

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России)

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института медицинского  
образования  
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»  
Минздрава России  
Е.В. Пармон  
«25» января 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина	<b>ПОСТТРАНСЛЯЦИОННЫЕ МОДИФИКАЦИИ БЕЛКА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ</b> (наименование дисциплины)
	<b>магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология</b> (код специальности и наименование)
Профиль	<b>Клеточная и молекулярная биология</b>
Факультет	<b>лечебный</b> (наименование факультета)
Кафедра	<b>биологии</b> (наименование кафедры)

Форма обучения	очная
Курс	1
Семестр	1
Занятия лекционного типа	8 час
Занятия семинарского типа	24 час
В том числе:	
Семинары	4 час.
Лабораторный практикум	16 час.
Практическое занятие	4 час.
Всего аудиторной работы	32 час.
Самостоятельная работа (внеаудиторная)	40 час.
Форма промежуточной аттестации	зачет
Общая трудоемкость дисциплины	72/2 (час./зач. ед.)

Рабочая программа дисциплины «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «11» августа 2020 г. № 934 и учебным планом.

#### СОСТАВИТЕЛИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность	Место работы
1	Кондратов Кирилл Александрович	к.б.н.	Старший научный сотрудник НИЛ молекулярно-клеточных механизмов атеросклероза Института молекулярной биологии и генетики	ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России
2.	Головкин Алексей Сергеевич	д.б.н.	Профессор кафедры биологии факультета биомедицинских наук	ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России

#### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» обсуждена и одобрена на заседании кафедры биологии.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России «25» января 2022 г., протокол № 1/2022.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель дисциплины:** ознакомить обучающихся с химией белка и его наиболее важным посттрансляционными модификациям, а также ролью этих модификаций в функционировании организма и патогенезе заболеваний.

**Задачи дисциплины:** овладение знаниями о современных методах анализа общего уровня белка, методах выделения белка, анализа уровня конкретного белка, детекции посттрансляционных модификаций, роли этих модификаций в функционировании клетки и организма, о протеолитических системах крови, каскадах каспаз и киназ, зависимой от убиквитина деградации белка.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» относится к Блоку 1 учебного плана.

**Междисциплинарные и внутродисциплинарные связи:**

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: в частности, математики, биологии, химии, физики.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

Компетенция	Индикатор	Показатели достижения освоения компетенции	Оценочные средства
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию на основе системного подхода, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает: стратегию поиска информации в конкретном разделе биохимии и молекулярной биологии	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
		Умеет: находить информацию о современных проблемах молекулярной биологии, анализировать ее и определять дальнейшие алгоритмы использования этой информации	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программ магистратуры	ОПК-2.1 Применяет фундаментальные и прикладные знания в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	Знает: основные биохимические понятия и методы, механизм ферментативных реакций, этапы синтеза и созревания белка, участие посттрансляционных модификаций в проведении сигнала в клетке	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
		Умеет: использовать основные биохимические понятия и методы в планировании биохимических исследований	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
	ОПК-2.3 Способен формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и расчетно-теоретических работ в избранной области биологии	Знает: влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций, связи и химические группировки, участвующие в формировании различных уровней организации белка	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
ПК-6 Способен выбирать адекватные методы решения и осуществлять исследования с использованием современных технологических решений	ПК-6.1 Выбирает лабораторный метод в соответствии с целью и задачами исследования	Знает: современные биохимические методы исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, иммуноблоттинг, ингибиторный анализ, ферментативные методы)	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
		Умеет: выбирать современные биохимические методы исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, иммуноблоттинг, ингибиторный анализ, ферментативные методы) в соответствии с целями и задачами исследования	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ
	ПК-6.2 Способен выполнять лабораторные исследования с использованием современной	Знает: биохимические методы для оценки общей концентрации белка, относительной концентрации конкретного белка, изменения уровня конкретной формы белка, несущей определённую	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ,

	аппаратуры	посттрансляционную модификацию в соответствии с целями исследования	АУ
		Умеет: выполнять биохимические исследования для оценки общей концентрации белка, относительной концентрации конкретного белка с использованием современной аппаратуры	Для текущего контроля: - КВ, Д, АУ Для промежуточной аттестации: ТЗ, АУ

*Д — темы для докладов, КВ — контрольные вопросы, АУ — алгоритмы умения, ТЗ-тестовые задания*

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

##### 4.1 Объем дисциплины в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную внеаудиторную работу обучающихся

Вид учебной работы	Трудоемкость	Семестры
	объем в академических часах (АЧ)	1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
В том числе:		
Занятия лекционного типа	8	8
Занятия семинарского типа	24	24
Из них:		
Семинары (С)	4	4
Лабораторный практикум (ЛП)	16	16
Практическое занятие (ПЗ)	4	4
<b>Самостоятельная внеаудиторная работа (всего)</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
В том числе:		
Подготовка к аудиторным занятиям (проработка учебного материала по конспектам лекций и учебной литературе)	16	16
Работа с научной литературой	14	14
Подготовка докладов на заданные темы	10	10
Из них на практическую подготовку*	39	39
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>часы</b>	<b>72</b>	<b>2</b>
<b>зач.ед.</b>		

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

##### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов занятий

Наименование темы (раздела)	Контактная работа, академ. ч				СР	Всего	Из них на практическую подготовку*
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа					
		С	ПЗ	ЛП			
Раздел 1. Белки. Методы их изучения	4	2	2	8	20	36	19
Раздел 2. Посттрансляционные модификации белка	4	2	2	8	20	36	20
<b>ИТОГО</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>72</b>	<b>39</b>

*С – семинар, ПЗ – практическое занятие, ЛП - лабораторный практикум, СР- самостоятельная внеаудиторная работа.*

*\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

Образовательная деятельность в форме практической подготовки, предусматривающая участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, организована в соответствии с разработанным учебным планом и достигает 80% от общей трудоёмкости дисциплины для занятий семинарского типа и 50% от занятий самостоятельной работы.

#### 4.3 Тематический план занятий лекционного типа дисциплины — 8 часов

№ темы	Наименование темы лекционного занятия	Часы	Содержание темы	Индикаторы формируемых компетенций	Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия
<b>Раздел 1. Белки. Методы их изучения</b>					
1	Строение белка	2	Аминокислоты, их типы. Первичная, вторичная третичная и четвертичная структура белка. Основы энзимологии и принципы регуляции работы ферментов	УК-1.1, ОПК-2.1	Мультимедийная аппаратура, презентация
2	Методы изучения белков	2	Методы исследования белка методы определения концентрации белка (Лоури, Бредфорд, Варбург-Христиан, нингидрин) Колоночная хроматография (ионнообменная, обращеннофазовая, аффинная, гель-фильтрация, ВЭЖХ). Ультрафильтрация и диализ, высаливание, центрифугирование и ультрацентрифугирование изоэлектрофокусирование, электрофорез (диск-электрофорез, двумерный электрофорез, препаративный электрофорез) иммуноблоттинг, иммунопреципитация, ИФА, секвенирование, масс-спектрометрия (методы ионизации и разделения ионов, tandemная масс-спектрометрия, поиск посттрансляционных модификаций)	УК-1.1, ОПК-2.1, ПК-6.1	Мультимедийная аппаратура, презентация
<b>Раздел 2. Посттрансляционные модификации белка</b>					
3	Общие понятия о посттрансляционных модификациях	2	Матричный и нематричный синтез белков. Ферментативные и неферментативные модификации, ферменты модификаторы и их ингибиторы. Модификации N и C концов и боковых групп	УК-1.1, ОПК-2.1	Мультимедийная аппаратура, презентация
4	Современные методы определения модифицированной аминокислоты, определения характера модификации, оценки динамики процесса модификации	2	Методы исследования посттрансляционных модификаций (масс-спектрометрия в т.ч. tandemная, сайт специфический мутагенез методы, связанные с иммуноблоттингом (иммунопреципитация с окраской антителами против конкретной модификации, специфические антитела против конкретной модификации)	УК-1.1, ОПК-2.1, ПК-6.1	Мультимедийная аппаратура, презентация



#### 4.4 Тематический план занятий семинарского типа - 24 часа

Практические занятия – 4 часа

Семинары – 4 часа

Лабораторные практикумы – 16 часов

№ темы	Форма проведения практического занятия	Наименование темы практического занятия	Часы, в том числе на ПП*	Содержание темы практического занятия	Индикаторы формируемых компетенций	Формы и методы текущего контроля
<b>Раздел 1. Белки. Методы их изучения</b>						
1	Семинар	Строение белка и основы энзимологии	2 из них на ПП 80%	Аминокислоты, химические связи, задействованные в формировании структуры белка Кинетика ферментативного процесса, кривая Михаэлиса-Ментена, зависимость скорости реакции от условий (температура, рН, ионы), ингибирование обратимое и необратимое, коферменты и кофакторы	УК-1.1, ОПК-2.1	КВ, Д
2	Практическое занятие	Стратегия выбора метода разделения белковой смеси и детекции конкретного белка	2 из них на ПП 80%	Препаративное и аналитическое разделение белка, методы специфической детекции и разделения белков, разделение и детекция ферментов с помощью субстратов, иммунологические методы, методы разделения по массе и заряду. Достоинства и недостатки методов	УК-1.1, ОПК-2.1, ПК-6.1	КВ
3	Лабораторный практикум	Основные методы работы с белками	8 из них на ПП 80%	Определение концентрации белка в пробе плазмы крови. Осаждение белка трихлоруксусной кислотой, Хроматографическое разделение белковой смеси, Концентрирование белковой пробы на фильтре с заданным диаметром пор	ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	КВ, АУ
<b>Раздел 2. Посттрансляционные модификации белка</b>						
4	Семинар	Протеолиз. Распад белков или регуляция их работы.	2 из них на ПП 80%	Протеолиз (эндо и экзопротеазы, типы эндопротеаз, сериновые каскады сериновых протеаз (свёртывание крови, комплемент, каликреин-кининовая система), цистеиновые (каспазный каскад), металлопротеазы, протеасома) Система конъюгации убиквитина. Убиквитинлигазы и деубикитинирующие ферменты. Строение протеасомы, дегградация белка в протеасоме, убиквитинозависимая дегградация белков в лизосомах	УК-1.1, ОПК-2.1	КВ, Д
5	Практическое занятие	Стратегия выбора метода для изучения конкретной посттрансляционной модификации	2 из них на ПП 80%	Определение конкретной модификации белка, измерение относительного уровня белка несущего определённую модификацию Достоинства и недостатки методов изучения методов модификаций белков Ингибиторы ферментов модификаторов. Условия когда необходимы ингибиторы. Ингибиторы протеаз	УК-1.1, ОПК-2.1	КВ

				(сериновых, металлопротеаз, протеасом), ингибиторы киназ и фосфатаз, ингибиторы убиквитинлигаз и деубиквитинирующих ферментов, ингибиторы синтеза белка		
6	Лабораторный практикум	Детекция специфического белка и его фосформ с помощью иммуноблоттинга	8 из них на ПП 80%	Лизис клеток HeLa. Приготовление белкового препарата для электрофореза. Электрофорез в денатурирующих условиях. Элетроперенос, иммуноблоттинг с антителами против бека и его фосфорилированной формы, проявление иммуноблоттинга с помощью усиленной хемилюминисценции	ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	КВ, АУ
Итого			24 часа из них на ПП- 19 часов			

*КВ — контрольные вопросы, Д — темы для докладов, АУ — алгоритмы умения*

*\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы*

## 4.5 Внеаудиторная самостоятельная работа

Вид самостоятельной работы	Часы, в том числе на ПП*	Индикаторы формируемых компетенций
Подготовка к аудиторным занятиям (проработка учебного материала по конспектам лекций и учебной литературе)	16 из них на ПП- 50%	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2
Работа с научной литературой	14 из них на ПП- 50%	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2
Подготовка докладов на заданные темы	10 из них на ПП- 50%	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2
Итого	40 часов из них на ПП- 20 часов	

\***Практическая подготовка (ПП)** - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

### 4.5.1 Самостоятельная проработка некоторых тем – не предусмотрена

## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Виды оценочных средств, используемых при текущем контроле и промежуточной аттестации

Формы контроля	Название раздела дисциплины	Общее количество оценочных средств			
		КВ	ТЗ	АУ	Д
Текущий контроль	Раздел 1. Белки. Методы их изучения	20	-	7	5
	Раздел 2. Посттрансляционные модификации белка	25	-	4	8
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)		-	15	10	-

КВ – контрольные вопросы, Д – темы для докладов, АУ – алгоритмы умений

### 5.2 Организация текущего контроля знаний

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее индикатора)	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Белки. Методы их изучения	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	КВ, АУ, Д
2	Раздел 2. Посттрансляционные модификации белка	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	КВ, АУ, Д

КВ – контрольные вопросы, Д – темы для докладов, АУ – алгоритмы умений

### 5.3 Организация контроля самостоятельной работы

№ п/п	Вид работы	Код контролируемой компетенции (или ее индикатора)	Наименование оценочного средства
1	Подготовка к аудиторным занятиям (проработка учебного материала по конспектам лекций и учебной литературе)	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	КВ
2	Работа с учебной и научной литературой	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	Д
3	Подготовка докладов на заданные темы	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2	Д

КВ – контрольные вопросы, Д – темы для докладов

## 5.4 Организация промежуточной аттестации

### Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет

#### Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Индикаторы проверяемых компетенций
1	тестирование	ТЗ	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2
2	собеседование	АУ	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2

*КВ – контрольные вопросы, АУ-алгоритмы умений*

#### Типовые оценочные средства:

Примеры *типовых контрольных вопросов* для проверки формирования индикаторов компетенций УК-1.1:

- Расскажите о регуляции работы ферментов.
- Опишите протеолитические системы крови.

ОПК-2.1:

- Предложите процедуру выделения белка из плазмы крови в условиях наличия специфических антител против него.
- Опишите совокупность реакции и ферментов при конъюгации к белку убиквитина.

ОПК-2.3:

- Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции.
- Расскажите в каких процессах в организме и клетке задействована реакция протеолиза.

ПК-6.1:

- Предложите методику оценки скорости работы химотрипсина при разных значениях рН и температуры.
- Предложите процедуру детекции относительных уровней убиквитинированного белка.

ПК-6.2:

- Предложите процедуру детекции относительных уровней фосфорилированного белка.
- Предложите методики концентрирования белковой смеси.

Примеры *типовых тестовых заданий* для проверки формирования индикаторов компетенций УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2

Расположите в правильном порядке этапы создания функционально активного белка:

- а) Ковалентная модификация: гликозилирование, фосфорилирование и тд.
- б) Функционально зрелый белок
- с) Недавно синтезированная полипептидная цепь
- д) Сворачивание полипептидной цепи и связывание кофакторов
- е) Связывание с другими белковыми субъединицами

Ответ: с, е, а, д, б

Выберите один правильный ответ. Ферменты, катализирующие перенос фосфата от АТФ к специфическому аминокислотному остатку, называются:

- а) Протеинкиназы
- б) Метилтрансферазы
- с) Фосфатазы
- д) Кодазы
- е) Шеддазы

Ответ: а

Выберите один правильный ответ. Ограниченный примембранный протеолиз белков, приводящий к отщеплению экстраклеточного домена трансмембранных белков, это:

- а) Шеддинг

- b) Убиквитинирование
- c) Сумоилирование
- d) Метилирование
- e) Дефосфорилирование

Ответ: а

Примеры *типовых тем для докладов* для проверки формирования индикаторов компетенций УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3:

- Криоэлектронная микроскопия как способ построения трёхмерных моделей белков.
- Убиквитинлигазы RING семейства.

Примеры *алгоритма умений* для проверки формирования индикаторов компетенций ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2:

- Обучающийся демонстрирует способность осадить белок из пробы с помощью трихлоруксусной кислоты.
- Обучающийся демонстрирует способность окрасить мембрану с помощью антител и детектировать относительный уровень белка с помощью, усиленной хемилюминисценции.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (приложение 1 к рабочей программе).

## **6. ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

В ИМО создана и функционирует электронная информационно-образовательная среда (далее - ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся. Электронные библиотеки обеспечивают доступ к профессиональным базам данных, справочным и поисковым системам, а также иным информационным ресурсам.

### **6.1 Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационные справочные системы, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

#### **1. Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

Операционная система семейства Windows

Пакет OpenOffice

Пакет LibreOffice

Microsoft Office Standard 2016

NETOP Vision Classroom Management Software

Образовательный портал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

<http://moodle.almazovcentre.ru/>

САБ «Ирбис 64» - система автоматизации библиотек. Электронный каталог АРМ «Читатель» и Web-Ирбис

#### **6.2. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

Электронная библиотечная система «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU» ([www.medlib.ru](http://www.medlib.ru))

Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» ([www.rosmedlib.ru](http://www.rosmedlib.ru))

ЭБС «Букап» (<https://www.books-up.ru/>)

ЭБС «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Электронная библиотека Профи-Либ «Медицинская литература издательства "Спецлит"»

(<https://speclit.profy-lib.ru/>)

Всемирная база данных статей в медицинских журналах PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:**

Поисковые системы Yandex (<http://www.yandex.ru/>)

Мультимедийный словарь перевода слов онлайн МультиТран (<http://www.multitrans.ru/>)

Университетская информационная система РОССИЯ (<https://uisrussia.msu.ru/>)

Публикации ВОЗ на русском языке (<https://www.who.int/ru/publications/i>)

Международные руководства по медицине (<https://www.guidelines.gov/>)

Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ) (<http://www.femb.ru>)

Боль и ее лечение ([www.painstudy.ru](http://www.painstudy.ru))

US National Library of Medicine National Institutes of Health ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com))

Русский медицинский журнал ([www.rmj.ru](http://www.rmj.ru))

Министерство здравоохранения Российской Федерации ([www.rosminzdrav.ru](http://www.rosminzdrav.ru))

КиберЛенинка — это научная электронная библиотека (<https://cyberleninka.ru>)

Российская государственная библиотека ([www.rsl.ru](http://www.rsl.ru))

### **6.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

#### **Основная литература:**

1. Цитология и общая гистология: атлас / В. В. Банин, А. В. Павлов, А. Н. Яцковский. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/06-COS-2411.html>
2. Биология. Т. 1.: учебник: в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970474945.html>
3. Биология. Т. 2.: учебник: в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970474952.html>
4. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - Текст: электронный // URL: <https://urait.ru/bcode/493641>
5. Медицинская генетика: национальное руководство / под ред. Е. К. Гинтера, В. П. Пузырева, С. И. Куцева. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970463079.html>
6. Биофизика: взаимодействие клетки и поля: Учебник / Под ред. профессора И.В. Огневой. - Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2022. - Текст: электронный // URL: <https://www.medlib.ru/library/library/books/44161>
7. Основы биохимии Ленинджера. В 3 т. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001018643.html>
8. Основы биохимии Ленинджера. В 3 т. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001018650.html>
9. Основы биохимии Ленинджера. В 3 т. Т. 3. Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001018667.html>
10. Клетки по Льюису / ред.: Л. Кассимерис, В. Р. Лингаппа, Д. Плоппер ; пер. И. В. Филиппович. - 5-е изд. - пер. 2-го англ. изд. - М.: Лаборатория знаний, 2023. - 1056 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Клетки по Льюину / Л. Кассимерис [и др.] - Москва: Лаборатория знаний, 2018. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001015871.html>
2. Гены по Льюину / Дж. Кребс, Э. Голдштейн, С. Килпатрик - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785001015826.html>
3. Цитология. Функциональная ультраструктура клетки. Атлас / Банин В. В. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970438916.html>
4. Биология: учебник / И. И. Козлова, И. Н. Волков, А. Г. Мустафин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970446560.html>
5. Медицинская биология и общая генетика: учебник / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов, И. В. Рачковская - Минск: Выш. шк. , 2017. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9789850628862.html>
6. Биофизика: учебник для вузов / Под ред. В. Г. Артюхова - Москва: Академический Проект, 2020. - Текст: электронный // URL: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785829130275.html>
7. Краткий курс цитологии (клеточной биологии): Учебное пособие / Л.Г. Гарстукова, С.Л. Кузнецов. - Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2019. - Текст: электронный // URL: <https://www.medlib.ru/library/library/books/32246>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» программы высшего образования – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология Центр Алмазова располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебной дисциплиной.

Для проведения занятий по дисциплине «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» специальные помещения имеют материально-техническое и учебно-методическое обеспечение:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия и все формы его проведения) - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **8. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Состав и квалификация научно-педагогических работников, обеспечивающих осуществление образовательного процесса по дисциплине «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» соответствует требованиям ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

## **9. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется кафедрой на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины «Посттрансляционные модификации белка и его химический синтез» инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья кафедра обеспечивает:

1. для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - размещение в местах доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
  - надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
3. для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
  - возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

При освоении программы дисциплины обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средств обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.



**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПОСТТРАНСЛЯЦИОННЫЕ МОДИФИКАЦИИ БЕЛКА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ  
СИНТЕЗ»  
(наименование дисциплины)**

**Магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология**

**Профиль «Клеточная и молекулярная биология»**

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

**Срок освоения ОПОП ВО: 2 года**

*(нормативный срок обучения)*

Санкт-Петербург  
2022

## ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине «ПОСТТРАНСЛЯЦИОННЫЕ МОДИФИКАЦИИ БЕЛКА И ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями: УК-1, ОПК-2, ПК-6.
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций в процессе изучения дисциплин

Компетенция	Индикатор	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания результатов обучения			Оценочные средства
		Начальный «Удовлетворительный»	Базовый «Хорошо»	Продвинутый «Отлично»	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию на основе системного подхода, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает: некоторую современную научную и учебную литературу по основным закономерностям обмена веществ	Знает: хорошо современную научную и учебную литературу по основным закономерностям обмена веществ	Знает отлично современную научную и учебную литературу по основным закономерностям обмена веществ	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 1-10, раздела 2: 1-6 - Д раздела 1: 1-5, раздела 2: 1-8 АУ  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
		Умеет: -извлекать и анализировать информацию из учебной и научной литературы; -пользоваться некоторыми интернет ресурсами; -применять некоторые современные методики анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Умеет: -извлекать и анализировать информацию из учебной и научной литературы; -пользоваться различными интернет ресурсами; -применять различные современные методики анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Умеет: прекрасно владеет навыками: -анализа информации из учебной и научной литературы; -использования различных интернет ресурсов; -применения различных современных методик анализа в учебном процессе; -реферировать литературу по определенной теме	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 12-15, раздела 2: 10-12 - Д раздела 1: 1-5, раздела 2: 1-8 АУ  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов	ОПК-2.1 Применяет фундаментальные и прикладные знания в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых	Знает: теоретические основы некоторых биохимических реакций, механизмы ферментативных реакций, участия посттрансляционных модификаций в	Знает: теоретические основы различных биохимических реакций, механизмах ферментативных реакций, влиянии	Знает: теоретические основы различных биохимических реакций, механизмах ферментативных реакций,	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 11-15, раздела 2: 12-14 АУ  Для промежуточной

дисциплин (модулей), определяющих направленность программ магистратуры	задач	проведении сигнала в клетке	различных факторов на скорость ферментативных реакций, этапы синтеза и созревания белка, участия посттрансляционных модификаций в проведении сигнала в клетке	влиянии различных факторов на скорость ферментативных реакций, связи и химические группировки, участвующие в формировании различных уровней организации белка, этапы синтеза и созревания белка, участия посттрансляционных модификаций в проведении сигнала в клетке	аттестации: - АУ, ТЗ
		Умеет: выбрать биохимический метод анализа белка	Умеет: хорошо использовать основные биохимические понятия и методы в планировании биохимических исследований	Умеет: быстро ориентироваться в выборе основных биохимических понятий и методов в планировании биохимических исследований	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 1-15, раздела 2: 1-8 - Д раздела 1: 1-5, раздела 2: 1-8 - АУ раздела 1: 1-7, раздела 2: 1-4  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
	ОПК-2.3 Способен формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и расчетно-теоретических работ в избранной области биологии	Знает: влияние некоторых факторов на скорость ферментативных реакций	Знает: влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций	Знает: влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций, связи и химические группировки, участвующие в формировании различных уровней организации белка	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 6-9, раздела 2: 9 АУ  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
		Умеет: с помощью преподавателя формулировать выводы на основе поставленной цели исследования, полученных результатов и	Умеет самостоятельно формулировать выводы на основе поставленной цели исследования,	Умеет самостоятельно формулировать выводы на основе поставленной цели исследования,	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 12-17, раздела 2: 11-18 - Д раздела 1: 4, 5, раздела 2: 6-8

		оценки погрешностей	полученных результатов	полученных результатов и оценки погрешностей	- АУ раздела 1: 1-7, раздела: 2 1-4  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
ПК-6 Способен выбирать адекватные методы решения и осуществлять исследования с использованием современных технологических решений	ПК-6.1 Выбирает лабораторный метод в соответствие с целью и задачами исследования	Знает: теоретические основы биохимических методов исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, ингибиторный анализ, ферментативные методы)	Знает: хорошо теоретические основы биохимических методов исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, иммуноблоттинг, ферментативные методы)	Знает: отлично теоретические основы биохимических методов исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, иммуноблоттинг, ингибиторный анализ, ферментативные методы)	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 12-17, раздела 2:11-18, - АУ раздела 1: 1-7, раздела 2: 1-4  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
		Умеет: выбирать некоторые биохимические методы исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, ферментативные методы) в соответствии с целями и задачами исследования	Умеет: выбирать различные биохимические методы исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, иммуноблоттинг, ферментативные методы) в соответствии с целями и задачами исследования	Умеет: выбирать современные биохимические методы исследований (вестерн-блоттинг, полиакриламидный электрофорез, иммуноблоттинг, ингибиторный анализ, ферментативные методы) в соответствии с целями и задачами исследования	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 12-17, раздела 2: 11-18, - АУ раздела 1: 1-7, раздела 2: 1-4 АУ  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ
	ПК-6.2 Способен выполнять лабораторные исследования с использованием современной аппаратуры	Знает: основные принципы биохимических методов для оценки общей концентрации белка	Знает: основные принципы биохимических методов для оценки общей концентрации белка, относительной концентрации конкретного белка,	Знает: различные принципы биохимических методов для оценки общей концентрации белка, относительной концентрации конкретного белка, изменения уровня конкретной формы белка, несущей определённую посттрансляционную модификацию в	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 12-17, раздела 2: 11-18 - АУ раздела 1: 1-7, раздела 2: 1-4 АУ  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ

				соответствии с целями исследования	
		Умеет: выполнять биохимические исследования для оценки общей концентрации белка,	Умеет: выполнять биохимические исследования для оценки общей концентрации белка, относительной концентрации конкретного белка	Умеет: выполнять биохимические исследования для оценки общей концентрации белка, относительной концентрации конкретного белка с использованием современной аппаратуры	Для текущего контроля: - КВ раздела 1: 12-17, раздела 2: 11-18 - АУ раздела 1: 1-7, раздела 2: 1-4  Для промежуточной аттестации: - АУ, ТЗ

### Организация текущего контроля

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее индикатора)	Наименование оценочного средства
1	Белки. Методы их изучения	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2	КВ, АУ, Д
2	Посттрансляционные модификации белка	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2	КВ, АУ, Д

*КВ – контрольные вопросы, АУ – алгоритмы умений, Д – темы для докладов*

### Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет

#### Этапы проведения промежуточной аттестации:

Этапы	Вид задания	Оценочные материалы	Индикаторы проверяемых компетенций
1	тестирование	ТЗ	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3, ПК-6.1, ПК-6.2
2	собеседование	АУ	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2

*КВ – контрольные вопросы, АУ – алгоритмы умений*

### 3. Критерии оценивания заданий промежуточной аттестации:

Вид задания	«Не зачтено»	«Зачтено»
Тестирование	70% и менее правильных ответов	71% и более правильных ответов
Собеседование по выполнению алгоритмов умений	Магистрант не способен применять знания биохимической методологии для решения фундаментальных профессиональных задач; не способен к абстрактному мышлению, анализу, синтезу всех полученных теоретических знаний; не способен творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин курса; не способен осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов.	Магистрант способен применять знания биохимической методологии для решения фундаментальных профессиональных задач; не способен к абстрактному мышлению, анализу, синтезу всех полученных теоретических знаний; не способен творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин курса; не способен осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### Контрольные вопросы

1. Типы аминокислот, их строение.
2. Уровни структуры белка.
3. Синтез белка (матричный и нематричный).
4. Опишите этапы фолдинга.
5. Методы разделения белковой смеси.
6. Ферменты, коферменты, кофакторы.
7. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции.
8. Ферментативные реакции, регуляция работы ферментов, ингибиторы обратимые и не очень.
9. Расскажите о регуляции работы ферментов.
10. Какие факторы и как влияют на скорость ферментативной реакции.
11. Опишите в каких реакциях и процессах задействованы витамины (цианкобаламин, аскорбиновая кислота).
12. Предложите процедуру выделения белка из плазмы крови в условиях наличия специфических антител против него.
13. Предложите процедуру выделения белка из плазмы крови в условиях отсутствия специфических антител против него.
14. Предложите методику оценки скорости работы химотрипсина при разных значениях pH и температуры.
15. Предложите методики концентрирования белковой смеси.
16. Предложите методику детекции образования комплексов двух белков.
17. Предложите процедуру детекции общего уровня белка в лизате ткани печени.
18. Что такое протеолиз?
19. Опишите протеолитические системы крови?
20. Зависимая от убиквитина деградация белков.
21. Гликозилирование белков.
22. АДФ-рибозилирование белков.
23. Расскажите в каких процессах в организме и клетке задействована реакция протеолиза.
24. Предложите методику детекции изменений уровней конкретных белков и посттрансляционных модификаций в клетках HEK293 после воздействия на эти клетки теплового шока (30 минут 42°C).
25. Предложите стратегию определения того какие модификации несёт конкретный белок.
26. Опишите совокупность реакции и ферментов при конъюгации к белку убиквитина.
27. Расскажите о каскаде комплемента.
28. Расскажите о протеолитических ферментах ЖКТ человека.
29. Предложите процедуру детекции наличия посттрансляционных модификаций в конкретном белке.
30. Предложите возможные составы буферов для лизиса клеток. В лизате необходимо проанализировать наличие убиквитинированных и фосфорилированных белков.
31. Предложите процедуру детекции относительных уровней фосфорилированного белка.
32. Предложите процедуру детекции относительных уровней убиквитинированного белка.
33. Опишите способ детектировать концентрацию белка в пробе по методу Лоури.
34. Опишите способ осадить белок из пробы с помощью трихлоруксусной кислоты.
35. Опишите метод лизиса клеток и подготовку пробы для электрофореза в денатурирующих условиях.
36. Напишите состав буфера для лизиса клеток, опишите значение основных его компонентов.
37. Опишите способ разделения белков в денатурирующих условиях.
38. Опишите методику и принцип приготовления полиакриламидного геля. В чем его отличие от агорозного геля.

39. Опишите принципы разделения белков в разных системах.
40. Опишите способ разделения белковой смеси по методу Леммли.
41. Опишите принцип метода электропереноса белков из геля на нитроцеллюлозную мембрану с помощью блоттера.
42. Опишите принцип окраски мембраны с помощью антител.
43. Опишите метод определения относительного уровня белка с помощью, усиленной хемилюминисценции.
44. Опишите этапы стрипинга.
45. Опишите принцип повторной окраски мембраны с помощью антител.

### **Темы докладов**

#### **Раздел 1. Белки. Методы их изучения**

1. Криоэлектронная микроскопия как способ построения трёхмерных моделей белков.
2. Методы исследования межбелковых взаимодействий.
3. Типы масс-спектрометрии.
4. Историческое развитие метода электрофореза.
5. Аффинная хроматография.

#### **Раздел 2. Посттрансляционные модификации белка**

1. Металлопротеазы внеклеточного матрикса.
2. Гликопротеины и протеогликаны.
3. Убиквитинлигазы RING семейства.
4. Протеинкиназы С.
5. Cdc42 каскад MAP киназ.
6. Синтез и созревание инсулина.
7. Типы посттрансляционных модификаций рецептора эпидермального фактора роста.
8. Аутофагия.

#### **Перечень алгоритмов умений**

1. Обучающийся демонстрирует способность детектировать концентрацию белка в пробе по методу Лоури.
2. Обучающийся демонстрирует способность осадить белок из пробы с помощью трихлоруксусной кислоты.
3. Обучающийся демонстрирует способность провести лизис клеток и подготовить пробу для электрофореза в денатурирующих условиях.
4. Обучающийся демонстрирует способность приготовить буфер для лизиса клеток.
5. Обучающийся демонстрирует способность приготовить препарат для разделения белков в денатурирующих условиях.
6. Обучающийся демонстрирует способность приготовить 9% полиакриламидный гель.
7. Обучающийся демонстрирует способность провести электрофорез белков в геле.
8. Обучающийся демонстрирует способность разделить белковую смесь с помощью электрофореза в полиакриламидном геле по методу Леммли.
9. Обучающийся демонстрирует способность провести электроперенос белков из геля на нитроцеллюлозную мембрану с помощью блоттера.
10. Обучающийся демонстрирует способность окрасить мембрану с помощью антител и детектировать относительный уровень белка с помощью, усиленной хемилюминисценции.
11. Обучающийся демонстрирует способность провести стрипинг и повторно окрасить мембрану с помощью антител и детектировать относительный уровень фосфорилированного белка с помощью, усиленной хемилюминисценции.

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Тестовые задания

№ п/п	Тестовое задание	Эталон (ключ) ответа	Проверяемые компетенции
1.	<p>Выберите один правильный ответ. Тетрациклинсодержащие препараты:</p> <p>a) Являются ингибиторами репликации</p> <p>b) Нарушают посттрансляционную достройку молекул белка</p> <p>c) Вызывают гибель инфицированных клеток</p> <p>d) Выключают синтез РНК</p> <p>e) Прекращают синтез белков в клетках патогенной микрофлоры</p>	d	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
2.	<p>Выберите один правильный ответ. В посттрансляционных модификациях метилировании белков осуществляют:</p> <p>a) Фосфатазы</p> <p>b) Метилтрансферазы</p> <p>c) Протеинкиназы</p> <p>d) Гистоны</p> <p>e) Шапероны</p>	b	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
3.	<p>Выберите один правильный ответ. Неправильно свёрнутые белки могут подвергнуться рефолдингу благодаря:</p> <p>a) Молекулярным шаперонам</p> <p>b) Протеасоме</p> <p>c) Нуклеосоме</p> <p>d) Гистонам</p> <p>e) Рибосоме</p>	a	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
4.	<p>Выберите один правильный ответ. Особые участки плазматической мембраны, которые обогащены гликофинголипидами и холестерином, влияют на текучесть мембраны и регулируют перемещение мембранных белков и рецепторов, называются:</p> <p>a) Липидные рафты</p> <p>b) Протеасомы</p> <p>c) Дисульфидные мостики</p> <p>d) <math>\beta</math>-складчатые слои</p> <p>e) <math>\alpha</math>-спирали</p>	a	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
5.	<p>Выберите несколько вариантов ответа. Посттрансляционные модификации белка могут привести к:</p> <p>a) Регулирование активности белка</p> <p>b) Изменение конформации белка</p> <p>c) Связывание с другими белками</p> <p>d) Перемещению белка в клетке</p>	a,b,c,d	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
6.	<p>Выберите один правильный ответ. Белки, инициирующие протеасомную деградацию неправильно сложенных белков, называются:</p> <p>a) Шапероны</p>	a	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2




	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) Гистоны</li> <li>c) Нуклеосомы</li> <li>d) Экзоны</li> <li>e) Кодазы</li> </ul>		
7.	<p>Расположите в правильном порядке этапы создания функционально активного белка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ковалентная модификация: гликозилирование, фосфорилирование и тд.</li> <li>b) Функционально зрелый белок</li> <li>c) Недавно синтезированная полипептидная цепь</li> <li>d) Сворачивание полипептидной цепи и связывание кофакторов</li> <li>e) Связывание с другими белковыми субъединицами</li> </ul>	c, e, a, d, b	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
8.	<p>Выберите один правильный ответ. Ферменты, катализирующие перенос фосфата от АТФ к специфическому аминокислотному остатку, называются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Протеинкиназы</li> <li>b) Метилтрансферазы</li> <li>c) Фосфатазы</li> <li>d) Кодазы</li> <li>e) Шеддазы</li> </ul>	a	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
9.	<p>Выберите один правильный ответ. Ограниченный примембранный протеолиз белков, приводящий к отщеплению экстраклеточного домена трансмембранных белков, это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Шеддинг</li> <li>b) Убиквитинирование</li> <li>c) Сумоилирование</li> <li>d) Метилирование</li> <li>e) Дефосфорилирование</li> </ul>	a	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
10.	<p>Выберите один правильный ответ. Выберите один верный вариант. Для ко- и посттрансляционной модификаций характерно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Формирование только четвертичной структуры</li> <li>b) Участие ферментов</li> <li>c) Отсутствие затрат энергии</li> <li>d) Абсолютная необратимость</li> <li>e) Процесс происходит в цитозоле</li> </ul>	b	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
11.	<p>Выберите один правильный ответ. К посттрансляционной модификации белков не относится:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ковалентное присоединение простетической группы;</li> <li>b) превращение проферментов в ферменты</li> <li>c) образование мультиферментных комплексов</li> <li>d) удаление сигнальной последовательности</li> </ul>	c	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2

12.	Выберите несколько правильных ответов. Посттрансляционная модификация белков может происходить путем их. а) фосфорилирование б) гидроксипирование в) ограниченный протеолиз г) ковалентное связывание с простетической группой	a,b,c,d	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
13.	Выберите один неправильный ответ. Посттрансляционные модификации белков превращают: а) Простые белки в фосфопротеины б) Проферменты в функционально активные ферменты в) Апопротеины в холопротеины г) Гемопроотеины в простые белки д) Несколько протомеров в олигомер	d	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
14.	Выберите один неправильный ответ. В ходе посттрансляционной достройки полипептидные цепи могут: а) Образовывать олигомеры б) Подвергаться частичному протеолизу в) Гидроксипироваться г) Присоединять простетические группы д) Удлиняться на несколько аминокислот	e	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2
15.	Выберите один неправильный ответ. При формировании молекул иммуноглобулина происходят следующие посттрансляционные модификации: а) Образуются S-S-связи между L- и H-цепями б) В зрелую молекулу включаются 2L- и 2H-цепи в) Образуются S-S-связи между H-цепями г) Остатки пролина гидроксипируются д) К константному домену H-цепей присоединяется углеводная компонента	d	УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3 ПК-6.1, ПК-6.2

**Перечень алгоритмов умений (проверяемые компетенции - УК-1.1, ОПК-2.1, ОПК-2.3  
ПК-6.1, ПК-6.2)**

1. Обучающийся демонстрирует способность детектировать концентрацию белка в пробе по методу Лоури.
2. Обучающийся демонстрирует способность провести лизис клеток и подготовить пробу для электрофореза в денатурирующих условиях.
3. Обучающийся демонстрирует способность приготовить буфер для лизиса клеток.
4. Обучающийся демонстрирует способность приготовить препарат для разделения белков в денатурирующих условиях.
5. Обучающийся демонстрирует способность приготовить 9% полиакриламидный гель.
6. Обучающийся демонстрирует способность провести электрофорез белков в геле.
7. Обучающийся демонстрирует способность разделить белковую смесь с помощью электрофореза в полиакриламидном геле по методу Леммли.

8. Обучающийся демонстрирует способность повести электроперенос белков из геля на нитроцеллюлозную мембрану с помощью блоттера.
9. Обучающийся демонстрирует способность окрасить мембрану с помощью антител и детектировать относительный уровень белка с помощью, усиленной хемиллюминисценции.
10. Обучающийся демонстрирует способность провести стрипинг и повторно окрасить мембрану с помощью антител и детектировать относительный уровень фосфорилированного белка с помощью, усиленной хемиллюминисценции.

<b>ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России</b>		
Сертификат	01D9A9C6655B6ED0000BADF200060002	
Владелец	Пармон Елена Валерьевна	
Действителен	с 28.06.2023 по 28.06.2024	