

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

« 29 » мая 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.Б.23 БИОХИМИЯ**

Направление подготовки/специальность 06.03.01 Биология

Направленность (профиль)/
специализация

Биохимия

Программа подготовки

академическая

Форма обучения

очная

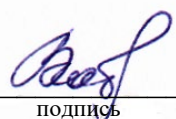
Квалификация выпускника

бакалавр

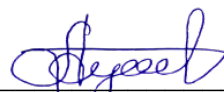
Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.23 Биохимия составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Программу составил(и):
Хаблюк В. В., к.б.н., доцент


подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.23 Биохимия утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии протокол № 12 «15» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Худокормов А.А.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии протокол № 12 «15» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Худокормов А.А.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 7 «26» мая 2020 г.
Председатель УМК факультета Букарева О.В.


подпись

Рецензенты:

Тюрин В.В., зав. каф. генетики, микробиологии и биотехнологии КубГУ, доктор биол. наук, доцент

Светличная М.А., зав. отделом молекулярно-генетической диагностики ООО "СЛ МЕДИКАЛГРУП", канд. биол. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины – подготовить специалистов в области биохимии, обладающих глубокими фундаментальными знаниями, способных рационально проводить поисковые экспериментальные исследования, эффективно использовать в научно-исследовательской и практической работе современные методы биохимических исследований, обобщать и анализировать полученные результаты.

Биохимия изучает основные классы органических соединений, входящих в состав живой материи и процессы их обмена, энергетику обмена веществ, его гормональную регуляцию, биологическое окисление, взаимосвязь обмена веществ и общие принципы их регуляции.

Актуальность преподавания этой дисциплины обусловлена тем, что к настоящему времени получены новые теоретические данные о различных органических веществах, значительно расширился их перечень и сфера применения в технологических процессах.

1.2 Задачи дисциплины.

1. Ознакомить с современными представлениями о структурной организации макромолекул, рассмотреть взаимозависимость между их структурой и биологическими функциями.
2. Изучить основные пути обмена веществ в живых организмах, регуляцию биохимических процессов на молекулярном и клеточном уровне организации живой материи.
3. Ознакомить с особенностями интеграции различных звеньев метаболизма в организме человека.
4. Научить пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в биохимических исследованиях.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Б1.Б.23 Биохимия» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

«Биохимия» развивается на стыке биологических и физико-химических дисциплин, но в отличие от органической химии, она исследует только те вещества и химические реакции, которые имеют место в живых организмах, прежде всего в живой клетке. Биохимия охватывает также многие области клеточной биологии и включает в себя молекулярную биологию.

Для успешного освоения «Биохимии» студенты должны обладать знаниями, полученными при изучении таких предметов как органическая химия, физика, иметь навыки работы в биохимической лаборатории, знать правила техники безопасности.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК-5)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических	1. основы структурной организации и функционирования основных биомолекул	1. объяснять молекулярные механизмы поддержания гомеостаза при различных	1. навыками самостоятельной работы с биохимической литературой и

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	клетки, субклеточных органелл; основы механизмов межмолекулярного взаимодействия. 2. важнейшие функциональные свойства и основные пути метаболизма белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов; биологическое значение витаминов. 3. механизмы ферментативного катализа; особенности ферментативного состава органов; основные принципы диагностики и лечения болезней, связанных с нарушением функционирования ферментов. 4. основы биоэнергетики, молекулярные механизмы биологического окисления, основные метаболические пути	воздействиях внутренних и внешних факторов. 2. объяснять молекулярные механизмы нарушений метаболизма, возникающих при наследственных и приобретенных заболеваниях, применяя знания о путях превращения белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов в организме человека. 3. объяснять механизмы обезвреживания токсических веществ эндогенного и экзогенного происхождения. 4. объяснять лечебное действие некоторых лекарств, антибиотиков, витаминов, используя знания о молекулярных процессах, в которых принимают	справочными пособиями; 2. компьютерной техникой применительно к биохимическим экспериментам. 3. навыками работы в биохимической лаборатории с реактивами, посудой, измерительной аппаратурой, проведения качественных и количественных исследований различных биохимических показателей.

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			образования субстратов для митохондриальной и внемитохондриальной системы окисления. 5. особенности и метаболизма в печени, крови, межклеточном матриксе, соединительной, нервной и мышечной тканях. принципы биохимического анализа, диагностические и значимые показатели состава крови и мочи у здорового человека. 7. биохимические особенности детского организма, наиболее важные энзимопатии особенности обеспечения растущего организма питательными веществами в зависимости от возраста.	участие данные молекулы. 5. анализировать возможные пути превращения лекарственных препаратов в организме, используя знания о процессах пищеварения и всасывания, биотрансформации лекарств в организме. 6. оценивать данные о химическом составе биологических жидкостей для характеристик и нормы и биохимической диагностики заболеваний. 7. интерпретировать результаты биохимических анализов с учетом возрастных особенностей организма	

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			4			
Контактная работа, в том числе:		34,2	34,2			
Аудиторные занятия (всего):		30,2	30,2			
Занятия лекционного типа		14	14			
Лабораторные занятия		16	16			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		37,8	37,8			
Изучение основной учебной и дополнительной литературы		34	34			
Подготовка к текущему контролю		3,8	3,8			
Контроль:		-	-			
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72			
	в том числе контактная работа	34,2	34,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в биохимию	5,8	1	-	2	2,8
2.	Белки и пептиды	9	2	-	2	5
3.	Ферменты	9	2	-	2	5
4.	Энергетический обмен	9	2	-	2	5
5.	Обмен углеводов	9	2	-	2	5
6.	Обмен липидов	9	2	-	2	5
7.	Обмен аминокислот и нуклеотидов	9	2	-	2	5
8.	Витамины. Гормоны	8	1	-	2	5
	<i>Итого по дисциплине:</i>	67,8	14		16	37,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в биохимию	Биологическая химия и ее место среди биологических наук. Цели и задачи науки. Краткий исторический очерк биохимии. Работы Парацельса, Лавуазье, Сведберга, Самнера и Нортропа, Варбурга, Тизелиуса, Шенхеймера, Сангера. Выдающиеся отечественные биохимики. Химический состав и отличительные свойства живой материи. Роль воды в жизни. Подходы к биохимическому исследованию: исследование на целом организме, на отдельных органах и тканях. Субклеточный и молекулярный уровень исследования. Непосредственное наблюдение и методы разделения в биохимии. Разделение с помощью мембран. Ультрафильтрация. Диализ. Ультрацентрифугирование аналитическое, препаративное. Электрофорез, разновидности. Хроматография распределительная, ионообменная, гель-хроматография, аффинная хроматография. Химико-аналитические и спектроскопические методы в биохимии: колориметрия, спектрофотометрия, спектрофлуориметрия, ИКС-спектрометрия, пламенная спектрофотометрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия. Радиоизотопные методы в биохимии, pH-метрия.	опрос, контрольная
2.	Белки и пептиды	Аминокислоты. Строение и классификация аминокислот, входящих в состав белков. Редкие аминокислоты в белках. Аминокислоты, которые никогда не встречаются в белках, их роль. Физико-химические свойства аминокислот: кислотно-основные свойства, стереоизомерия, оптические свойства. Химические реакции аминокислот, нингидриновая реакция, реакция Сангера, Эдмана, Серенсена и их значение. Как разделить аминокислоты. Как обнаружить и количественно измерить аминокислоты. Белки, роль и классификация белков. Сложные белки. Группы, представители. Простые белки. Группы, представители. Свойства белков. Величина и форма молекул белка. Диализ белков. Растворимость белков. Заряд белковой молекулы, зависимость его от pH. Изоэлектрическая точка. Денатурация белков.	опрос, контрольная

		Первичная структура белков. Характеристика пептидной связи, полипептиды. Многообразие белков – следствие изомерии по последовательности. Общие закономерности аминокислотного состава и первичной структуры белков. Вторичная структура белков: два основных типа. Суперспирализация, сверхвторичная структура. Понятие о структурных доменах. Третичная и четвертичная структуры белков. Связи, характерные для этих структур. Очистка белков – основные этапы. Определение аминокислотного состава и первичной структуры белков. Определение молекулярной массы, вторичной, третичной и четвертичной структуры белков. Как обнаружить белок. Методы количественного определения белков	
3.	Ферменты	Ферменты, определение, роль. Номенклатура и классификация ферментов. Представители. Качественное и количественное определение ферментов. Единицы активности, удельная активность, число оборотов. Свойства ферментов: высокая эффективность, специфичность, термолабильность, зависимость от pH и др. Кинетика ферментативных реакций. Энергетический барьер, последовательность событий в катализе, Фермент – субстратный комплекс. Уравнение Михаэлиса-Ментен. V_{max} , K_m . Графики Лайнуивера-Берка. Строение ферментов простых и сложных. Активный центр, регуляторный центр. Коферменты, представители. Механизм действия ферментов на примере химотрипсина и трансаминаз. Мультиферментные системы. Три типа организации. Регуляция их активности. Ингибиторы ферментов. Обратимые и необратимые. Конкурентные и неконкурентные. Ингибиторы тиоловых, сериновых и металлоферментов. Активаторы ферментов. Проферменты.	опрос, контрольная
4.	Энергетический обмен	Три стадии катаболизма. Локализация метаболических процессов в клетке. Компартиментализация. Основные переносчики энергии: АТФ, НАДФ, НАД. Макроэргические связи. Синтез АТФ: субстратное и окислительное фосфорилирование. Распад АТФ: орто- и пирогосфатное расщепление. Фосфагены и их роль. Цикл трикарбоновых кислот, реакции, ферменты. Суммарная реакция ЦТК, значение, локализация в клетке, регуляторные реакции. Амфиболические реакции. Восполняющие реакции ЦТК. Глиоксилатный цикл. Реакции, значение,	опрос, контрольная

		локализация в клетке. Биологическое окисление. Тканевое дыхание, определение, роль, локализация в клетке. Ферменты и компоненты дыхательной цепи: пиридин- и флаavin-зависимые дегидрогеназы, убинон, железосерные белки, цитохромы, цитохромоксидаза. Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование, механизм. Хемииосмотическая теория сопряжения. Оксигеназы. Пищеварение. Сущность. Ферменты желудка, поджелудочной железы и кишечника. Пищеварение белков. Специфичность протеаз. Активация проферментов. Всасывание аминокислот. Пищеварение углеводов. Общая схема. Конечные продукты. Пищеварение жиров. Ферменты. Роль желчи. Всасывание жирных кислот. Пищеварение нуклеиновых кислот: нуклеазы, нуклеотидазы, нуклеозидазы.	
5.	Обмен углеводов	Углеводы, определение, роль, классификация. Моносахариды. дисахариды. Производные моносахаридов: спирты, кислоты, глюкозиды, аминсахара, ацетиламинсахара. Полисахариды: крахмал, гликоген. целлюлоза. Строение муреина и тейхоевых кислот. Строение оболочек клеток растений и бактерий. Обнаружение и количественное определение углеводов. Основные пути катаболизма углеводов. Анаэробные и аэробные. Брожение, дыхание. Гликолиз реакции, ферменты. Гликогенолиз. Суммарная реакция, энергетика, локализация в клетке. Суммарная реакция молочнокислого брожения, энергетика, значение, локализация в клетке, регуляция. Спиртовое брожение, реакции, значение. Другие типы брожения. Эффект Пастера. Дихотомический распад глюкозы. Этапы. Энергетика. Суммарная реакция. Окислительное декарбоксилирование пирувата – реакции, ферменты, суммарная реакция, локализация в клетке. Пируватдегидрогеназный комплекс ферментов. Апомитический распад глюкозы (фосфоглюконатный путь). Реакции. Локализация в клетке. Суммарная реакция.	опрос, контрольная
6.	Обмен липидов	Липиды, определение и роль. Жирные кислоты, строение и свойства. Классификация липидов. Ацилглицеролы. Глицерофосфолипиды. Сфингофосфолипиды. Гликолипиды. Воска, терпены, стероиды. Цитоплазматические мембраны, роль, строение. Анализ липидов и	опрос, контрольная

		жирных кислот. Обнаружение и количественное определение липидов. Катаболизм липидов. Окисление глицерола. Активация и транспорт жирных кислот β-окисление жирных кислот. Реакции, ферменты, локализация в клетке. Окисление ненасыщенных жирных кислот и кислот с нечетным числом углеродных атомов. Биотин, биохимическая роль. Авитаминоз. Кобаламин, биохимическая роль. Авитаминоз. Кетоновые тела. Синтез и распад. Ацидоз.	
7.	Обмен аминокислот и нуклеотидов	Мононуклеотиды, строение и роль. Номенклатура. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Минорные азотистые основания. Нуклеозид ди- и трифосфаты. цАМФ синтез, распад, роль. Моно- и динуклеотиды коферменты: ФМН, ФАД, НАД, НАДФ, Ко-А строение и роль. Катаболизм аминокислот. Трансаминирование. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Обезвреживание аммиака. Синтез мочевины, реакции, ферменты. Окисление углеродных скелетов в ЦТК: асп, асн, глу, гли, ала, цис, тре, сер. Поступление углеродных скелетов: лей, лиз, тре, иле, вал, мет, арг, гис, про. Катаболизм фен и тир. Энзимопатии в обмене фен и тир. Катаболизм пуринов. Катаболизм пиримидинов.	опрос, контрольная
8.	Витамины. Гормоны	Витамины, определение, номенклатура, классификация, роль. Причины гиповитаминоза. Водорастворимые витамины. Аскорбиновая кислота. Жирорастворимые витамины. Количественное определение и обнаружение витаминов. Гормоны, определение, роль, классификация, химическая природа, представители. Ступени и механизм действия гормонов. Гипоталамические гормоны: статины, либерины, химическая природа, роль. Гормоны гипофиза. Гормоны щитовидной и паращитовидной железы. Гормоны надпочечников. Половые гормоны. Гормоны растений, микроорганизмов. Гормоноиды. Простагландины.	опрос, контрольная

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Введение в биохимию: 1. Хроматографическое разделение аминокислот на бумаге.	Защита лабораторной работы
2.	Белки и пептиды: 1. Цветные реакции на белки и аминокислоты. 2. Осаждение белков органическими кислотами и кипячением.	Защита лабораторной работы
3.	Ферменты: 1. Термолабильность ферментов. 2. Специфичность ферментов.	Защита лабораторной работы
4.	Энергетический обмен: 1. Спектрофотометрический метод определения активности лактатдегидрогеназы. 2. Свойства сукцинатдегидрогеназы из мышечной ткани.	Защита лабораторной работы
5.	Обмен углеводов: 1. Обнаружение продуктов этанолового брожения.	Защита лабораторной работы
6.	Обмен липидов: 1. Тонкослойная хроматография липидов подсолнечного масла. 2. Действие липазы на жир.	Защита лабораторной работы
7.	Обмен аминокислот и нуклеотидов: 1. Электрофорез белков сыворотки крови на пленках из ацетата целлюлозы.	Защита лабораторной работы
8.	Витамины. Гормоны: 1. Количественное определение витамина С. Влияние кипячения и pH на стабильность аскорбиновой кислоты.	Защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Введение в биохимию	Основная литература: 1. Биологическая химия : учебник / А.Д. Таганович, Э.И. Олецкий, Н.Ю. Коневалова, В.В. Лелевич ; ред. А.Д. Тагановича. - 2-е изд., испр. - Минск : Вышэйшая школа, 2016. - 672 с. : ил. - Библиогр.: с. 654. - ISBN 978-985-06-2703-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235731
2	Белки и пептиды	
3	Ферменты	
4	Энергетический обмен	
5	Обмен углеводов	
6	Обмен липидов	

7	Обмен аминокислот и нуклеотидов	2. Биохимия: учебник для студентов медицинских вузов / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 759 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-3762-9
8	Витамины. Гормоны	Дополнительная литература: 1. Биохимия: краткий курс : [учебное пособие для студентов биологов] / М. Т. Проскуряков. - Краснодар : [б. и.], 2007. - 199 с. : ил. - Библиогр.: с. 195. 2. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1 : Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. М. Молочкиной, В. В. Белова ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Изд. 3-е, испр. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-00101-014-2. - ISBN 978-5-00101-013-5 3. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 2 : Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и др. ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 636 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94774-366-1. - ISBN 978-5-94774-364-7 4. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 3 : Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 448 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94774-367-8. - ISBN 978-5-94774-364-7

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
		Проблемные лекции	
5	Л	Белки и пептиды	2
	Л	Ферменты	2

		Обмен углеводов	2
		Обмен аминокислот и нуклеотидов	2
Итого:			8

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль успеваемости проводится на каждом занятии для определения теоретической подготовки к лабораторным работам, в виде устного опроса, который оценивается по пятибалльной шкале.

Устный опрос:

Занятие 1.

1. Биологическая химия и ее место среди биологических наук. Цели и задачи науки.
2. Краткий исторический очерк биохимии. Работы Парацельса, Лавуазье, Сведберга, Самнера и Нортропа, Варбурга, Тизелиуса, Шенхеймера, Сан-гера. Выдающиеся отечественные биохимики.
3. Химический состав и отличительные свойства живой материи. Роль воды в жизни.
4. Подходы к биохимическому исследованию: исследование на целом организме, на отдельных органах и тканях. Субклеточный и молекулярный уровень исследования.
5. Непосредственное наблюдение и методы разделения в биохимии.
6. Разделение с помощью мембран. Ультрафильтрация. Диализ.
7. Ультрацентрифугирование аналитическое, препаративное.
8. Электрофорез, разновидности.
9. Хроматография распределительная, ионообменная, гель-хроматография, аффинная хроматография.
10. Химико-аналитические и спектроскопические методы в биохимии: колориметрия, спектрофотометрия, спектрофлуориметрия, ИКС- спектрометрия, пламенная спектрофотометрия, ЭПР, ЯМР, масс- спектрометрия.
11. Радиоизотопные методы в биохимии, рН-метрия.

Занятие 2.

1. *Аминокислоты. Строение и классификация аминокислот, входящих в состав белков.
2. Редкие аминокислоты в белках. Аминокислоты, которые никогда не встречаются в белках, их роль.
3. Физико-химические свойства аминокислот: кислотно-основные свойства, стереоизомерия, оптические свойства.
4. *Химические реакции аминогрупп аминокислот, нингидриновая реакция, реакция Сангера, Эдмана, Серенсена и их значение.
5. Как разделить аминокислоты. Как обнаружить и количественно измерить аминокислоты.
6. Белки, роль и классификация белков.
7. Сложные белки. Группы, представители.
8. Простые белки. Группы, представители.
9. Свойства белков. Величина и форма молекул белка. Диализ белков.
10. Растворимость белков.

11. *Заряд белковой молекулы, зависимость его от pH. Изоэлектрическая точка.
12. Денатурация белков.
13. *Первичная структура белков. Характеристика пептидной связи, полипептиды. Многообразие белков – следствие изомерии по последовательности.
14. Общие закономерности аминокислотного состава и первичной структуры белков.
15. Вторичная структура белков: два основных типа. Суперспирализация, сверхвторичная структура. Понятие о структурных доменах.
16. Третичная и четвертичная структуры белков. Связи, характерные для этих структур.
17. Очистка белков – основные этапы.
18. Определение аминокислотного состава и первичной структуры белков.
19. Определение молекулярной массы, вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.
20. *Как обнаружить белок. Методы количественного определения белков.

Занятие 3

1. Ферменты, определение, роль.
2. Номенклатура и классификация ферментов. Представители.
3. Качественное и количественное определение ферментов. Единицы активности, удельная активность, число оборотов.
4. Свойства ферментов: высокая эффективность, специфичность, термолability, зависимость от pH и др.
5. Кинетика ферментативных реакций. Энергетический барьер, последовательность событий в катализе, Фермент – субстритный комплекс. Уравнение Михаэлиса-Ментен. V_{max} , K_m . Графики Лайнуивера-Берка.
6. Строение ферментов простых и сложных. Активный центр, регуляторный центр.
7. Коферменты, представители.
8. Механизм действия ферментов на примере химотрипсина и трансаминаз.
9. Мультиферментные системы. Три типа организации. Регуляция их активности.
10. Ингибиторы ферментов. Обратимые и необратимые. Конкурентные и неконкурентные.
11. Ингибиторы тиоловых, сериновых и металлоферментов.
12. Активаторы ферментов. Проферменты.

Занятие 4

1. Метаболизм, определение, роль. Катаболизм, анаболизм.
2. Поступление углерода и азота в организм. Круговорот азота в природе.
3. Классификация организмов на основе источников углерода, энергии и природы доноров электронов.
4. Три стадии катаболизма.
5. Локализация метаболических процессов в клетке. Компарментализация.
6. Основные переносчики энергии: АТФ, НАДФ, НАД. Макроэргические связи.
7. Синтез АТФ: субстратное и окислительное фосфорилирование. Распад АТФ: орто- и пирофосфатное расщепление.
8. *Фосфагены и их роль.
9. *Цикл трикарбоновых кислот, реакции, ферменты.
10. Суммарная реакция ЦТК, значение, локализация в клетке, регуляторные реакции. Амфиболические реакции.
11. Восполняющие реакции ЦТК.
12. *Глиоксилатный цикл. Реакции, значение, локализация в клетке.

13. Биологическое окисление. Тканевое дыхание, определение, роль, локализация в клетке.
14. Ферменты и компоненты дыхательной цепи: пиридин- и флаavin- зависимые дегидрогеназы, убихинон, железосерные белки, цитохромы, цитохромоксидаза.
15. Дыхательная цепь.
16. Окислительное фосфорилирование, механизм. Хемииосмотическая теория сопряжения.
17. Оксигеназы.
18. Пищеварение. Сущность. Ферменты желудка, поджелудочной железы и кишечника.
19. Пищеварение белков. Специфичность протеаз. Активация проферментов. Всасывание аминокислот.
20. Пищеварение углеводов. Общая схема. Конечные продукты.
21. Пищеварение жиров. Ферменты. Роль желчи. Всасывание жирных кислот.
22. Пищеварение нуклеиновых кислот: нуклеазы, нуклеотидазы, нуклеозидазы.

Занятие 5

1. Углеводы, определение, роль, классификация.
2. Моносахариды. дисахариды.
3. *Производные моносахаридов: спирты, кислоты, глюкозиды, аминосахары, ацетиламиносахара.
4. *Полисахариды: крахмал, гликоген. целлюлоза.
5. *Строение муреина и тейхоевых кислот.
6. Строение оболочек клеток растений и бактерий.
7. Обнаружение и количественное определение углеводов.
8. Основные пути катаболизма углеводов. Анаэробные и аэробные. Брожение, дыхание.
9. *Гликолиз реакции, ферменты. Гликогенолиз. Суммарная реакция, энергетика, локализация в клетке.
10. Суммарная реакция молочнокислого брожения, энергетика, значение, локализация в клетке, регуляция.
11. *Спиртовое брожение, реакции, значение. Другие типы брожения. Эффект Пастера.
12. Дихотомический распад глюкозы. Этапы. Энергетика. Суммарная реакция.
13. *Окислительное декарбоксилирование пирувата – реакции, ферменты, суммарная реакция, локализация в клетке. Пируватдегидрогеназный комплекс ферментов.
14. *Апотомиический распад глюкозы (фосфоглюконатный путь). Реакции. Локализация в клетке. Суммарная реакция.
15. Гликогеногенез. Обходные реакции гликолиза.
16. Синтез гликогена, ферменты.
17. Регуляция синтеза и распада гликогена. Роль цАМФ и протеинкиназ. Инсулин, адреналин, глюкагон.
18. Синтез муреина, 4 стадии. Ингибиторы синтеза муреина: циклосерин и пенициллин.

Занятие 6

1. Липиды, определение и роль.
2. *Жирные кислоты, строение и свойства.
3. Классификация липидов.
4. *Ацилглицеролы.
5. *Глицерофосфолипиды.
6. *Сфингофосфолипиды.

7. *Гликолипиды.
8. *Воска, терпены, стероиды.
9. Цитоплазматические мембраны, роль, строение.
10. Анализ липидов и жирных кислот.
11. Обнаружение и количественное определение липидов.
12. *Катаболизм липидов. Окисление глицерола. Активация и транспорт жирных кислот
13. * β -окисление жирных кислот. Реакции, ферменты, локализация в клетке.
14. *Окисление ненасыщенных жирных кислот и кислот с нечетным числом углеродных атомов.
15. Биотин, биохимическая роль. Авитаминоз
16. Кобаламин, биохимическая роль. Авитаминоз.
17. *Кетоновые тела. Синтез и распад. Ацидоз.
18. Синтез глицерола и сфингозина.
19. Синтез жирных кислот, реакции, ферменты. АПБ, синтетазный комплекс жирных кислот.
20. Сходство и различия в анаболизме и катаболизме жирных кислот. Синтез жирных кислот, свыше 16 углеродов и ненасыщенных. Витамин F.
21. Синтез глицеролипидов.
22. Синтез сфинголипидов.
23. Синтез холестерина. Роль холестерина.
24. Центральное место ацетил-КоА в обмене веществ.

Занятие 7

1. Мононуклеотиды, строение и роль. Номенклатура.
2. *Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Минорные азотистые основания.
3. *Нуклеозид ди- и три-фосфаты.
4. *цАМФ синтез, распад, роль.
5. *Моно- и динуклеотиды коферменты: ФМН, ФАД, НАД, НАДФ, Ко-А строение и роль.
6. *Катаболизм аминокислот. Трансаминирование.
7. *Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот.
8. *Обезвреживание аммиака. Синтез мочевины, реакции, ферменты.
9. Окисление углеродных скелетов в ЦТК: асп, асн, глу, гли, ала, цис, тре, сер.
10. Поступление углеродных скелетов: лей, лиз, тре, иле, вал, мет, арг, гис, про.
11. Катаболизм фен и тир.
12. Энзимопатии в обмене фен и тир.
13. Катаболизм пуринов.
14. Катаболизм пиримидинов.
15. Синтез заменимых аминокислот: глу, гли, ала, асн, асп, тир.
16. Синтез сер и гли.
17. Фолиевая кислота, строение. Гиповитаминоз, биохимическая роль. ПАБК, сульфамиды, ПАСК.
18. Исходные продукты в синтезе незаменимых аминокислот.
19. Синтез пиримидиновых нуклеотидов.
20. Синтез пуриновых нуклеотидов.
21. Образование дезоксирибонуклеотидов.

Занятие 8

1. Витамины, определение, номенклатура, классификация, роль. Причины гиповитаминоза.
2. Водорастворимые витамины. Аскорбиновая кислота.
3. Жирорастворимые витамины.

4. Количественное определение и обнаружение витаминов.
5. Гормоны, определение, роль, классификация, химическая природа, представители.
6. Ступени и механизм действия гормонов.
7. Гипоталамические гормоны: статины, либерины, химическая природа, роль.
8. Гормоны гипофиза.
9. Гормоны щитовидной и паращитовидной железы.
10. Гормоны надпочечников.
11. Половые гормоны.
12. Гормоны растений, микроорганизмов. Гормоноиды. Простагландины.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в четвертом семестре.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Биологическая химия и ее место среди биологических наук. Цели и задачи науки.
2. Краткий исторический очерк биохимии. Работы Парацельса, Лавуазье, Сведберга, Самнера и Нортропа, Варбурга, Тизелиуса, Шенхеймера, Сангера. Выдающиеся отечественные биохимики.
3. Химический состав и отличительные свойства живой материи. Роль воды в жизни.
4. Подходы к биохимическому исследованию: исследование на целом организме, на отдельных органах и тканях. Субклеточный и молекулярный уровень исследования.
5. Непосредственное наблюдение и методы разделения в биохимии.
6. Разделение с помощью мембран. Ультрафильтрация. Диализ.
7. Ультрацентрифугирование аналитическое, препаративное.
8. Электрофорез, разновидности.
9. Хроматография распределительная, ионообменная, гель-хроматография, аффинная хроматография.
10. Химико-аналитические и спектроскопические методы в биохимии: колориметрия, спектрофотометрия, спектрофлуориметрия, ИКС-спектрометрия, пламенная спектрофотометрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия.
11. Радиоизотопные методы в биохимии, рН-метрия.
12. *Аминокислоты. Строение и классификация аминокислот, входящих в состав белков.
13. Редкие аминокислоты в белках. Аминокислоты, которые никогда не встречаются в белках, их роль.
14. Физико-химические свойства аминокислот: кислотно-основные свойства, стереоизомерия, оптические свойства.
15. *Химические реакции аминокислот, нингидриновая реакция, реакция Сангера, Эдмана, Серенсена и их значение.
16. Как разделить аминокислоты. Как обнаружить и количественно измерить аминокислоты.
17. Белки, роль и классификация белков.
18. Сложные белки. Группы, представители.
19. Простые белки. Группы, представители.
20. Свойства белков. Величина и форма молекул белка. Диализ белков.
21. Растворимость белков.
22. *Заряд белковой молекулы, зависимость его от рН. Изоэлектрическая точка.
23. Денатурация белков.

24. *Первичная структура белков. Характеристика пептидной связи, полипептиды. Многообразие белков – следствие изомерии по последовательности.
25. Общие закономерности аминокислотного состава и первичной структуры белков.
26. Вторичная структура белков: два основных типа. Суперспирализация, свёрнутая структура. Понятие о структурных доменах.
27. Третичная и четвертичная структуры белков. Связи, характерные для этих структур.
28. Очистка белков – основные этапы.
29. Определение аминокислотного состава и первичной структуры белков.
30. Определение молекулярной массы, вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.
31. *Как обнаружить белок. Методы количественного определения белков.
32. Ферменты, определение, роль.
33. Номенклатура и классификация ферментов. Представители.
34. Качественное и количественное определение ферментов. Единицы активности, удельная активность, число оборотов.
35. Свойства ферментов: высокая эффективность, специфичность, термолability, зависимость от pH и др.
36. Кинетика ферментативных реакций. Энергетический барьер, последовательность событий в катализе, Фермент – субстритный комплекс. Уравнение Михаэлиса-Ментен. V_{max} , K_m . Графики Лайнуивера-Берка.
37. Строение ферментов простых и сложных. Активный центр, регуляторный центр.
38. Коферменты, представители.
39. Механизм действия ферментов на примере химотрипсина и трансаминаз.
40. Мультиферментные системы. Три типа организации. Регуляция их активности.
41. Ингибиторы ферментов. Обратимые и необратимые. Конкурентные и неконкурентные.
42. Ингибиторы тиоловых, сериновых и металлоферментов.
43. Активаторы ферментов. Проферменты.
44. *Мононуклеотиды, строение и роль. Номенклатура.
45. *Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Минорные азотистые основания.
46. *Нуклеозид ди- и три-фосфаты.
47. *цАМФ синтез, распад, роль.
48. *Моно- и динуклеотиды коферменты: ФМН, ФАД, НАД, НАДФ, Ко-А строение и роль.
49. Углеводы, определение, роль, классификация.
50. Моносахариды. дисахариды.
51. *Производные моносахаридов: спирты, кислоты, глюкозиды, аминосахара, ацетиламиносахара.
52. *Полисахариды: крахмал, гликоген. целлюлоза.
53. *Строение муреина и тейхоевых кислот.
54. Строение оболочек клеток растений и бактерий.
55. Обнаружение и количественное определение углеводов.
56. Липиды, определение и роль.
57. *Жирные кислоты, строение и свойства.
58. Классификация липидов.
59. *Ацилглицеролы.
60. *Глицерофосфолипиды.

61. *Сфингофосфолипиды.
62. *Гликолипиды.
63. *Воска, терпены, стероиды.
64. Цитоплазматические мембраны, роль, строение.
65. Анализ липидов и жирных кислот.
66. Обнаружение и количественное определение липидов.
67. Метаболизм, определение, роль. Катаболизм, анаболизм.
68. Поступление углерода и азота в организм. Круговорот азота в природе.
69. Классификация организмов на основе источников углерода, энергии и природы доноров электронов.
70. Три стадии катаболизма.
71. Локализация метаболических процессов в клетке. Компарментализация.
72. Основные переносчики энергии: АТФ, НАДФ, НАД. Макроэргические связи.
73. Синтез АТФ: субстратное и окислительное фосфорилирование. Распад АТФ: орто- и пирогосфатное расщепление.
74. *Фосфагены и их роль.
75. *Цикл трикарбоновых кислот, реакции, ферменты.
76. Суммарная реакция ЦТК, значение, локализация в клетке, регуляторные реакции. Амфиболические реакции.
77. Восполняющие реакции ЦТК.
78. *Глиоксилатный цикл. Реакции, значение, локализация в клетке.
79. Биологическое окисление. Тканевое дыхание, определение, роль, локализация в клетке.
80. Ферменты и компоненты дыхательной цепи: пиридин- и флавин- зависимые дегидрогеназы, убихинон, железосерные белки, цитохромы, цитохромоксидаза.
81. Дыхательная цепь.
82. Окислительное фосфорилирование, механизм. Хемии-осмотическая теория сопряжения.
83. Оксигеназы.
84. Пищеварение. Сущность. Ферменты желудка, поджелудочной железы и кишечника.
85. Пищеварение белков. Специфичность протеаз. Активация проферментов. Всасывание аминокислот.
86. Пищеварение углеводов. Общая схема. Конечные продукты.
87. Пищеварение жиров. Ферменты. Роль желчи. Всасывание жирных кислот.
88. Пищеварение нуклеиновых кислот: нуклеазы, нуклеотидазы, нуклеозидазы.
89. Основные пути катаболизма углеводов. Анаэробные и аэробные. Брожение, дыхание.
90. *Гликолиз реакции, ферменты. Гликогенолиз. Суммарная реакция, энергетика, локализация в клетке.
91. Суммарная реакция молочнокислого брожения, энергетика, значение, локализация в клетке, регуляция.
92. *Спиртовое брожение, реакции, значение. Другие типы брожения. Эффект Пастера.
93. Дихотомический распад глюкозы. Этапы. Энергетика. Суммарная реакция.
94. *Окислительное декарбоксилирование пирувата – реакции, ферменты, суммарная реакция, локализация в клетке. Пируватдегидрогеназный комплекс ферментов.
95. *Апотомиический распад глюкозы (фосфоглюконатный путь). Реакции. Локализация в клетке. Суммарная реакция.

96. *Катаболизм липидов. Окисление глицерола. Активация и транспорт жирных кислот
97. * β -окисление жирных кислот. Реакции, ферменты, локализация в клетке.
98. *Окисление ненасыщенных жирных кислот и кислот с нечетным числом углеродных атомов.
99. Биотин, биохимическая роль. Авитаминоз
100. Кобаламин, биохимическая роль. Авитаминоз.
101. *Кетоновые тела. Синтез и распад. Ацидоз.
102. *Катаболизм аминокислот. Трансаминирование.
103. *Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот.
104. *Обезвреживание аммиака. Синтез мочевины, реакции, ферменты.
105. Окисление углеродных скелетов в ЦТК: асп, асн, глу, гли, ала, цис, тре, сер.
106. Поступление углеродных скелетов: лей, лиз, тре, иле, вал, мет, арг, гис, про.
107. Катаболизм фен и тир.
108. Энзимопатии в обмене фен и тир.
109. Катаболизм пуринов.
110. Катаболизм пиримидинов.
111. Глиconeогенез. Обходные реакции гликолиза.
112. Синтез гликогена, ферменты.
113. Регуляция синтеза и распада гликогена. Роль цАМФ и протеинкиназ. Инсулин, адреналин, глюкагон.
114. Синтез муреина, 4 стадии. Ингибиторы синтеза муреина: циклосерин и пеницилин.
115. Синтез глицерола и сфингозина.
116. Синтез жирных кислот, реакции, ферменты. АПБ, синтетазный комплекс жирных кислот.
117. Сходство и различия в анаболизме и катаболизме жирных кислот. Синтез жирных кислот, свыше 16 углеродов и ненасыщенных. Витамин F.
118. Синтез глицеролипидов.
119. Синтез сфинголипидов.
120. Синтез холестерина. Роль холестерина.
121. Центральное место ацетил-КоА в обмене веществ.
122. Синтез заменимых аминокислот: глу, гли, ала, асн, асп, тир.
123. Синтез сер и гли.
124. Фолиевая кислота, строение. Гиповитаминоз, биохимическая роль. ПАБК, сульфамиды, ПАСК.
125. Исходные продукты в синтезе незаменимых аминокислот.
126. Синтез пиримидиновых нуклеотидов.
127. Синтез пуриновых нуклеотидов.
128. Образование дезоксирибонуклеотидов.
129. Витамины, определение, номенклатура, классификация, роль. Причины гиповитаминоза.
130. Водорастворимые витамины. Аскорбиновая кислота.
131. Жирорастворимые витамины.
132. Количественное определение и обнаружение витаминов.
133. Гормоны, определение, роль, классификация, химическая природа, представители.
134. Ступени и механизм действия гормонов.
135. Гипоталамические гормоны: статины, либерины, химическая природа, роль.
136. Гормоны гипофиза.
137. Гормоны щитовидной и паращитовидной железы.
138. Гормоны надпочечников.

139. Половые гормоны.

140. Гормоны растений, микроорганизмов. Гормоноиды. Простагландины.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Критерии зачета:

«Зачтено» получает студенту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы или если он дал неполные или неточные ответы, но ответил на уточняющие вопросы, а также выполнил программу занятий.

«Не зачтено» получает студент, если он дал неполные или неточные ответы и не ответил на уточняющие вопросы, если он не ответил ни на один вопрос, а также не выполнил программу занятий.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Биологическая химия : учебник / А.Д. Таганович, Э.И. Олецкий, Н.Ю. Коневалова, В.В. Лелевич ; ред. А.Д. Тагановича. - 2-е изд., испр. - Минск : Вышэйшая школа, 2016. - 672 с. : ил. - Библиогр.: с. 654. - ISBN 978-985-06-2703-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235731>

2. Биохимия: учебник для студентов медицинских вузов / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 759 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-3762-9

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Биохимия: краткий курс : [учебное пособие для студентов биологов] / М. Т. Проскуряков. - Краснодар : [б. и.], 2007. - 199 с. : ил. - Библиогр.: с. 195.
2. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1 : Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. М. Молочкиной, В. В. Белова ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Изд. 3-е, испр. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-00101-014-2. - ISBN 978-5-00101-013-5
3. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 2 : Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и др. ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 636 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94774-366-1. - ISBN 978-5-94774-364-7
4. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 3 : Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, О. В. Ефременковой ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 448 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-5-94774-367-8. - ISBN 978-5-94774-364-7

5.3. Периодические издания:

1. "Journal of Biological Chemistry" (Balt., 1905-),
2. "Biochemistry" (Wash., 1964-),
3. "Archives of Biochemistry and Biophysics" (N. Y., 1942-),
4. "Biochemical Journal" (L., 1906-),
5. "Bulletin de la Société de Chimie Biologique" (P., 1914-),
6. "Giornale di Biochimica" (Rome, 1955-),
7. "Acta Biologica et Medica Germanica" (Lpz., 1959-),
8. "Journal of Biochemistry". (Tokyo, 1922-).
9. «Биохимия и микробиология» (М., 1965-),
10. "Бюллетень экспериментальной биологии и медицины" (М., 1936-).

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Классификация ферментов – <http://www.xumuk.ru/biologhim/057.html>
2. Официальный сайт ИЮПАК – <http://www.iupac.org>
3. Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук – <http://isir.ras.ru/>.
4. Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН) – <http://www.viniti.msk.su/>.
5. Институт Биоорганической Химии РАН – <http://www.ibch.ru/>.
6. Кафедра химической Энзимологии МГУ – <http://www.enzyme.chem.msu.ru/>.
7. Научно-исследовательская лаборатория биосинтеза и биоинженерия ферментов – http://www.kcn.ru/tat_ru/universitet/nir/bbf.ru.html
8. Научно-исследовательская лаборатория инженерной энзимологии – http://www.kcn.ru/tat_ru/universitet/nir/ien.ru.html.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

1. Лабораторная работа
 - ознакомиться с темой, целью, задачами работы;
 - ознакомиться с предложенными теоретическими вопросами
 - изучить соответствующий лекционный материал;
 - изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
 - изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
 - ознакомиться с практическими заданиями и ходом их выполнения;

- ознакомиться с предложенным оборудованием;
- выполнить предложенные практические задания в соответствии с ходом работы;
- письменно оформить выполненную работу, сделать структурированные выводы

2. Самостоятельная работа

- ознакомиться с темой и вопросами СР;
- изучить соответствующий лекционный материал;
- изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
- изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
- письменно оформить выполненную работу, сделать структурированные выводы.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Информационные технологии – не предусмотрены.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

Microsoft Windows 8, 10

Microsoft Office Professional Plus

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук - <http://isir.ras.ru/>.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория 425, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер) и соответствующим программным обеспечением.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория 431, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели - 16 шт.; доска учебная; ПЭВМ преподавателя 1 шт., проектор Epson EB-S12; экран. Комплекты лабораторного биохимического оборудования: пробирки, мерные пробирки, ступки, пестики, спиртовки, держатели, пипетки, наборы реактивов. спектофотометры, ФЭКи, центрифуги, рН-метры, аналитические и технические весы, хроматографические колонки, коллекторы фракций,

		гомогенизаторы
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 430, укомплектованный учебной мебелью, ПЭВМ преподавателя 1 шт. с выходом в интернет
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 431, оснащенная комплектом учебной мебели - 16 шт.; доска учебная.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 437, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, 109 С – читальный зал, А 213 – компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета