

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНИ

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки / специальность
18.04.01 «Химическая технология»

Направленность образовательной программы
Химическая технология и материаловедение

Форма обучения
очная

Нижегород
2023 год набора

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Химические основы жизни» относится к базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.04.01 – Химия (Б1.О.03.02), является обязательной для освоения студентами очной и очно-заочной форм обучения на втором году обучения в 3 семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия», Химия высокомолекулярных соединений. Дисциплина «Химические основы биологических процессов» является основой для изучения таких областей знания как химии природных соединений, химия окружающей среды.

Целью освоения дисциплины «Химические основы биологических процессов» является: ознакомление студентов-химиков с биологически важными молекулами, большинство из которых относится к классу органических соединений, а также с основными процессами метаболизма в живых системах. В первую очередь это касается систем энергетического обеспечения жизни

Задачи дисциплины:

- изучение взаимосвязи химических превращений в живой и неживой материи, одновременно подчеркивая особенности биохимических реакций в живых организмах.
- знакомство с основными химическими компонентами клетки, основами биокатализа, процессами метаболизма.
- изучение структур и свойств важнейших типов биомолекул в связи с их биологической функцией.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Химические основы жизни», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических	<i>З1:</i> Знать свойства основных классов соединений, участвующих в процессах в живых организмах и основные методы их синтеза и анализа. <i>У1:</i> Уметь проводить их качественный и химический анализ с использованием химических и физико-химических методов; на научной основе организовать свой труд,	ФОС по дисциплине «ХОЖ»

	работ в избранной области химии или смежных наук	самостоятельно оценить результаты своей деятельности. <i>В1: Владеть</i> навыками составления названий основных соединений, участвующих в биологических процессах; составления структурных формул данных веществ, схем и механизмов реакций, которые имеют место в живых организмах; прогнозирования физических и химических свойств соединений; очистки биоорганических веществ методами кристаллизации, перегонки и экстракции; определения физических констант данных субстратов.	
--	--	---	--

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственных практик и выполнения ВКР.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	36	18
-КСИРФ	2	2
самостоятельная работа	34	52
Промежуточная аттестация – экзамен	36	36

3.2. Структура дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			В том числе															Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы																	
				из них																	
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего								
Очная				Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная							
Раздел 1. Введение. Основные понятия о живой клетки и регуляции процессов в ней.	6	9		2	2							2	2		4	7					
Раздел 2. Общие принципы организации и функционирования живых систем.	10	11		4	2							4	2		6	9					
Раздел 3. Липиды (жиры, воски, фосфо-, сфинго- и гликолипиды), биомембраны Полисахариды: моносахариды, сахароподобные вещества, олиго- и полисахариды. Гликаны, антибиотики, витамины, яды и токсины на основе углеводов.	10	11		4	2							4	2		6	9					
Раздел 4. Аминокислоты, классификация, стереохимия, химические свойства по карбоксильной и аминогруппам. Пептиды.	12	11		6	2							6	2		6	9					

Раздел 5. Белки: классификация, структуры белков. Ферментативный катализ: основные законы и особенности, кинетика. Биологически важные молекулы (коферменты), нуклеиновые кислоты	16	14		10	5							10	5		6	9	
Раздел 6. Метаболизм углеводов и энергетика жизни; метаболизм жиров и жирных кислот; метаболизм белков и аминокислот.	16	14		10	5							10	5		6	9	
Контроль самостоятельной работы	2	2															
Промежуточная аттестация – экзамен	36	36															
Итого	108	108		36	18							36	18		34	52	

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках фронтального письменного опроса и рефератов. Промежуточный контроль осуществляется при проведении **экзамена**.

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Введение.

Свойства, характеризующие живую материю. Особенности живой клетки. Уровни организации живых организмов. Элементарные представления о клетке. Размеры и формы биомолекул. Вода как компонент живой материи. Обмен энергией в биологических системах. Преобразование энергии в живой клетке. Саморегуляция в биологических системах. Самовоспроизведение живых организмов.

2. Липиды и фосфолипиды.

Липиды. Функции липидов в организме. Классификация липидов.

Жиры. Структура, номенклатура, классификация. Высшие жирные кислоты: структурные особенности, свойства. Воски, мыла. Свойства ацилглицеридов. Метаболизм высших кислот. Биосинтез липидов.

Фосфолипиды. Структура молекул, функция в организме. Глицериофосфолипиды. Глицеро-3-фосфорная кислота. Фосфатидовая кислота. Стереоспецифическая нумерация. Гидроксилсодержащие молекулы, входящие в состав фосфолипидов. Лизоформа. Диалкил- и алкилацилфосфолипиды. Плазмогены, их роль в организме. Сфинголипиды. Сфингонин, церамид, сфингомиелин. Гликолипиды. Цереброзиды. Свойства фосфоглицеридов. Липиды – компоненты биомембран. Мицеллы, монослой и биослой. Модели биомембран. Липопротеины.

3. Углеводы.

Классификация и номенклатура сахаридов.

Моносахариды. Стереохимия. Химические реакции. Биологически важные производные сахаридов. Витамин С.

Олигосахариды. Классификация и номенклатура. Структура и свойства. Примеры восстанавливающих и невосстанавливающих биоз.

Полисахариды. Структура, классификация и свойства. Биологическое значение. Гомо- и гетерополисахариды. Резервные и структурные полисахариды. Антибиотики, токсины и витамины на базе углеводов.

4. Аминокислоты. Пептиды. Белки.

Аминокислоты. Классификация аминокислот. Физико-химические свойства. Стереохимия. Белковые и непротеиновые кислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Аминокислоты как структурные элементы белков.

Пептиды. Номенклатура. С- и N-концевые аминокислоты, их определение. Химический и автоматический твердо-фазный синтез пептидов. Структура пептидов. Кислотно-основные и оптические свойства пептидов. Анализ аминокислотного состава и аминокислотной последовательности пептидов. Фрагментация пептидных цепей.

Белки. Классификация белков. Молекулярная масса, размер и форма белковых макромолекул. Четыре уровня организации структуры белка. Первичная структура белков и методы ее определения. Вторичная структура белков, основные типы вторичной структуры. Роль водородных связей. Третичная структура белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Гидрофобные взаимодействия. Четвертичная структура белков, природа взаимодействий в ней.

5. Биокатализ.

Ферменты. Белковая природа ферментов. Каталитические свойства ферментов. Фермент-субстратный комплекс. Активный центр. Участок связывания с субстратом. Кофакторы ферментов. Коферменты и простетические группы. Холофермент и апофермент. Проферменты. Факторы, влияющие на ферментативную активность: pH среды, температура, эффекты сближения и ориентации. Особенности равновесия в белковой глобуле.

Коферменты. Механизм действия химотрипсина. Аденилатные коферменты: никотинамидадениндинуклеотид, флавинадениндинуклеотид. Кофермент А, ацетилкофермент А. Реакции ацетилкофермента А. Тиаминпирофосфат, липоевая кислота: механизм декарбоксилрования пировиноградной кислоты. Витамины B₂, B₃, B₅.

6. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты.

Структура нуклеозидов. Пиримидиновые и пуриновые основания. Углеводные компоненты. Конфигурация гликозидного центра.

Мононуклеотиды. Структура, номенклатура, классификация. Химические свойства. Мононуклеотиды как структурные элементы нуклеиновых кислот.

Поленуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Классификация кислот. Фосфодиэфирная связь. ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура нуклеиновых кислот, двойная спираль ДНК. Комплементарные взаимодействия нуклеиновых оснований. Правило Чаргаффа. Плавление двойной спирали. Удвоение ДНК (редупликация). РНК: специфика их структуры и свойства. Типы РНК. Роль РНК в белковом синтезе.

Генетическая функция ДНК. Ферменты биосинтеза ДНК. Транскрипция: биосинтез РНК на ДНК. Генетический код. Свойства генетического кода. Состав кодирующих триплетов. Иерархия нуклеотидов в триплетном кодоне. Структура кода с позиций защиты от опасных мутаций. Кодон – антикодоновые взаимодействия. Функции транспортной РНК. Рибосомы и биосинтез белка. Структура рибосом. Этапы биосинтеза белков.

7. Метаболизм.

Метаболизм и энергетика жизни. Метаболизм как совокупность процессов анаболизма и катаболизма.

Биологическое окисление углеводов. Гликолиз и его стадии. Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот).

Цепь переносчиков электронов. Биосинтез углеводов. Метаболизм белков и аминокислот. Проблема выведения азота из организма.

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных занятий.

Предусмотрены лекции-визуализации с проблемным изложением основных тем курса, которые входят в рабочую программу (представлены в таблице «Содержание дисциплины»).

Рекомендуемые образовательные технологии: рейтинговая технология, технология интегративного, проблемного, инновационного, личностно-ориентированного, дифференцированного, индивидуального, развивающего обучения и гуманистического образования.

Не менее 30 % лекций будет читаться с использованием мультимедийных средств обучения

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к экзамену.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится фронтальный письменный опрос.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в письменной форме в виде заданий теоретического курса. Студент должен дать полный и развернутый ответ.

К экзамену допускаются все обучающиеся по данной специальности.

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	я от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»

	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- *письменный ответ* на экзамене

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примерный перечень вопросов (устный опрос) для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2

Тема 1

1. Знать особенности функционирования живых систем
2. Знать иерархия молекулярной организации клетки. Органеллы.
3. Знать роль АТФ, АДФ и АМФ в обмене энергией в биосистемах.

Тема 2

4. Знать функцию липидов в организме.
5. Уметь привести примеры липидов и сфинголипидов с различными боковыми цепями.
6. Уметь классифицировать жиры и знать их структуру и функцию в организме.
7. Знать особенности строения высших кислот и уметь прогнозировать связанные с ними свойства жиров.
8. Уметь воспроизвести основные стадии биосинтеза жиров.
9. Знать классификацию и стереохимию фосфолипидов.
10. Владеть элементарными представлениями о клеточных мембранах.

Тема 3.

1. Знать классификацию, стереохимию и таутомерию моносахаридов.
2. Знать особенности реакций окисления и восстановления моноз.
3. Знать классификацию дисахаридов, особенности химических свойств отдельных видов биоз.
4. Уметь доказать строение мальтозы и других дисахаридов.
5. Знать строение крахмала и гликогена и их роль в природе.
6. Знать примеры структурных гомо- и гетерополиоз. Уметь определять их значение и области применения.
7. Знать основных представителей классов витаминов, токсинов и антибиотиков; уметь прогнозировать влияние этих соединений на функционирование живого организма.

Тема 4.

1. Знать классификацию и стереохимию аминокислот.
2. Уметь сопоставить строение и физико-химические свойства аминокислот.
3. Знать структурные элементы белков.
4. Владеть навыками составления названий пептидов.
5. Владеть методикой моделирования синтеза белков, в том числе твердофазного метода получения пептидов.
6. Владеть анализом аминокислотного состава и аминокислотной последовательности пептидов.
7. Знать аминокислоты глобулярных белков; классификацию белков их первичную структуру.
8. Знать вторичную, третичную и четвертичную структуры белка.
9. Уметь объяснить факторы, обуславливающие их возникновение.

Тема 5.

1. Знать особенности ферментативного катализа.
2. Уметь прогнозировать факторы, влияющие на ферментативную активность.
3. Знать механизм действия пируваткарбоксилазы.
4. Уметь объяснить роль триаминпирофосфата и липоевой кислоты.
5. Знать структурные элементы Кофермента А.
6. Уметь записать основные реакции ацетилкофермента А в организме.
7. Знать аденилатные коферменты, их активные группировки.
8. Уметь привести механизм действия химотрипсина.

Тема 6.

1. Знать структуру и характеристики компонентов нуклеиновых кислот
2. Знать пространственную структуру ДНК; репликацию ДНК.
3. Знать типы РНК. Уметь определить специфику структуры и свойств РНК.
4. Уметь описать структуру генетического кода с позиции защиты от опасных мутаций.
5. Владеть методикой составления стадий рибосомного синтезе белка.

Тема 7.

1. Уметь привести стадии превращения ацетилкофермента А в CO_2 и H_2O в цикле Кребса.
2. Уметь объяснить метаболизм аминокислот.
3. Знать стадии анаболизма и гликолиза углеводов.
4. Уметь объяснить возникновение цепи переносчиков электронов.

Перечень примерных вопросов для экзамена:

1. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды, их отличия. Приведите примеры.
2. Особенности функционирования живых систем.
3. Строение клетки.
4. Вторичная, третичная и четвертичная структура белков.
5. Биосинтез жира.
6. Белки, их классификация. Первичная структура белков. Аминокислоты глобулярных белков.
7. Химические свойства пептидов.
8. Рибосомный синтез белка.
9. Синтез витамина С.
10. Генетический код. Иерархия нуклеотидов в триплетном кодоне. Структура кода с позиции защиты от опасных мутаций..

- 11.Примеры полисахаридов, их роль для живых организмов.
- 12.Кофермент А и ацетилкофермент А. Реакции ацетилкофермента А..
13. Свойства моносахаридов по карбонильной группе..
- 14.Влияние гидрофобных взаимодействий на структуру белка.
15. Мицеллообразование, моно- и бимолекулярные слои. Структура биомембран..
16. Нуклеиновые кислоты: структура и характеристика компонентов нуклеиновых кислот.

Правила Чарграффа для ДНК.

- 17.Биосинтез высших карбоновых кислот.
- 18.Фермент-субстратный комплекс. Влияние *pH*-среды и температуры на ферментативную активность.
19. Антибиотики.
- 20.Ферментативный катализ, его особенности.
- 21.Классификация липидов. Приведите примеры.
22. Тиаминпирофосфат. Липоевая кислота. Механизм действия пируватдекарбоксилазы.
23. Синтез пептида.
24. Цикл Кребса.
25. Установление состава и аминокислотной последовательности в пептидах.
26. Цепь переносчиков электронов.
- 27.Строение и роль фосфолипидов.
- 28.Метаболизм белков и аминокислот.
- 29.Яды, токсины.
- 30.Гликолиз углеводов, его стадии.
- 31.Химические свойства α -аминокислот.
- 32.Анаболизм углеводов.
- 33.Пути превращения энергии в живых клетках.
- 34.РНК: специфика структуры и свойств. Роль РНК в белковом синтезе. Типы РНК.
35. Моносахариды: стереохимия, таутомерия.
36. ДНК: пространственная структура. Плавление двойной спирали. Репликация ДНК.
37. Свойства моносахаридов по гидроксильной группе.
38. Механизм действия α -химотрипсина.
39. Строение и свойства жиров.
40. Аденилатные коферменты: НАД⁺ и ФАД.
41. Расщепление высших кислот.
42. Факторы, влияющие на ферментативную активность.

5.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Теоретическая подготовка к промежуточной аттестации может осуществляться по следующим литературным источникам:

6.1 Основная литература:

1. Романовский, И.В. Биоорганическая химия. [Электронный ресурс] / И.В. Романовский, В.В. Болтromeюк, Л.Г. Гидранович, О.Н. Ринейская. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2015. — 504 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64890> (ЛАНЬ)
2. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер ; пер. с англ.—2-е изд. (эл.).— Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 855 с.).— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
3. Биологическая химия [Электронный ресурс]:учебник / А.Д. Таганович [и др.]; под общ. ред. А.Д. Тагановича. – Минск: Выш. шк., 2013
4. Абакумов Г.А., Старостина Т.И., Зиновьева Т.И. Химические основы жизни: Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007.

6.2 Дополнительная литература:

1. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987.
2. Ленинджер А. Основы биохимии. М.: 1985. Т. 1–3.
3. Терней А. Современная органическая химия. М.: Мир, 1981. Т.1, 2.
4. Волькенштейн М.В. Биофизика. М.: Наука, 1981. (ЛАНЬ)
5. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. М.: Академия, 2005.

6.3 Рекомендуемая литература:

1. Мецлер Д. Биохимия. Т.1-3. М.: Мир, 1980.
2. Страйер Л. Биохимия. Т.1-3. М, 1984.
3. Основы биохимии / Под ред. А.А. Анисимова. М.: Высшая школа, 1986.
4. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 2000.
5. Полторак О.М., Чухрай Е.С. Физико-химические основы ферментативного катализа. М.: Высшая школа, 1971.

6.4 Интернет-ресурсы:

1. <http://www.nehudlit.ru/books/subcat283.html>
2. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>
3. <http://chembaby.com/data/documents/Varfolomeev.pdf>
4. <http://chembaby.com/data/documents/Vvedenie-v-molekulyarnuyu-biologiyu.pdf>
5. <http://chembaby.com/data/documents/aminoessig.pdf>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой также предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань"

обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение лекционных занятий: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, доска.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология».

Авторы:

Д.х.н., профессор РАН _____ Федоров А.Ю.

Д.х.н., профессор _____ Маркин А.В.

Рецензент:

Доцент ИББМ, к.б..н. _____ Веселова Т.А.

Заведующий кафедрой органической химии,

д.х.н., профессор РАН _____ Федоров А.Ю.

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета от 7 мая 2023 года, протокол № 7.