

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Химические основы жизни

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Химическая технология для микроэлектроники

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03.02 Химические основы жизни относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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 работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2-1: Знать свойства основных классов соединений, участвующих в процессах в живых организмах. Уметь проводить их качественный и химический анализ с использованием химических и физико-химических методов. Владеть навыками составления названий основных соединений, участвующих в биологических процессах; составления структурных формул данных веществ, схем и механизмов реакций, которые имеют место в живых организмах. ОПК-2-2: Знать основные методы синтеза и исследования свойств основных классов соединений, участвующих в процессах в живых организмах. Уметь на научной основе самостоятельно оценивать результаты своей деятельности. Владеть навыками прогнозирования физических и химических свойств соединений; очистки биоорганических веществ	Реферат	Экзамен: Контрольные вопросы

		методами кристаллизации, перегонки и экстракции; определения физических констант данных субстратов, в том числе с применением методов смежных химических дисциплин.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	38
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Введение. Основные понятия о живой клетки и регуляции процессов в ней	6	2		2	4
Раздел 2. Общие принципы организации и функционирования живых систем.	10	4		4	6
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	4		4	6
Раздел 4. Аминокислоты, классификация, стереохимия, химические	12	6		6	6

свойства по карбоксильной и аминогруппам. Пептиды.					
Раздел 5. Белки: классификация, структуры белков. Ферментативный катализ: основные законы и особенности, кинетика. Биологически важные молекулы (коферменты), нуклеиновые кислоты	16	8		8	8
Раздел 6. Метаболизм углеводов и энергетика жизни; метаболизм жиров и жирных кислот; метаболизм белков и аминокислот	16	8		8	8
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	38

Содержание разделов и тем 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, монослои и биослои. 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 декарбоксилирования 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.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).

- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: Абакумов Г.А., Старостина Т.И., Зиновьева Т.И.

Химические основы жизни: Учебное пособие. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2007.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Классификация, стереохимия, номенклатура жиров
2. Циклические формы и таутомерия моносахаридов
3. Мальтоза, лактоза, доказательства строения, свойства
4. Целлобиоза, сахароза: строение, свойства
5. Трисахариды. Полисахариды или гликаны, классификация
6. Резервные полисахариды (крахмал, гликоген)
7. Классификация и стереохимия -аминокислот
8. Стереохимия моносахаридов
9. Химические свойства углеводов
10. Структуры биомембран
11. Химический метод получения пептидов
12. Антибиотики, токсины и витамины на базе углеводов
13. Витамины (B12, аскорбиновая кислота)
14. Примеры фосфолипидов (лизофосфолипиды, диалкилфосфолипиды, плазмонины, плазманолины). Свойства глицерофосфолипидов
15. Мицеллообразование, моно- и бимолекулярные слои. Биомембраны
16. Структурные гомо- и гетерополисахариды (целлюлоза, хитин, галактоновая кислота, хондроитин)
17. Кислотно-основные свойства -аминокислот
18. Строение и свойства жиров
19. Превращение энергии в живых клетках
20. Анаболизм (биосинтез) высших карбоновых кислот
21. Катаболизм (расщепление) высших карбоновых кислот
22. Биосинтез жира

Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, продемонстрирован творческий подход, тема раскрыта полностью. Защита показала владение информацией по теме реферата в

Оценка	Критерии оценивания
	полном объеме. Получены исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы
отлично	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с несущественным недочетами.
очень хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты, но имеется несколько несущественных ошибок. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с недочетами.
хорошо	Реферат, презентация написаны в соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при защите реферата с некоторыми недочетами. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы.
удовлетворительно	Реферат, презентация написаны с существенными отклонениями от предъявляемых требований, тема реферата раскрыта частично. соответствии с основными требованиями, тема реферата раскрыта с некоторыми недочетами. Допущено много негрубых ошибок при защите реферата и при ответе на дополнительные вопросы.
неудовлетворительно	При написании реферата и презентации не выполнены предъявляемые требования, тема реферата не раскрыта. Защита показала отсутствие понимания материала. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Не получены ответы на дополнительные вопросы.
плохо	Содержание реферата, презентации не соответствует теме, предъявляемые требования не соблюдены. Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие владения материалом при защите реферата. Отказ обучающегося от ответа на дополнительные вопросы. Или реферат не предоставлен.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

достижения							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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 несущественными 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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»

	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

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 Чаргаффа для ДНК.
17. Биосинтез высших карбоновых кислот.
18. Фермент-субстратный комплекс. Влияние рН-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 -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 -химотрипсина.
39. Строение и свойства жиров.
40. Аденилатные коферменты: НАД⁺ и ФАД.
41. Расщепление высших кислот.
42. Факторы, влияющие на ферментативную активность.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Умение свободно ориентироваться в материале, отвечать на вопросы, предусмотренные программой. Установлена взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значения для приобретаемой профессии. Продemonстрированы все основные умения. Продemonстрированы творческие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
отлично	Высокий уровень владения материалом. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Установлена взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значения для приобретаемой профессии. Продemonстрированы все основные умения с несущественными недочетами. Продemonстрированы творческие способности в понимании, изложении и

Оценка	Критерии оценивания
	использовании полученных теоретических знаний.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Систематический характер знаний по предмету, возможно их самостоятельное пополнение и обновление в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Даны ответы на большинство вопросов, допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Систематический характер знаний по предмету, возможно их самостоятельное пополнение и обновление в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Даны ответы на большинство вопросов, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы высокие способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены негрубые ошибки при ответе, но продемонстрированы необходимые знания для их устранения под руководством преподавателя. Продемонстрированы основные умения, выполнены все задания, но не в полном объеме. Продемонстрированы базовые способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Проявлены недостаточные способности в понимании, изложении и использовании полученных теоретических знаний.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить полноту знаний и наличие навыков и умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Абакумов Глеб Арсентьевич. Химические основы жизни : учебное пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2007. - 163 с. - В надзаг.: Приоритет. нац. проект "Образование". Инновац. образов. программа Нижегород. ун-та: Образоват.-науч. центр "Информационно-телекоммуникационные системы: физические основы и математическое обеспечение". - ISBN 978-5-91326-044-4 : 101.10., 98 экз.
2. Романовский Иосиф Витольдович. Биоорганическая химия : Учебник. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 504 с. - ВО - Специалитет. - ISBN 978-5-16-010819-3. -

ISBN 978-5-16-102815-5. - ISBN 978-985-475-744-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=595764&idb=0>.

3. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / Уилсон К.; Уолкер Дж. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 855 с. - ISBN 978-5-00101-786-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736444&idb=0>.

4. Ленинджер А. Л. Основы биохимии : в 3 т. [Т.] 1 / пер. с англ. В. В. Борисова [и др.] ; под ред. В. А. Энгельгардта, Я. М. Варшавского. - М. : Мир, 1985. - 365 с. : ил. - 2.80., 57 экз.

5. Ленинджер А. Л. Основы биохимии : в 3 т. : пер. с англ. [Т.] 2 / пер. т. М. Г. Дуниной, С. Н. Преображенского ; под ред. В. А. Энгельгардта, Я. М. Варшавского. - М. : Мир, 1985. - [7], 355 с. : ил. - 2.80., 59 экз.

6. Ленинджер А. Л. Основы биохимии : в 3 т. : пер. с англ. [Т.] 3 / [пер. т. В. Г. Горбулева и др.] ; под ред. В. А. Энгельгардта, Я. М. Варшавского. - М. : Мир, 1985. - [6], 313 с. : ил. - 2.50., 59 экз.

7. Румянцев Евгений Владимирович. Химические основы жизни : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Химия" / [ред. Л. И. Галицкая]. - М. : Химия : КолосС, 2007. - 560 с. - (Для высшей школы). - ISBN 978-5-98109-042-4 (Химия) : 433.90., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Нельсон Дэвид. Основы биохимии Ленинджера = *Leninger Principles of Biochemistry* : в 3 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Лучший зарубежный учебник : сер. осн. в 2006 г.). Основы биохимии Ленинджера. Т. 1 : Основы биохимии. Строение и катализ / пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. М. Молочкиной, В. В. Белова ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - М., 2012. - 694 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-365-4 (т. 1) : 1899.40., 1 экз.

2. Нельсон Дэвид. Основы биохимии Ленинджера = *Leninger Principles of Biochemistry* : в 3 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Лучший зарубежный учебник : сер. осн. в 2006 г.). Основы биохимии Ленинджера. Т. 2 : Биоэнергетика и метаболизм / пер. с англ. Т. П. Мосоловой [и др.] ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - М., 2014. - 636 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-366-1 (т. 2) : 1897.50., 1 экз.

3. Нельсон Дэвид. Основы биохимии Ленинджера = *Leninger Principles of Biochemistry* : в 3 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Лучший зарубежный учебник : сер. осн. в 2006 г.). Основы биохимии Ленинджера. Т. 3 : Пути передачи информации / пер. с англ. Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - М., 2015. - 448 с. : ил. - ISBN 987-5-94774-367-8 (т. 3) : 1725.00., 1 экз.

4. Овчинников Юрий Анатольевич. Биоорганическая химия. - М. : Просвещение, 1987. - 815 с. : ил. - 9.10., 5 экз.

5. Волькенштейн Михаил Владимирович. Биофизика. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1986. - 592 с. : ил. - 3.00., 22 экз.

6. Волькенштейн Михаил Владимирович. Биофизика = *Biophysics* : учеб. пособие. - Изд. 3-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 608 с. : ил. - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике / Алферов Ж. И. (пред.) [и др.]) (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0851-1 : 540.00., 1 экз.

7. Химическая и биологическая кинетика / под ред. Н. М. Эмануэля [и др.]. - М. : Изд-во МГУ, 1983. - 295 с. : ил. - 3.40., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук, профессор
Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.