

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ



академик

В.И.Скулачев

«03» сентября 2015 года

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **Биохимия**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Биохимия**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (4й год обучения, 1й семестр), обязательна для освоения аспирантами, обучающимися по направленности «Биохимия»
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в</i>	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в

<p><i>том числе в междисциплинарных областях</i></p>	<p>междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)</p>
<p>УК-2 <i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i></p>	<p>Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1 (УК-2)</p>
<p>УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i></p>	<p>Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)</p>
<p>УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i></p>	<p>Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2 (УК-4)</p>

<p>ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно- исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i></p>	<p>Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа</p>
---	--

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 6 часов семинары, 6 часов групповые консультации, 6 часов - учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости), 72 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: неорганическую и органическую химию, общую биологию, биохимию, основы молекулярной биологии, клеточной биологии и физиологии (на уровне программ специалиста/магистра) теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах биохимии и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области биохимии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Структура и физико-химические свойства мономерных соединений, входящих в состав биологических объектов. <u>Природные аминокислоты</u> . Способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения и	10	2					2	4	4	8

идентификации аминокислот и пептидов. Необычные аминокислоты, их производные, пептиды.										
<u>Природные углеводы и их производные.</u> Моносахариды и их химические свойства. Стереохимия и изомерия углеводов. Гликозиды, амино-, фосфо-, сульфосахариды. Олигосахариды. Альдо- и кетосахара и их дезоксипроизводные. Реакционная способность углеводов.	10	2					2	4	4	8
<u>Липофильные соединения и их классификация.</u> Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры. Фосфолипиды, сфинголипиды, гликолипиды. Полиморфизм фосфолипидов в водных	24	4	2	2		2	10	8	6	14

растворах. Мицеллы и липосомы. Стерины, желчные кислот.										
<u>Пуриновые и пиримидиновые основания.</u> Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. <u>Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества.</u>	10	2					2	4	4	8
Основные пути синтеза и распада углеводов. Прямое окисление глюкозы. Включение гексоз и пентоз в гликолитический распад. Стехиометрические уравнения гликолиза и гликогенолиза. Образование АТФ, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты. Характеристика отдельных ферментов гликолиза Регулирование гликолиза	10	2					2	4	4	8

<p>Основные пути синтеза и распада углеводов. Регулирование гликолиза. Регуляторные механизмы фосфолиза гликогена и фосфофруктокиназной реакции. Обратимость гликолиза и глюконеогенез. Цикл Кори. Синтез гликогена.</p>	16	2	2	2		2	8	4	4	8
<p>Обмен липидов. Активация жирных кислот. Роль карнитина в транспорте жирных кислот в митохондрии. Окислительный распад жирных кислот (β-окисление). Конечные продукты распада «четных» и «нечетных» жирных кислот. Образование ацетоацетата.</p>	12	2					2	4	6	10
<p>Регуляция и интеграция метаболизма. Регулирование активности ферментов их ковалентной</p>	16	2	2	2		2	8	4	4	8

модификацией: фосфорилирование, ацилирование, ADP- рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регулирования ферментов. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма. Рецепторы гормонов и G- белки.											
Промежуточная аттестация - экзамен кандидатского минимума	XXX	X						XX			
Итого	108	18	6	6		6	36	36	36	72	

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Д. Нельсон, М. Кокс, Основы биохимии Ленинджера в 3 томах, Бином, Москва, 2012.
2. Л. Страйер, Биохимия в 3 томах, Мир, Москва, 1985.

3. Д. Мещлер, Биохимия в 3 томах, Мир Москва, 1980.
4. Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон, Молекулярная биология клетки в 3 томах, Мир, Москва, 1994.
5. Р. Мари, Д. Греннер, П. Мейес. В. Родуэлл, Биохимия человека в 2 томах Мир, Москва, 1993.
6. А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман, Основы биохимии в 3 томах, Мир, Москва, 1981.
7. Ч. Кантор, П. Шиммел, Биофизическая химия в 3 томах, Мир, Москва, 1985.
8. М. Диксон, Э. Уэбб, Ферменты в 3 томах, Мир, Москва, 1982
9. Э. Корниш-Боуден, Основы ферментативной кинетики Мир, Москва, 1979.
10. Я. Кольман, К.-Г. Рем, Наглядная биохимия, Мир, Москва, 2000
11. Биохимия, учебник для вузов под редакцией Е.С. Северина. ГЭОТАР-МЕД, Москва, 2003.

Дополнительная литература

1. H.-W. Heldt, Plant biochemistry and molecular biology. Oxford University Press, 1997.
2. D. Voet, Ch.W. Pratt, Fundamentals of Biochemistry, John Wiley&Sons Inc. 1999.
3. Textbook of Biochemistry with clinical correlations. T.M. Devlin Editor. Wiley-Liss, NY, Fourth or fifth editions. 1997 or later
4. G.L. Zubay, Biochemistry (Fourth edition), The McGraw-Hill companies, 1998.
5. D.L. Nelson, M.M. Cox, Lehninger Principles of Biochemistry (fourth edition) W.H. Freeman and Company, NY, 2005
6. J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Biochemistry (sixth edition) W.H. Freeman and Company, NY, 2007

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>
- <http://www.cellbio.com/>
- <http://bioinfo.nist.gov/>
- <http://www.cellbiol.com/>

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Protein Data Bank (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>)

Описание материально-технической базы.

Биологический факультет МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): профессор Н.Б.Гусев, профессор А.М.Рубцов

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОХИМИИ
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ* и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума
Владеть:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен

технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						<i>кандидатского минимума</i>
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен <i>кандидатского минимума</i>
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен <i>кандидатского минимума</i>
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен <i>кандидатского минимума</i>

* Критерии оценивания приведены в Картах соответствующих компетенций выпускников

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (индивидуальное собеседование):

1. Первичная структура белка и принципы, лежащие в основе ее определения.
2. Нековалентные связи, участвующие в поддержании структуры белка (водородные связи, ионные и гидрофобные взаимодействия). Обратимая и необратимая денатурация.
3. Третичная и четвертичная структура белков. Примеры белков, имеющих четвертичную структуру.
4. Четвертичная структура белка и ее роль в функционировании белков.
5. Посттрансляционная модификация белков.
6. Классификация природных аминокислот.
7. Кривые титрования аминокислот.
8. Миоглобин и гемоглобин. Представление об аллостерии и кооперативности.
9. Мотивы и домены в структуре белка. Консервативность и эволюция структуры белка.
10. Методы разделения сложных смесей белков, основанные на избирательном осаждении (изоэлектрическое осаждение, фракционирование сульфатом аммония и органическими растворителями).
11. Классификация сахаров. Стереохимия сахаров.
12. Полисахариды (крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин и т.д.): строение и биологическая роль.
13. Расщепление углеводов в желудочно-кишечном тракте.
14. Классификация ферментов.
15. Общие представления о кофакторах ферментов.
16. Факторы, влияющие на ферментативную активность. Влияние pH на активность ферментов.
17. Кислотно-основной катализ в ферментативных реакциях.
18. Кинетика Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса, максимальная скорость ферментативной реакции.
19. Физический смысл константы скорости химической реакции.
20. Специфичность ферментативного катализа.
21. Липопротеиды: строение и свойства. Участие в транспорте жиров и холестерина.
22. Физико-химические свойства фосфолипидов. Мицеллы, липосомы, двухслойные фосфолипидные мембраны.
23. Общие представления о строении биологических мембран.
24. Структура биологических мембран. Протеолипосомы как модель биологических мембран.
25. Липидный состав биологических мембран.
26. Проницаемость биологических мембран. Пассивный и активный транспорт, транспортные АТФазы.

27. Соединения с высоким потенциалом переноса групп (АТФ, фосфокреатин и др.).
28. Фосфокреатин: образование и физиологическое значение.
29. Физико-химические свойства АТФ. Гидролиз АТФ.
30. Пуриновые и пиримидиновые основания.
31. Нуклеозиды и нуклеотиды.
32. Нуклеозид ди- и трифосфаткиназы.
33. Общие представления о структуре нуклеиновых кислот. Комплементарность оснований, водородные связи и стекнинг взаимодействия.
34. Спирты, входящие в состав липидов.
35. Переваривание липидов и роль желчных кислот в этом процессе.
36. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты: строение, свойства и участие в построении липидов.
37. Аденилатциклазная реакция.
38. Пентозный путь превращения углеводов
39. Связи между обменом углеводов (глюкоза) и нейтрального жира.
40. Пиридоксальные ферменты.
41. Электрохимическая теория сопряжения в окислительном фосфорилировании.
42. Общие промежуточные продукты обмена белков, жиров и углеводов.
43. Посттрансляционная модификация белков.
44. Карнитин и его биологическая роль.
45. Образование аммиака в организме и пути его обезвреживания.
46. Циклические нуклеотиды, их роль в передаче гормонального сигнала.
47. Регуляция распада и синтеза гликогена.
48. Гликонеогенез.
49. Гормоны и рецепторы. Механизм передачи гормонального сигнала внутрь клетки.
50. Окисление жирных кислот. Конечные этапы окисления "нечетных" жирных кислот.
51. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса).
52. Кофермент А. Строение и роль в обмене веществ.
53. Влияние гормонов на гликогенолиз.
54. Реакции, обеспечивающие стабилизацию и регулирование "фосфорильного" потенциала в клетке.
55. Кетоновые "тела" и их роль в энергетическом обмене.

ПРОГРАММА

кандидатского минимума по специальности «биохимия» 03.01.04

(утверждена Ученым советом биологического факультета МГУ 07 апреля 2011 г. (протокол №3))

1. Предмет и задачи биохимии.

Место биохимии в системе дисциплин, связанных с физико-химической биологией. Практическое приложение биохимии, биохимия как фундаментальная основа биотехнологии и бионанотехнологии. Направления и перспективы развития биохимии

2. Физико-химические основы биохимии.

Физико-химические характеристики воды как универсального растворителя в биологических системах. Основные понятия электрохимии водных растворов. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (рН), буферные растворы. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгеноструктурный анализ. Основы химической кинетики, молекулярность и порядок реакции, константы скорости химических реакций и факторы, влияющие на скорости и равновесие реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

3. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов.

Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения и идентификации аминокислот и пептидов.

Природные углеводы и их производные. Стереохимия углеводов. Гликозиды, амино- фосфо-, сульфосахариды. Дезоксисахара. Методы разделения и идентификации углеводов.

Липофильные соединения. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Нейтральные жиры. Фосфолипиды. Стерины. Холестерин и желчные кислоты. Методы разделения и идентификации липофильных соединений.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания. Комплексообразующие свойства нуклеотидов.

Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Амид никотиновой кислоты и его производные. Биотин, тиамин, рибофлавин и его производные. Пантотеновая кислота. Пиридоксин и пиридоксаль. Кобаламин. Аскорбиновая кислота. Ретиноиды. Витамин Д. Стероиды, токоферол. Нафтохиноны и убихинон. Простагландины. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железо-порфирины. Хлорофилл и другие растительные пигменты.

Минеральный состав клеток. Микроэлементы. Методы аналитической бионеорганической химии.

4. Структура и свойства биополимеров

Пептидная связь и структура полипептидов. Уровни структурной организации белков. Упорядоченные (альфа-спираль и бета-слои) и неупорядоченные структуры полипептидной цепи. Природа химических связей, обеспечивающих структуру белка. Денатурация белков и полипептидов. Проблема обратимости денатурации, тиол-дисульфид-изомеразы, шапероны. Амфипатия полипептидных цепей. Динамичность структуры белка. Липопротеины. Гликопротеины. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями. Сольватация белков. Кристаллические белки. Олигомерные комплексы белков. Гомологичные последовательности аминокислот в полипептидах. Предсказания структуры белка на основе последовательности аминокислот. Приемы очистки белков (избирательное осаждение, обратимая денатурация, ультрафильтрация, хроматография, электрофорез, иммунопреципитация,). Реакционная способность аминокислотных остатков в молекулах нативных и денатурированных белков. Взаимодействие белков и малых лигандов. Структура миоглобина, гемоглобина и связывание ими кислорода.

Олиго- и полисахариды. Структура крахмала, гликогена, целлолозы. Протеогликаны. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов, протеогликанов.

Полиморфизм амфифильных соединений в водных растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры). Модели строения биологических мембран. Липосомы, методы их получения и изучения. Фазовые переходы в агрегатах амфифильных соединений. Проницаемость биологических мембран. Различные методы исследования структуры и свойств биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, светорассеяние).

Структура ДНК. Структурная организация хроматина. Суперспирализация ДНК. Структура РНК. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот.

5. Обмен веществ и энергии в живых системах

Круговорот веществ в биосфере. Биологические объекты как стационарные системы. Сопряжение биохимических реакций. Метаболические цепи, сети и циклы. Обратимость биохимических процессов. Катаболические и анаболические процессы. Единство основных метаболических путей во всех живых системах.

Ферментативный катализ, белки-ферменты. Основные понятия ферментативной кинетики. Фермент-субстратные комплексы. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных систем. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса. Активность и число оборотов ферментов. Динамичность структуры белка и ферментативный катализ. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбоангидраза и др.) Классификация

ферментов. Ингибиторы и активаторы ферментов. Кофакторы в ферментативном катализе. Изостерические и аллостерические лиганды-регуляторы. Кооперативность в ферментативном катализе. Фермент как молекулярная машина. Модели кооперативного функционирования ферментов (модель Моно-Ваймана-Шанже; модель Немети-Кошланда). Локализация ферментов в клетке.

Основные понятия биоэнергетики. Распад АТФ – универсальный источник получения энергии в биологических системах. Соединения с высоким потенциалом переноса групп (нуклеозидтрифосфаты, пирофосфаты, гуанидинфосфаты, ацилтиоэферы). Энергетическое сопряжение. Фосфорильный потенциал клетки. Нуклеозид ди и трифосфаткиназы. Аденилаткиназная и креатинкиназная реакции.

Биохимия пищеварения. Органная специфичность пищеварительных протеаз, липаз и гликозидаз. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пиноцитозе.

Гликолиз и гликонеогенез как метаболическая система. Структура и механизм действия отдельных ферментов гликолиза и гликонеогенеза. Механизмы гормональной регуляции гликолиза и гликонеогенеза. Синтез и распад полисахаридов. Энергетическая эффективность гликолиза. Прямое окисление углеводов. Пентозофосфатный шунт. Аэробный и анаэробный типы метаболизма. Цикл ди и трикарбоновых кислот. Энергетическая эффективность цикла. Структура и механизм действия отдельных ферментов цикла ди- и трикарбоновых кислот.

Переаминирование и другие пути превращения аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пищевая ценность белка. Цикл образования мочевины (цикл Кребса-Ганзельайта). Уреотелия, урикотелия и аммиотелия. Структура и механизм действия трансаминаз и отдельных ферментов цикла мочевины. Пути утилизации углеродного «скелета» аминокислот в цикле Кребса. Использование аминокислот для синтеза низкомолекулярных метаболитов (синтез полиаминов, биологически активных аминов (катехоламинов), креатина, глутатиона, порфиринов и др.). Биосинтез заменимых аминокислот.

Липолиз. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений. Окислительный распад жирных кислот. Роль карнитина в метаболических превращениях жирных кислот. Энергетическая эффективность окисления жирных кислот. Синтез жирных кислот. Механизмы образования триглицеридов, фосфолипидов и сфинголипидов. Участие липидов в формировании биологических мембран. Участие липидов в передаче гормонального сигнала (фосфоинозитиды, арахидоновая кислота и ее производные).

Катаболизм нуклеиновых кислот. Нуклеазы и рестриктазы. Синтез и распад пуриновых и пиримидиновых оснований, нуклеотидов и нуклеозидов.

Свет - источник жизни на земле. Растительные пигменты. Фотосинтез. Хлорофилл и фотосинтетические антенны. Структура фотосинтетических реакционных центров. Световые и темновые стадии фотосинтеза. Фотосинтез I и II. Реакция Хилла. Цикл Кальвина.

Терминальное окисление. Механизмы активации кислорода. Оксидазы. Коферменты окислительно-восстановительных реакций (НАД⁺/НАД·Н; НАДФ⁺/НАДФ·Н; ФМН/ФМН·Н₂; ФАД/ФАД·Н₂). Убихинон, железо-сернистые белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи. Векторный перенос протона через биологические мембраны, генераторы разности электрохимических потенциалов ионов. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Разобщители и ионофоры. Эффективность аккумуляции энергии, сопряженной с переносом электронов. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. Дыхательная цепь митохондрий. Цитохром P-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков.

Молекулярные основы биологической подвижности. Немышечные формы подвижности. Сократительные и регуляторные белки различных типов мышц. Различные способы генерации движения. Молекулярные механизмы функционирования белков-моторов.

Биохимические основы передачи нервного импульса. Ионные потоки при возбуждении нерва. Синаптическая передача возбуждения. Поддержание ионного гомеостаза клеток. Транспортные АТФазы.

6. Хранение и реализация генетической информации

Понятия ген и оперон. Клеточный цикл. Активный и неактивный хроматин. Структура хромосом. Синтез ДНК и ДНК-полимеразы. Репликация ДНК. Плазмиды и вектора. Методы получения рекомбинантных белков. Мутации и направленный мутагенез.

Транскрипция. РНК-полимеразы и образование иРНК. Посттранскрипционный процессинг иРНК. Альтернативный сплайсинг как способ получения нескольких изоформ белка. Малые интерферирующие РНК и их использование для избирательного подавления синтеза белка.

Биосинтез белка. Генетический код. Общая схема транскрипции. Структура рибосом. Процессы инициации, элонгации и терминации транскрипции. Сворачивание незрелой полипептидной цепи. Посттрансляционные модификации белков. Транспорт белков и проницаемость биологических мембран для биополимеров.

7. Интеграция и регулирование метаболизма

Связи метаболических путей превращения белков, жиров, углеводов и других соединений. Представление о картах метаболизма. Ключевые ферменты способы их регуляции. Регулирование экспрессии генов. Мутации и наследственные болезни. Регуляция активности ферментов субстратами, продуктами и метаболитами. Внутриклеточная компартментализация. Посттрансляционные модификации белков (ограниченный протеолиз, фосфорилирование/дефосфорилирование, метилирование, АДФ-рибозилирование, ацетилирование и ацилирование, другие типы посттрансляционных модификаций). Молекулярные основы гомеостаза клетки.

Кровь, плазма, лимфа. Транспорт кислорода эритроцитами. Кривые диссоциации оксигенированного гемоглобина. Буферные системы крови. Система свертывания крови. Биохимические основы иммунитета.

Гормоны и их классификация. Рецепторы гормонов, строение и тканевая и видовая специфичность. Рецепторы, обладающие эндогенной тирозин-киназной активностью и рецепторы, способные регулировать активность тирозиновых протеинкиназ. Рецепторы стероидных и тиреоидных гормонов. Рецепторы серпентинового типа. G-белки и их участие в передаче гормонального сигнала. Вторичные посредники (циклические нуклеотиды, ионы кальция, инозитолтрифосфат и другие). Индуцируемая гормонами сборка многокомпонентных белковых комплексов. Механизмы усиления гормонального сигнала, роль протеинкиназ и протеинфосфатаз в передаче гормонального сигнала. Участие Ca^{2+} -связывающих белков в передаче гормонального сигнала. Фото- и хеморецепция, сходство механизмов передачи гормонального сигнала и механизмов, участвующих в фото- и хеморецепции.