2nd Edition [Electronic resource] / G. Bergtrom // UWM Digital Commons, 2016. – 474 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: https://dc.uwm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=biosci_facbooks_bergtrom (access date: 13.02.2023).

в) ресурсы сети Интернет:

1. Nature Reviews Genetics - <https://www.nature.com/nrg/>
2. Nature Reviews Molecular Cell Biology - <https://www.nature.com/nrm/>
3. Nature Methods - <https://www.nature.com/nmeth/>
4. Molecular Cell - <https://www.cell.com/molecular-cell/home>
5. Physiological Reviews - <https://www.physiology.org/journal/physrev>
6. Cell Metabolism - <https://www.cell.com/cell-metabolism/home>
7. Nature Structural & Molecular Biology - <https://www.nature.com/nsmb/>
8. Trends in Biochemical Sciences - <https://www.cell.com/trends/biochemical-sciences/home>
9. EMBO Journal - <https://www.embopress.org/journal/14602075>
10. Nature Chemical Biology - <https://www.nature.com/nchembio/>
11. Molecular Biology and Evolution - <https://academic.oup.com/mbe>
12. Cell Research - <https://www.nature.com/cr/>
13. Developmental Cell - <https://www.cell.com/developmental-cell/home>
14. Genome Medicine - <https://genomemedicine.biomedcentral.com/>
15. Annual Review of Genomics and Human Genetics - <https://www.annualreviews.org/journal/genom>
16. Current Opinion in Structural Biology - <https://www.sciencedirect.com/journal/current-opinion-in-structural-biology>
17. Trends in Molecular Medicine – <http://www.cell.com/trends/molecular-medicine/home>
18. Journal of Molecular Biology - <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-molecular-biology>
19. Science Signaling - <https://stke.sciencemag.org/>
20. Molecular Therapy - <https://www.cell.com/molecular-therapy-family/home>
21. Journal of Molecular Medicine – <https://www.springer.com/journal/109>
22. International Journal of Molecule Medicine – <https://www.spandidos-publications.com/ijmm>
23. Journal of Molecular and Genetic Medicine – <https://www.omicsonline.com/open-access/molecular-genetic-medicine.php>
24. Molecular Aspects of Medicine - <https://www.sciencedirect.com/journal/molecular-aspects-of-medicine>

25. Cellular and Molecular Life Sciences - <https://www.springer.com/journal/18>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Access, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.);

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (при наличии):

14. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных и семинарских занятий используется лаборатория моделирования физических процессов в биологии и медицине (аудитория № 442 второго учебного корпуса ТГУ), оснащенная интерактивной доской, звуковым и видеооборудованием, мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, ресурсов сети Интернет, других учебных материалов. Имеются персональные компьютеры студентов, с доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Для проведения практических занятий может использоваться материально-техническая база Сибирского государственного медицинского университета.

5. Информация о разработчиках

Осихов Иван Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры биологии и генетики Сибирского государственного медицинского университета.