

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.17 Медицинская биохимия
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.01 Медицинская биохимия
направленность (профиль)
Медицинская биохимия
Год начала подготовки - 2024**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.17 Медицинская биохимия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия.

Направленность (профиль): Медицинская биохимия.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Кузиков Алексей Владимирович	к.б.н., доцент	и.о. заведующего кафедрой биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Гончаров Антон Олегович		ассистент кафедры биохимии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Чаусова Светлана Витальевна	д.м.н., доцент	Зав. кафедрой общей патологии МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биохимии МБФ»

протокол от «__» _____ № _____

Зав. кафедрой

Кузиков Алексей Владимирович
Доктор биологических наук,
Доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »

протокол от «__» _____ 20__ № _____

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: получение обучающимися системных теоретических знаний о молекулярно-генетических механизмах развития злокачественных опухолей, метаболических нарушениях при опухолевых заболеваниях, молекулярных основах старения, механизмах развития метаболического синдрома и нейродегенеративных заболеваний, а также получение практических навыков проведения протеомного анализа

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Развивать профессионально важные качества, значимые для практической деятельности в области биомедицинских исследований
- Сформировать/развить умения, навыки, компетенции, необходимые в научной и медицинской деятельности
- Сформировать систему практических навыков планирования и проведения биохимических исследований и обработки полученных результатов
- Сформировать систему фундаментальных знаний о молекулярно-генетических механизмах развития злокачественных опухолей, метаболических нарушениях при опухолевых заболеваниях, а также получение практических навыков проведения протеомного анализа.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Медицинская биохимия» изучается в 8 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Биохимия; Общая морфология (анатомия, гистология, цитология); Частная морфология (анатомия человека, гистология); Физиология; Общая патология: патологическая анатомия, патофизиология; Основы онкологии; Иммунология; Молекулярная фармакология; Теория вероятности и математическая статистика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Биоинформатика; Неврология и психиатрия; Медицинские нанобиотехнологии; Медицинская генетика; Клиническая лабораторная диагностика; Омиксные технологии в медицине; Лабораторная медицина: принципы и практика; Молекулярные нейронауки; Клиническая биоинформатика; Учебная практика.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

8 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	Знать: -Теоретические основы естественнонаучных дисциплин; -Методы математического и статистического анализа; -Методологию решения профессиональных задач
	Уметь: Применять имеющиеся естественнонаучные знания для решения профессиональных задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Решать профессиональные задачи, опираясь на имеющиеся естественнонаучные знания
ПК-5 Способен проводить научные исследования в области молекулярной медицины и молекулярной биологии	
ПК-5.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.	Знать: - Основные ресурсы для поиска научнотехнической информации; - Методы сбора надежной и релевантной информации об изучаемом объекте в доступных базах данных
	Уметь: - Пользоваться электронно-вычислительными устройствами с доступом к сети Интернет; - Находить и анализировать полученную из баз данных информацию об изучаемом объекте исследования; - Сопоставлять полученные в ходе эксперимента результаты с ранее известными результатами, представленными в доступных базах данных. - Формулировать и проверять гипотезы на основании совокупности экспериментальных результатов и ранее опубликованных результатов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): -Владеть практическим опытом поиска релевантной информации в сети Интернет и печатных изданиях; - Владеть практическим опытом анализа найденной информации; - Владеть практическим опытом сопоставления полученных в ходе эксперимента результатов с ранее известными результатами
ПК-5.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной медицины и молекулярной биологии	Знать: - Принципы и методологию проведения научного исследования; - Принципы работы необходимого для проведения эксперимента лабораторного оборудования; - Методы математического и статистического анализа экспериментальных данных
	Уметь: - Работать с биохимическим оборудованием в соответствии с протоколами исследования; - Грамотно обработать полученные результаты исследования, применяя соответствующие методы математического и статистического анализа
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Владеть практическим опытом выполнения биохимического исследования; - Владеть практическим опытом работы на стандартном биохимическом оборудовании; - Владеть практическим опытом математической и статистической обработки экспериментальных результатов
ПК-5.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.	Знать: - Принципы формулирования выводов согласно поставленным задачам исследования, основываясь на полученных в ходе эксперимента результатах
	Уметь: - Формулировать выводы согласно поставленным задачам исследования, основываясь на полученных в ходе эксперимента результатах
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): - Формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			8
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		82	82
Лекционное занятие (ЛЗ)		14	14
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		68	68
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		58	58
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		58	58
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		4	4
Зачет (З)*		4	4
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	144	144
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	4.00	4.00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

8 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Медицинская биохимия			
1	ОПК-1.ИД1, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3	Тема 1. Медицинская биохимия	Классификация опухолей по происхождению клеток. Факторы развития опухоли. Эволюционное происхождение и расширение генетического инструментария клеточной коммуникации в норме и при опухолях. Прямой и обратный эффекты Варбурга, общие положения. Онкометаболиты и иммунометаболиты. Роль мутаций изоцитратдегидрогеназы в развитии опухолей. Роль фосфоглицератдегидрогеназы ADHFE1 в образовании 2-гидроксиглутарата. Ретроградный ЦТК. Сигнальные пути, активируемые с-Мус в опухолях. Роль гипоксии в развитии опухоли. HIF1 α -зависимый и независимый пути. Роль p53 в метаболизме глюкозы. Особенности метаболизма глюкозы и глутамина в развитии опухоли. Роль серина в биологических процессах в клетке в норме и при опухолях. Ангиогенез, васкулогенез и васкулогенная мимикрия в формировании опухолевого микроокружения и опухолевом росте. Метаболическое перепрограммирование в опухолевом микроокружении. Лактатдегидрогеназа как мишень противоопухолевой терапии. Ингибиторы монокарбоксилатных транспортеров.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование темы	Содержание темы
Раздел 1. Медицинская биохимия			
1	ОПК-1.ИД1, ПК-5.ИД1, ПК-5.ИД2, ПК-5.ИД3	Тема 1. Медицинская биохимия	Теоретические аспекты электрофореза. Наиболее значимые факторы, влияющие на разделение белков в процессе электрофореза и изоэлектрофокусировки. Распространенные методы визуализации протеинов в полиакриламидных гелях или после переноса на мембрану. Двумерный электрофорез как информативный метод анализа протеома. Принцип действия масс-анализаторов. Достоинства и недостатки современных масс-анализаторов. Tandemная масс-спектрометрия МС/МС; ионные ловушки. Времяпролетные масс-анализаторы. Принцип действия. Детекторы ионов. Принцип действия. Сопряжение массспектрометра с хроматографией. Хромато-масс-спектрометры. Области применения. Изотопия. Радиоактивные изотопы, определение изотопного состава соединений. Массспектрометры для изотопного анализа. Характеристики массспектрометров и массспектрометрических детекторов: чувствительность, динамический диапазон, разрешение, скорость. Понятие о протеомике как о высокопроизводительном анализе белков. Принципы инвентаризации и количественного анализа белков: масс-спектрометрия и использование аффинных реагентов. Массспектрометрическая протеомика: панорамные и таргетные методы. Варианты количественного анализа белков в масс-спектрометрической протеомике.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***	
					КП	ОК
1	2	3	4	5	6	7
8 семестр						
Раздел 1. Медицинская биохимия						
Тема 1. Медицинская биохимия						
1	ЛЗ	Классификация опухолей по происхождению клеток. Факторы развития опухоли. Эволюционное происхождение и расширение генетического инструментария клеточной коммуникации в норме и при опухолях.	2	Д	1	1
2	ЛПЗ	Вводное занятие.	4	Д	1	1
3	ЛЗ	Прямой и обратный эффекты Варбурга, общие положения. Онкометаболиты и иммунометаболиты. Роль мутаций изоцитратдегидрогеназы в развитии опухолей. Роль фосфоглицератдегидрогеназы ADHFE1 в образовании 2-гидроксиглутарата. Ретроградный ЦТК.	2	Д	1	1
4	ЛПЗ	Никотинамидадениндинуклеотид – некоферментные функции. Сиртуины.	4	Д	1	1
5	ЛЗ	Сигнальные пути, активируемые с-Мус в опухолях. Роль гипоксии в развитии опухоли. HIF1 α -зависимый и независимый пути. Роль p53 в метаболизме глюкозы.	2	Д	1	1
6	ЛПЗ	Способы измерения общей концентрации белка. Метод Бредфорда. Анализ на общий белок в клинике.	4	Д	1	1
7	ЛЗ	Особенности метаболизма глюкозы и глутамина в развитии опухоли. Роль серина в биологических процессах в клетке в норме и при опухолях.	2	Д	1	1
8	ЛПЗ	Электрофорез макромолекул в контексте клинической биохимии. Получение рабочих растворов для электрофореза белков.	4	Д	1	1
9	ЛЗ	Ангиогенез, васкулогенез и васкулогенная мимикрия в формировании опухолевого микроокружения и опухолевом росте.	2	Д	1	1
10	ЛПЗ	Электрофорез белков в контексте клинической биохимии (продолжение). Приготовление геля для электрофореза белков.	4	Д	1	1
11	ЛЗ	Метаболическое перепрограммирование в опухолевом микроокружении.	2	Д	1	1
12	ЛПЗ	Электрофорез белков. Фиксация и окраска.	4	Д	1	1
13	ЛЗ	Лактатдегидрогеназа как мишень противоопухолевой терапии. Ингибиторы монокарбоксилатных транспортеров.	2	Д	1	1
14	ЛПЗ	Масс-спектрометрия в биологии и в клинической практике. Приготовление рабочих растворов для экстракции пептидов для масс-спектрометрии белков.	4	Д	1	1
15	ЛПЗ	Протеомика в медицине. Выбор и вырезание белковых полос из электрофоретического геля. Отмывка от красителя.	4	Д	1	1
16	ЛПЗ	Протеомика в медицине (продолжение). Восстановление, алкилирование и трипсинолиз белка для масс-спектрометрии.	4	Д	1	1
17	ЛПЗ	Остановка трипсинолиза и экстракция пептидов для протеомного анализа.	4	Д	1	1
18	ЛПЗ	Масс-спектрометрия белков в биомедицинской науке и клинической практике.	4	Д	1	1
19	ЛПЗ	MALDI-TOF-масс-спектрометрия в биологии и медицине. Принцип метода. Анализ гидролизатов белка.	4	Д	1	1
20	ЛПЗ	MALDI-TOF-масс-спектрометрия в биологии и медицине (продолжение). Идентификация белка с использованием программы Mascot.	4	Д	1	1

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***	
					КП	ОК
1	2	3	4	5	6	7
21	ЛПЗ	Протеомика в медицине – итоговое практическое занятие. Обсуждение результатов лабораторной работы по протеомике.	4	Д	1	1
22	ЛПЗ	Иммунологические тесты в аналитической биохимии. Вестернблоттинг (занятие 1).	4	Д	1	1
23	ЛПЗ	Иммунологические тесты в аналитической биохимии. Вестернблоттинг (занятие 2).	4	Д	1	1
24	ЛПЗ	Защита результатов практической работы по вестерн-блоттингу.	4	Д	1	1
25	З	Зачётное занятие	4	ПА	1	1
		Всего в семестре	86		24	24
		Всего по дисциплине	86		24	24

(* , **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
8 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

8 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Проверка лабораторной работы	ЛР	0	0	В	Т	0	0	0
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	0	0	В	Р	0	0	0
Сумма баллов по дисциплине за семестр					0					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

8 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 0 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 0 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Какие Вы знаете типы опухолей?
2. Классификация опухолей на базе происхождения клеток
3. Стадирование и оценка глубины опухолевого роста
4. Как опухоль убивает ее носителя?
5. Какие Вы знаете факторы риска развития опухоли?
6. Изложите основные тезисы теории дискариоты и обоснуйте эволюционное происхождение и расширение генетического инструментария клеточной коммуникации в норме и при раке
7. Прямой и обратный эффекты Варбурга, общие положения.
8. Какие Вы знаете онкометаболиты?
9. Роль мутаций в изоцитратдегидрогеназе в индукции опухолевого роста
10. Значение фосфоглицератдегидрогеназы в поддержании внутриклеточного 2-гидроксиглутарата
11. Сигнальные пути, активируемые с-Мус при раке
12. Роль гипоксии в индукции и прогрессии опухоли. HIF1 α зависимый и независимый сигнальные пути.
13. Влияние p53 на метаболизм глюкозы
14. Особенности метаболизма глюкозы и глутамина в индукции опухолевого роста
15. Какие Вы знаете соединения, подходящие для определения целевых показателей метаболизма глюкозы?
16. Что такое метаболический симбиоз клеток различного типа в опухоли? Дайте краткое определение явления.
17. Обоснуйте, почему гипоксия может послужить триггером перехода к анаэробному (гликолитическому) метаболизму при формировании метаболического симбиоза.
18. Роль серина в биологических процессах в клетке в норме и при раке.
19. Гликолиз и биосинтез серина при опухолевом росте
20. Опишите регуляторный узел пересечения путей синтеза онкометаболитов и серина
21. Что такое ангиотропный экстравазкулярный миграторный фенотип? Какова роль гипоксии в его формировании? Какие сигнальные молекулы определяют его становление?

22. Ангиогенез, васкулогенез и васкулогенная мимикрия – опишите роль этих процессов при формировании опухолевого микроокружения и опухолевом росте.
23. Каким образом осуществляется метаболическое перепрограммирование в опухолевом микроокружении. Опишите роль экзосом и некодирующих РНК.
24. По какому механизму происходит ингибирование трансформации клеток p53 через путь IKK–NF-κB?
25. Какова роль митохондрий в регуляции p53 метаболизма глюкозы?
26. Значение, механизм действия, химическая структура и характеристики соединения AT-101 (Gossypol).
27. Как увеличить биодоступность госсипола?
28. Госсипол-индуцированная аутофагия в раковых клетках опухоли. Механизмы снижения жизнеспособности раковых клеток, вызванного госсиполом.
29. Госсипол-опосредованное ингибирование ангиогенеза в опухоли
30. Лактатдегидрогеназа как мишень антираковой терапии. Эффект госсипола, механизм связывания с активным центром фермента.
31. Ингибиторы монокарбоксилатных транспортеров – паттерны специфического распознавания изоформ МСТ и неспецифические ингибиторы – достоинства и недостатки обоих типов.
32. Факторы транскрипции Sp1 и NF-Υ в регуляции активности промотора гена 3-фосфоглицератдегидрогеназы человека (PHGDH)
33. Чем опосредовано накопление D -2-гидроксиглутарата в опухолях молочной железы без мутаций в IDH1/2?
34. Как активность промотора ADHFE1 и индукция экспрессии белка ADHFE1 зависит от железа?
35. Опишите как происходит метаболическое перепрограммирование в клетках опухоли молочной железы при активации c-Myc и повышении экспрессии ADHFE1
36. Что такое ретроградный ЦТК и где он встречается?
37. Как инвазивное поведение раковых клеток зависит от эпителиально-мезенхимального перехода (ЭМП)? Какие Вы знаете факторы и маркеры ЭМП?
38. Каким образом ADHFE1 индуцирует эпителиально-мезенхимальный переход (ЭМП) и стимулирует инвазивное поведение раковых клеток?
39. Какова роль окислительного стресса при индукции ЭМП?
40. Изоформы 2-гидроксиглутарата и метилирование гистонов при опухолевой трансформации.
41. Расскажите про надклеточные агрегаты и сфероиды в опухолях, какова их роль в опухолевом росте?
42. Как связаны онкометаболиты, опухолевые сфероиды и инвазивное поведение раковых клеток?
43. Почему D-2HG и L-2HG опосредуют различные иммуномодулирующие эффекты в опухоли? Что такое иммунометаболиты?

44. Что делают белки семейства KDM?
45. Какова роль белков 2HGDH в опухолевом росте? Какие механизмы регуляции их Вы знаете?
46. Как катаболизм D2HG усиливает противоопухолевую активность CAR-T-клеток в иммуносупрессивной микросреде?
47. Как лактонизация онкометаболита D-2-гидроксиглутарата регулирует опухолевый рост? Какие ферменты принимают участие в лактонизации? Как макрофаги человека отвечают на 2-HG и 2-HG-лактон?
48. Опишите метаболическую цепь реакций, приводящих к L-2HG при гипоксии. Какие соединения и ферменты задействованы при этом?
49. Что является триггером повышения уровня L-2HG и последующего триметилирования H3K9?
50. Классификация фибробластов опухолевой стромы. Молекулярные и клеточные механизмы формирования пре-метастатических экологических ниш. Роль активных форм кислорода и трансформирующего ростового фактора бета.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к зачету

внимательно изучить материалы лекций и рекомендуемую литературу, а также проработать практические задачи, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Основы биохимии Ленинджера: [учебник для высшего профессионального образования], Нельсон Д., Кокс М., 2024 - 2025	Медицинская биохимия	1	

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. <https://www.kegg.jp/>
2. <https://www.rcsb.org/>
3. <https://www.sciencedirect.com/>
4. Научная электронная библиотека PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютер персональный, Проектор мультимедийный
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Весы лабораторные, Спектрофотометр, Оборудование для электрофореза, Дистиллятор, Центрифуга лабораторная, Холодильник, Дозатор лабораторный
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.