Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 16:48:43
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия биологически активных веществ»

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Профиль
Биотехнология

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва 2026 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент  /М.Ю. Попова/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «ХимБиотех»,
д.с-х.н., профессор  /Н.В. Мясищева/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 7
3. Структура и содержание дисциплины 8
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 8
3.2 Тематический план изучения дисциплины 8
3.3 Содержание дисциплины 10
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 13
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 13
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 13
4.2 Основная литература 13
4.3 Дополнительная литература 14
4.4 Электронные образовательные ресурсы 14
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 14
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 14
5. Материально-техническое обеспечение 14
6. Методические рекомендации 15
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 15
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 16
7. Фонд оценочных средств 17
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 17
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 19
7.3 Оценочные средства 20
7.3.2. Промежуточная аттестация 23

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель освоения дисциплины «Химия биологически активных веществ» состоит в формировании и развитии у обучающихся систематических знаний, умений и навыков по данной дисциплине, позволяющих обеспечить выполнение требований ФГОС ВО с учетом особенностей научно-образовательной школы Университета и актуальных потребностей рынка труда в кадрах с высшим образованием в соответствии с направлением подготовки 19.03.01 «Биотехнология».

Основные задачи изучения дисциплины «Химия биологически активных веществ»:
– получение студентами знаний об основных классах биологически активных соединений, методах их получения, выделения, очистки и модификации;
– раскрытие связей дисциплины с другими химическими и биологическими дисциплинами; – освоение студентами базовых методов и приемов работы с биологически активными соединениями, освоение современных методов разделения и доказательства строения биологически активных соединений.

Обучение по дисциплине «Химия биологически активных веществ» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.	**ИОПК-7.1**. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии. **ИОПК-7.2**. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии. **ИОПК-7.3**. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.
ПК-5. Способен проводить подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ.	**ИПК-5.1**. Знает технологию получения БАВ; правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных; методы приготовления питательных сред; требования производственной санитарии, асептики, пожарной безопасности и охраны труда; методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизмапродуцента; правила работы с автоклавом; требования к стерилизации питательных сред; правила эксплуатаци. биотехнологического оборудования. **ИПК-5.2** Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов; отбирать образцы микроорганизмов,клеток растений и животных из

	природной среды; производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры для проведения биотехнологического процесса; производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред; производить пересев инокулянта с целью выделения чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента для проведения биотехнологического процесса; проверять однородность чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента по морфологическим и физиологическим признакам; производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность. **ИПК-5.3** Владеет методами подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса; биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса; приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмовпродуцентов, клеточных культур животных и растений заданного состава; метолами выделения и поддержания чистых культур микроорганизмов – продуцентов БАВ; оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов-продуцентов на твердые и жидкие питательные среды.

ПК-7. Способен осуществлять контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом.	**ИПК-7.1** Знает: технологию и контроль производства БАВ; показатели качества биотехнологической продукции; статистические методы управления качеством продукции; виды брака и его учет в производстве биотехнологической продукции. **ИПК-7.2** Умеет производить анализ качества сырья для биотехнологического производства в соответствии с регламентом; определять содержание основного вещества в готовых БАВ; определять активность действующего вещества в готовом биотехнологическом препарате; определять содержание клеток продуцента в продуктах, полученных с помощью микроорганизмов; анализировать претензии от потребителей по качеству продукции биотехнологического производства; вести учет дефектной про-
	дукции биотехнологического производства; анализировать причины появления дефектной продукции биотехнологического производства, производить расчет вероятности факторов появления и значений последствий; разрабатывать предложения по снижению (предотвращению) производства дефектных продуктов. **ИПК-7.3** Владеет методиками оценки входного контроля качества сырья, используемого в биотехнологическом процессе; проведения контроля качества промежуточной и готовой биотехнологической продукции; рассмотрения рекламаций по качеству БАВ; выявления критических (опасных) факторов отдельных технологических операциях биотехнологического производства; разработки мероприятий с целью устранения рисков или снижения их до допустимого уровня и повышения безопасности выпускаемой биотехнологической продукции.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химия биологически активных веществ» (Б1.1.16.8) относится к обязательной части профессиональных учебных дисциплин Б1, формируемой участниками образовательного модуля «Математических и естественнонаучных дисциплин (Б1.1.16) основной образовательной программы бакалавриата.

«Химия биологически активных веществ» взаимосвязана логически и методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: – Общая и неорганическая химия;

– Органическая химия;

– Коллоидная химия;

– Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;

– Биохимия;

– Основы молекулярной биологии.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	нет	нет	
1.3	Лабораторные занятия	36	36	
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка к лабораторным работам	12	12	
2.2	Выполнение тестовых заданий	12	12	
2.3	Подготовка докладов, презентаций	12	12	
3	**Промежуточная аттестация**			
	экзамен			
	Итого	**108**		

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Аминокислоты. Белки. Ферменты.	**24**	**8**	-	**16**	-	
1.1	Тема 1. Аминокислоты.		2		4		2
1.2	Тема 2. Пептиды и белки.		2		4+4		2
1.3	Тема 3. Ферменты		4		4		4
2.	Раздел 2. Нуклеозиды, Нуклеотиды, нуклеиновые кислоты.	**8**	**4**		**4**		
2.1	Азотистые основания. Алкалоиды. Нуклеозиды.		2		4		2
2.2	Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты.		2				2
3	Раздел 3. Углеводы	**8**	**4**		**4**		
3.1	Моносахариды		2		2		2
3.2	Олигосахариды. Полисахариды.		2		2		2
4	Раздел 4. Липиды. Гормоны	**4**	**4**				
4.1	Липиды		2				2
4.2	Гормоны. Межклеточная сигнализация.		2				2
5	Раздел 5. Витамины	**8**	**4**		**4**		
5.1	Водорастворимые витамины		2				2
5.2	Жирорастворимые витамины. Каротиноиды.		2		4		2
6	Раздел 6. Биологически активные вещества растительного происхождения	**8**	**4**		**4**		
6.1	Флавоноиды. Дубильные вещества. Кумарины и хромоны.		2		4		2
6.2	Гликозиды. Эфирные масла. Сапонины. Лигнаны.		2				2
7	Раздел 7. Антибиотики и лекарственные вещества	**8**	**4**		**4**		
7.1	Антибиотики		2		4		2
7.2	Лекарственные вещества		2				2
8	Раздел 8. Бионеорганическая химия	**4**	**4**				
8.1	Биогенные элементы - неметаллы и металлы		2				2

8.2	Биологическая роль металлов и неметаллов, не относящихся к органогенам		2				2
	Итого	**72**	**36**		**36**		**36**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Аминокислоты. Белки. Ферменты.

Тема 1.1 Аминокислоты. Номенклатура, классификация, стереохимия.

Физико-химические свойства аминокислот. Кислотно-основные свойства, изоэлектрическая точка. Химические свойства: реакции аминокислот по аминогруппе, по карбоксильной группе, с одновременным участием амино- и карбоксильной групп.

*Тема 1.2. Пептиды и белки***.** Пептиды. Строение, номенклатура, классификация. Конфигурация пептидной связи. Пептидные гормоны. Нейропептиды. Пептиды с иммунологическим действием. Пептидные антибиотики.

Белки. Классификация белков. Функции белков.

Методы выделения и очистки белков: диализ, ультрафильтрация, центрифугирование, гельхроматография, электрофорез, ионная и аффинная хроматографии.

Конформация полипептидной цепи в белках. Вторичная структура белка. Спиральные структуры. Складчатые структуры. Понятие о третичной и четвертичной структуре белка. Методы установления пространственной структуры белков. Денатурация и ренатурация белков.

*Тема 1.3. Ферменты***.** Классификация и номенклатура ферментов. Строение ферментов и понятие об активном центре. Специфичность действия ферментов.

Влияние на скорость ферментативной реакции концентрации фермента, концентрации субстрата, температуры, pH среды. Конкурентное и неконкурентное ингибирование.

Раздел 2. Нуклеозиды, Нуклеотиды, нуклеиновые кислоты.

*Тема 2.1 Азотистые основания. Алкалоиды. Нуклеозиды***.** Гетероциклические основания пиримидинового и пуринового ряда: физико-химические свойства. Минорные компоненты нуклеиновых кислот. Нуклеозиды. Классификация и номенклатура. Строение нуклеозидов, тип гликозидной связи и ее конфигурация. Химическая модификация нуклеозидов по гетероциклическим основаниям. Гидролиз гликозидных связей. Производные тропана и других гетероциклов с мостиковым азотом. Изохинолиновые алкалоиды. Хинолиновые алкалоиды. Алкалоиды с азоловыми, азиновыми и другими гетероциклами. Изопреноидные алкалоиды.

*Тема 2.2 Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты***.** Нуклеотиды. Строение и свойства. Олиго- и полинуклеотиды. Номенклатура и строение. Тип межнуклеотидной связи. Вторичная структура ДНК. Конформация нуклеотидов. Конформации гетероциклических оснований, фуранозного цикла (C2’-эндо, C3’-эндо), гликозидной связи (син- и антиконформации). Модель Уотсона-Крика. Макромолекулярные свойства ДНК. Понятие о репликации ДНК. Типы РНК - рибосомальная, матричная, транспортная. Функциональная роль разных типов РНК. Первичная структура РНК. Макроструктура т-РНК, модель клеверного листа.

Раздел 3. Углеводы.

Тема 3.1 Моносахариды. Строение, номенклатура. Стереохимия и конформация моносахаридов. Аномерный центр: его стереохимия, особые свойства гидроксильной группы. Важнейшие производные моносахаридов: гексозы, дезоксисахара, аминосахара, уроновые кислоты. Химические свойства моносахаридов (алкилирование, ацилирование, восстановление, окисление, гликозилирование).

Тема 3.2. Олигосахариды. Полисахариды. Классификация, номенклатура, стереохимия. Гомополисахариды: крахмал, целлюлоза, гликоген, хитин, декстран. Гетерополисахариды: гемицеллюлоза, пектиновые вещества. Гетерополиаминосахариды - белковые комплексы соединительной ткани. Гепарин, его антикоагулянтная активность. Гиалуроновая кислота, строение, биологическая роль. Хондроитинсульфаты и их роль в кальцификации тканей.

Раздел 4. Липиды. Гормоны

*Тема 4.1 Липиды***.** Нахождение в природе, функции, классификация. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты, альдегиды, аминоспирты, аминокислоты, полиолы. Особенности стереохимии липидов и номенклатура.

Нейтральные липиды – классификация, строение, функции. Нейтральные глицеролипиды со сложноэфирной связью, с простой эфирной связью: алкильные и 1-*О*-алкенильные (плазмалогены). Холестерин: его особая роль в организме.

Гликолипиды. Гликозилдиглицериды, цереброзиды. Ганглиозиды: классификация и биологическая роль. Фосфолипиды. Строение и номенклатура. Глицерофосфолипиды. Полиглицерофосфаты, фосфоинозитиды. Сфинголипиды. Сфингозиновые основания, типы природных сфинголипидов. Сфингофосфолипиды. Липиды и биологические мембраны. Фазовые состояния липидных агрегатов, фазовые переходы. Динамическое состояние липидов в бислое.

Тема 4.2. Гормоны. Межклеточная сигнализация. Локальные химические медиаторы, гормоны, нейромедиаторы. Механизмы действия водорастворимых и жирорастворимых сигнальных молекул. Сигнализация с участием рецепторов клеточной поверхности и вторых посредников. Стероидные гормоны. Циклопентанпергидрофенантрен и его пространственное строение. Классификация стероидных гормонов. Эстрогены. Функция и особенности структуры. Андрогены и анаболики (тестостерон, андростерон). Гестагенные гормоны: прогестерон, прегнин, контрацептивы, их физиологическое действие. Минералокортикоиды и глюкокортикоиды, их роль в обмене веществ (кортизон, гидрокортизон, альдостерон). Трансформированные кортикостероиды: преднизол, преднизолон, дексаметазон. Общее представление о механизме действия стероидов на молекулярном уровне. Нейромедиаторы и гормоны - производные аминокислот.

Ацетилхолин и его антагонист ГАМК. Катехоламины: адреналин, норадреналин. Производные индола: триптамин, мелатонин, серотонин.

Раздел 5. Витамины.

Тема 5.1 Водорастворимые витамины. Значение для организма. Классификация, отличия жиро- и водорастворимых витаминов. Общие причины и признаки а- и гиповитаминозов. Функциональная классификация водорастворимых витаминов. Пути их превращения в коферменты. Тиамин: пищевые источники, коферментная форма, участие в обмене веществ, бери-бери. Аскорбиновая кислота: структура, свойства, пищевые источники, биохимические функции, использование в медицине, цинга. Рибофлавин: пищевые источники, флавиновые коферменты н ферменты, их основные функции в обмене веществ,

признаки авитаминоза. Ниацин: структура, пищевые источники, никотинамидные коферменты и их основные функции в обмене веществ, пеллагра. Витамин В6 и пантотеновая кислота: пищевые источники, коферментные формы, участие в обмене веществ. Фолиевая кислота: коферментная форма, биологические функции и медицинское значение, антагонисты фолиевой кислоты. В12 и биотин: биологическое и медицинское значение.

Тема 5.2 Жирорастворимые витамины. Каротиноиды. Каротин н витамин А: пищевые источники, активные формы витамина А, биологические функции, проявления авитаминоза. Витамины Е и К: биологические функции, признаки авитаминозов, медицинское значение. Витаминоподобные вещества. Витаминоподобные вещества, их отличие от истинных витаминов – основные представители, биологическая функция основные представители, биологическая функция. Классификация каротиноидов: бескислородные и ксантофилы. α-, β-, γ-каротины, апокаротиноиды. Биологическая активность каротиноидов. Антивитамины.

Раздел 6. Биологически активные вещества растительного происхождения

Тема 6.1 Флавоноиды. Дубильные вещества. Кумарины и хромоны. Классификация и структура флавоноидов. Кверцетин. Антоциан. Полифенол. Рутин. Биологическая активность флавоноидов. Синтетические, животные и растительные дубильные вещества. Таннины. Источники, биологическая активность и применение дубильных веществ. Кумарины и хромоны. Классификация кумаринов, химическое строение и физикохимические свойства, биологическая активность.

Тема 6.2 Гликозиды. Эфирные масла. Сапонины. Лигнаны. Классификация гликозидов: цианогенные, фенолгликозиды, оксиантрахиноновые гликозиды, гликосинапиды, цереброзиды, гликозиды-горечи, фитостеролины. Образование гликозидов в растениях и их биологическая активность. Сердечные гликозиды. Сапонины - физикохимические свойства и биологическая активность. Кислота глицирризиновая. Эфирные масла. Терпены. Гераниол. Ментол. Камфора. Лигнаны: химическое строение и физикохимические свойства распространение в растительном мире и биологическая активность.

Раздел 7. Антибиотики. Лекарственные вещества

Тема 7.1 Антибиотики. Классификация по структурному типу и механизму действия. β-Лактамные антибиотики – пенициллины, цефалоспорины и цефамицины; практически важные представители, биологическая активность. Тетрациклины – особенности строения, биологическая активность. Аминогликозиды – стрептомицин и родственные соединения; представители аминогликозидных антибиотиков I-го, II-го и III-го поколения, биологическая активность. Полиеновые и неполиеновые антибиотики. Олигопептидный антибиотик.

*Тема 7.2 Лекарственные вещества***.** Фармакология. Классификация лекарственных веществ. Этапы создания новых лекарственных препаратов. Применение компьютерного моделирования в конструировании новых лекарственных форм. Зависимость биологического действия от некоторых физических и химических свойств лекарственных веществ.

Раздел 8. Бионеорганическая химия

Тема 8.1 Биогенные элементы - неметаллы и металлы. Биогенные элементы. Понятие о макро- и микроэлементах. Элементы-неметаллы и живые организмы. Металлы и неметаллы – органогены.

Тема 8.2 Биологическая роль металлов и неметаллов, не относящихся к органогенам. Воздействие неорганических веществ на живые организмы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Не предусмотрено программой

3.4.2. Лабораторные занятия (36 часов)

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (в акад. час.)
1	Свойства аминокислот	4
2	Фракционное разделение белков	4
3	Осаждение белков	4
4	Ферменты	4
5	Алкалоиды	4
6	Углеводы: моносахариды и полисахариды	4
7	Определение каротиноидов в растительном сырье методом ТСХ	4
8	Флавоноиды. Дубильные вещества.	4
9	Качественные реакции на антибиотики	4
	Всего	**36**

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Гост Р 55751-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Общие положения. (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 24.11.2021 N 1560-ст).

2. Профессиональные стандарты:

40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (Приказ Минтруда и социальной защиты РФ от 14 марта 2014 № 121н).

26.024 Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ (Приказ Минтруда и социальной защиты РФ от 22 июля 2020 № 441н).

4.2 Основная литература:

1. Коваленко Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ / Л.В.Коваленко. М,:Бином, 2009, 229 с. URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9485
2. Биологическая химия: Учебное пособие для студ. Высш. Учебн. заведений / Под ред. Н.И. Ковалевской. -М: Издат. центр «Академия», 2005, 256 с. URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9485
3. Котыхова О.А., Лоншаков Д.В., Матвеев А.В. Органическая и биоорганическая 295 с. Раздел 5. химия. Учебное пособие. Часть 2.Текстовое электронное издание. М., Мосполитех, 2021.URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9485

4.Котыхова О.А., Лоншаков Д.В. Органическая и биоорганическая химия. Учебное пособие. Часть 3.Текстовое электронное издание. М., Мосполитех, 2022, 193 с. Разделы 3, 5, 6. URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9485

5. Котыхова О.А. Химия биологически активных веществ. Лабораторный практикум. Текстовое электронное издание. М., Мосполитех, 2023, 69 с. URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9485

4.3 Дополнительная литература

1. В.В. Бирюков Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие.//М.: Колосс, 2004. 295 с. URL: https://rusneb.ru/catalog010003_000061_817bfe12c97632b7e37591bc254c8195/

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9485 (Электронный образовательный ресурс МосПолитеха. курс «Химия биологически активных веществ», 2022)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. http://isir.ras.ru/ (Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук)

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed (Свободный доступ в крупнейшую базу научных данных в области биомедицинских наук MedLine).
2 www.molbiol.ru (Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии).

5. Материально-техническое обеспечение

Специализированная учебная аудитория кафедры «Химической технологии и биотехнологии» АВ 5505 оснащенная мультимедийными средствами проведения занятий.

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Химической технологии и биотехнологии» АВ 5406 (б) оснащенная реактивами, химическим и биотехнологическим оборудованием для проведения лабораторных работ, а также специализированной мебелью и посудой.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно прочитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала. Также преподаватель организует проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Химия материалов» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. При этом во всех частях лекции необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу. В лекционных или практических занятиях необходимо вести диалог со студентами и давать им возможность задавать вопросы и дискутировать между собой.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Химия биологически активных веществ» предусматривает лекции и лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на лабораторных занятиях.

Лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков выполнения экспериментальных задач в области химии биологически активных веществ, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному заня-

тию; до очередного лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; при подготовке к

лабораторным занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно-правовые акты и материалы правоприменительной практики; теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе лабораторного занятия давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных экспериментов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившиеся к данному лабораторному занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В течение семестра выполняется**:**

- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;
- выполнение тестов по разделам программы;
- подготовка докладов-презентаций, рефератов по предложенным темам:
- подготовка к коллоквиумам, дискуссиям, устному собеседованию.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме тестов и устного опроса.

Перечень оценочных средств по дисциплине «Химия биологически активных веществ»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Кейс-задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи

2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно- практической, учебноисследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
6	Устный опрос собеседование,	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
7	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Химия биологически активных веществ» выставляются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Химия биологически активных веществ» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы).

Шкала и критерии оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показате-
	лей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Примеры вопросов для устного опроса и кейс-заданий

Тема: «Аминокислоты. Пептиды»

1. Приведите примеры названий, трёхбуквенных обозначений и структурных формул алифатических гидрофобных аминокислот.
2. Приведите примеры названий, трёхбуквенных обозначений и структурных формул алифатических гидрофильных аминокислот.
3. Приведите примеры названий, трёхбуквенных обозначений и структурных формул ароматических аминокислот.
4. Приведите примеры названий, трёхбуквенных обозначений и структурных формул заряженных аминокислот.
5. Напишите уравнения реакций взаимодействия хлористого ацетила
   а) с аланином; б) с триптофаном.
6. Напишите уравнения реакций взаимодействия изолейцина
   а) с едким кали; б) с серной кислотой.
7. Напишите уравнения реакций взаимодействия азотистой кислоты
   а) с глицином; б) с треонином.
8. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании
   а) триптофана; б) лизина.
9. Напишите уравнения реакций взаимодействия хлористого бензоила
   а) с лейцином; б) с фенилаланином.
10. Напишите проекционные формулы: L- и D-лейцина и L- и D-тирозина.
11. Напишите проекционные формулы:
    L-и D-серина и L- и D-фенилаланина.
12. Напишите проекционные формулы аминокислот, имеющих два хиральных центра.
13. Напишите проекционные формулы:
    L-и D-треонина и L- и D-глутамина.
14. Нарисуйте структурную формулу и назовите тетрапептид Val-Pro-Phe-Leu
15. Нарисуйте структурную формулу и назовите тетрапептид Leu-Met-Pro-Asn
16. Нарисуйте структурную формулу и назовите тетрапептид
    Phe-Val-Glu-Trp

Тема: «Углеводы»

1. Приведите пример альдогексозы и напишите ее структурную формулу в проекциях Фишера.
2. Приведите пример альдопентозы и напишите ее структурную формулу в проекциях Фишера.
3. Приведите пример аминосахара и напишите его структурную формулу в проекциях Фишера.
4. Приведите пример дезоксисахара и напишите его структурную формулу в проекциях Фишера.
5. Рассмотрите явление мутаротации на примере D-GalNAc.

6. Рассмотрите явление мутаротации на примере D-Glc.
7. Рассмотрите явление мутаротации на примере D-Man.
8. Рассмотрите явление мутаротации на примере D-Gal.
9. Напишите фрагменты периодатного окисления и последующего восстановления по Смиту для дисахарида мальтоза.
10. Напишите фрагменты периодатного окисления и последующего восстановления по Смиту для дисахарида лактоза.
11. Напишите фрагменты периодатного окисления и последующего восстановления по Смиту для дисахарида целлобиоза.
12. Напишите фрагменты периодатного окисления и последующего восстановления по Смиту для дисахарида хондрозина, входящего в состав хондроитинсульфатов.

Тема: «Липиды»

1. Напишите формулы триглицеридов:
   а) тримиристина,
   б) лауролиноленстеарина.
2. Напишите формулы триглицеридов:
   а) диолеопальмитина,
   б) пальмитарахинолаурина.
3. Напишите формулы триглицеридов:
   а) трипальмитина,
   б) олеолиноленостеарина.
4. Назовите структурные компоненты, играющие роль гидрофобных и гидрофильных групп в мембранном липиде галактоцереброзиде.
   Нарисуйте структурную формулу указанного липида, содержащего остаток пальмитиновой кислоты.
5. Назовите структурные компоненты, играющие роль гидрофобных и гидрофильных групп в мембранном липиде галактозилдиглицериде.
   Нарисуйте структурную формулу указанного липида, содержащего остатки стеариновой и олеиновой кислот.
6. Назовите структурные компоненты, играющие роль гидрофобных и гидрофильных групп в мембранном липиде глюкозилдиглицериде.
   Нарисуйте структурную формулу указанного липида, содержащего остатки лауриновой и линоленовой кислот.
7. Назовите структурные компоненты, играющие роль гидрофобных и гидрофильных групп в мембранном липиде сфингомиелине.
   Нарисуйте структурную формулу указанного липида, содержащего остаток олеиновой кислоты.

Защита лабораторных работ:

Примеры вопросов при защите лабораторной работы по теме «Аминокислоты»
- указать реакции с участием карбоксильной и аминогруппы аминокислот;
- привести примеры активирующих реагентов в реакциях этерификации аминокислот;
- методы защиты карбоксильной и аминогрупп;
- условия образования полипептидов и их гидролиза; - назвать характерные реакции для аминокислот.

Алгоритм подготовки и проведения лабораторных работ по курсу «Химия биологически активных веществ»

1. Преподаватель выдает студентам задание на проведение практического занятия: а) цели и задачи для выполнения,

б) учебники, монографии, оригинальные статьи, справочную литературу и другие учебные пособия, необходимые для проработки подготовки и осуществления данной лабораторной работы,

2. Студенты, ознакомившись с литературой, согласно поставленным задачам под руководством преподавателей определяют основные стадии выполнения практических задач, включающие:

а) подготовительный этап к проведению эксперимента,
б) выяснение вспомогательных материалов,
в) обсуждение экспериментальных методик,
г) контроль за осуществлением экспериментальной части работы,
д) обработку результатов лабораторных работ,
е) необходимость привлечения физико-химических, спектрометрических, биохимических и других исследований.

3. По окончании выполнения эксперимента и обработкой его результатов преподаватели обсуждают их со студентами и принимают зачет по лабораторной работе.

Темы для рефератов, докладов-презентаций.

1. Биологические функции незаменимых аминокислот.
2. Физико-химические методы исследования структуры пептидов и белков.
3. Ферменты, обеспечивающие расщепление жиров и углеводов.
4. Элементы – металлы, входящие в состав ферментов.
5. Гормоны окситоцин и вазопрессин: синтез в организме и значение. 6. Современные методы исследования строения нуклеиновых кислот.
7. Биологическая роль липидов.
8. Витамины и антивитамины.
9. Каротиноиды.
10. Глицирризиновая кислота: растительные источники, значение, методы получения.
11. Лигнаны: значение в медицинской практике.
12. Гиалуроновая кислота: получение и биологическая активность.
13. Качественный и количественный анализ полисахаридов. Методы разделения.
14. Хондроитинсульфаты и их роль в кальцификации тканей.
15. Лекарственные вещества нового поколения.
16. Компьютерное моделирование в создании новых лекарственных веществ.
17. Нейроны. Строение синапса. Понятие о нейротрансмиттерах, нейромедиаторах, нейромодуляторах.
18. Фазовые состояния липидных агрегатов, фазовые переходы. Понятие о жидкокристаллическом состоянии.
19. Алкалоиды, лекарственные вещества и яды.
20. Биологическая активность неорганических веществ.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Биологическая роль и строение белков и пептидов.
2. Природные аминокислоты. Строение, номенклатура, классификация. Незаменимые и полузаменимые аминокислоты. Непротеиногенные аминокислоты.
3. Стереохимия аминокислот. Стереохимия аминокислот с 2 оптическими центрами. Рацемизация аминокислот под действием оснований, кислот и по оксазолоновому механизму.
4. Физико-химические свойства аминокислот. Цвиттер-ионная, катионная и анионная формы, понятие об изоэлектрической точке.
5. Специфические реакции аминокислот по аминогруппе, по карбоксильной группе, с одновременным участием амино- и карбоксильной групп.
6. Строение, классификация и номенклатура пептидов.
7. Принципы структурной организации белковых (пептидных) молекул: первичная и пространственные структуры. Конфигурация пептидной связи (цис- и транс-изомерия).
8. Конформация полипептидной цепи в белках. Вторичная структура белка. Спиральные структуры. Складчатые структуры.
9. Понятие о третичной и четвертичной структуре белка. Методы установления пространственной структуры белков. Денатурация и ренатурация белков.
10. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Строение ферментов и понятие об активном центре. Специфичность действия ферментов.
11. Принципы ферментативной кинетики. Влияние на скорость ферментативной реакции концентрации фермента, концентрации субстрата, температуры, pH среды. Конкурентное и неконкурентное ингибирование.
12. Биологическая роль и строение нуклеиновых кислот.
13. Гетероциклические основания пуринового и пиримидинового ряда. Строение, конформация, химические и физико-химические свойства. Минорные основания.
14. Нуклеозиды пиримидинового и пуринового ряда. Строение. Тип и стереохимия гликозидной связи. Номенклатура.
15. Химическая модификация нуклеозидов по гетероциклическим основаниям: реакции метилирования, ацилирования, меркурирования, галогенирования, взаимодействие с тетраоксидом осмия, гидразином, гидроксиламином, бисульфитом, альдегидами.
16. Химическая модификация нуклеозидов по углеводному фрагменту: окисление, алкилирование, ацилирование, взаимодействие с карбонильными и силильными производными. Гидролиз гликозидных связей.
17. Природные нуклеотиды. Типы природных нуклеотидов и их номенклатура.
18. Свойства и реакции нуклеотидов.
19. Олиго- и полинуклеотиды: строение, тип межнуклеотидной связи, концевые нуклеотиды.
20. ДНК. Вторичная структура ДНК. Конформация нуклеотидов. Конформации гетероциклических оснований, фуранозного цикла (C2’-эндо, C3’-эндо), гликозидной связи (син- и анти-конформации). Модель Уотсона-Крика. Макромолекулярные свойства ДНК.
21. Репликация ДНК.
22. РНК. Типы РНК - рибосомальная, матричная, транспортная. Функциональная роль разных типов РНК.
23. Макроструктура т-РНК, модель клеверного листа.
24. Моносахариды. Строение, номенклатура. Стереохимия и конформация моносахаридов. Аномерный центр: его стереохимия, особые свойства гидроксильной группы.

25. Важнейшие производные моносахаридов: гексозы, дезоксисахара, аминосахара, уроновые кислоты, нейраминовая и сиаловые кислоты.
26. Химические свойства моносахаридов (алкилирование, ацилирование, восстановление, окисление, енолизация, гликозилирование).
27. Олиго- и полисахариды. Классификация, номенклатура, стереохимия.
28. Гомополисахариды: крахмал, целлюлоза, гликоген, хитин, декстран. Гетерополисахариды: гемицеллюлоза, пектиновые вещества.
29. Углевод-белковые конъюгаты. Гликопротеины. Типы связей углеводов с белком. Гетерополиаминосахариды - белковые комплексы соединительной ткани. Гепарин, его антикоагулянтная активность. Гиалуроновая кислота, строение, биологическая роль.
30. Липиды. Нахождение в природе, функции, классификация. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты, альдегиды, аминоспирты, аминокислоты, полиолы. Особенности стереохимии липидов и номенклатура.
31. Нейтральные липиды – классификация, строение, функции. Нейтральные глицеролипиды со сложноэфирной связью, с простой эфирной связью: алкильные и 1-О-алкенильные (плазмалогены). Холестерин: его особая роль в организме.
32. Гликолипиды. Гликозилдиглицериды, цереброзиды. Ганглиозиды: классификация и биологическая роль.
33. Фосфолипиды. Строение и номенклатура. Глицерофосфолипиды. Полиглицерофосфаты, фосфоинозитиды. Гликофосфолипиды.
34. Сфинголипиды**.** Сфингозиновые основания, типы природных сфинголипидов. Сфингофосфосфолипиды.
35. Липиды и биологические мембраны. Динамическое состояние липидов в бислое. Принципы организации и функционирования биологических мембран. Компоненты мембран, их взаимодействие. Мембранные белки - периферические и интегральные.
36. Стероидные гормоны. Классификация. Основные черты строения мужских и женских половых гормонов. Механизм действия стероидных гормонов.
37. Стероидные гормоны. Понятие о кортикоидах. Роль в обмене веществ.
38. Гестагенные гормоны и их физиологическое действие.
39. Межклеточная сигнализация. Понятие о способах и механизме межклеточной сигнализации.
40. Биогенные амины. Ацетилхолин, ГАМК. Катехоламины.
41. Биогенные амины. Производные индола и имидазола.
42. Что такое алкалоиды? Назовите примеры.
43. Сколько названий имеют витамины? Приведите примеры. Какой признак является основой классификации витаминов? Приведите примеры.
44. Чем отличаются каротиноиды от флавоноидов по физико-химическим свойствам, строению и способам выделения?
45. Чем отличаются эфирные масла от жирных растительных масел? Это вещества одного химического класса или нет?
46. Обладают ли биологической активностью сапонины, кумарины, хромоны?
47. Антибиотики: когда они появились, классификация, их продуценты.
48. Что такое элементы-органогены? Назвать примеры металлов и неметаллов – органогенов.
49. Катионы каких металлов наиболее токсичны для организма человека?
50. Какова биологическая активность соединений мышьяка, серы, бора, кремния?
51. Что такое фармацевтическая химия и как она соотносится с химией БАВ?

52. Охарактеризовать синтетические, полусинтетические и природные лекарственные средства (ЛС). Какие требования предъявляются к ЛС? Какие препараты называют комбинированными? Что такое синергизм?

Форма экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Химической технологии и биотехнологии Кафедра ХимБиотех
полное наименование института *сокращенное наименование кафедры*

Дисциплина _Химия биологически активных веществ____
полное наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) _19.03.01_ «__Биотехнология____»
код и наименование направления подготовки (специальности)

Курс ___, группа ____форма обучения ____

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __.

1. Аминокислоты. Номенклатура, классификация и стереохимия. Физико-химические свойства аминокислот.

2. Химическая модификация нуклеозидов по гетероциклическим основаниям: реакции метилирования, ацилирования, взаимодействие с бисульфитом, гидразином, гидроксиламином, тетраоксидом осмия.

3. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты, альдегиды, аминоспирты, аминокислоты, полиолы.

Утверждено на заседании кафедры «____» _____202_ г., протокол № __.

Зав. кафедрой _____/_____/
подпись *расшифровка*