

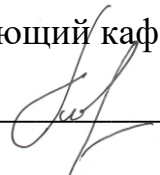
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт Естественных наук
Кафедра биотехнология

Утверждено на заседании кафедры
биотехнологии
«30» января 2023 г., протокол №6

Заведующий кафедрой

 О.Н. Понаморёва

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Химические основы биологических процессов»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
04.03.01 Химия

с направленностью (профилем)

**Химия окружающей среды, химическая экспертиза и
экологическая безопасность**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 040301-01-23

Тула 2023 год

(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является получение фундаментального образования, способствующего развитию личности, в том числе пониманию молекулярных основ жизни и составлению благодаря этому ясного представления о тех конкретных путях, которыми живая природа решает целый ряд практически важных задач, стоящих перед химиками. Главная значимость этой дисциплины определяется тем местом, которое занимает комплекс биологических наук в современном естествознании, и той ролью, которую должна играть биология в научном воспитании молодых людей. Преподавание химических основ биологических процессов в университете ставит своей главной целью раскрыть смысл основных химических закономерностей биологических процессов, в особенности, реализации генетических программ и ферментативного катализа, научить студента понимать химическую целесообразность биологических процессов, ознакомить с основами механизмов действия лекарственных средств, дать понятия о биотехнологии и нанобиотехнологии.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных химических закономерностей биологических процессов;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями в области молекулярной биологии и биохимии;
- овладение методами и приемами решения конкретных задач из области биохимии и молекулярной биологии;
- формирование навыков проведения биохимического эксперимента, умения решать прикладные задачи в интегральных областях знаний - биоаналитической химии и биотехнологии, в том числе нанобиотехнологии и молекулярной биотехнологии.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 7 и 8 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) принципы поиска, отбора и обобщения информации (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК-1.1);
- 2) основы теории фундаментальных разделов химии; состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений; технику химического эксперимента (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1);
- 3) основные законы естественнонаучных и математических дисциплин (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.1).
- 4) программное обеспечение; нормативную и информационную литературу (код компетенции – ОПК-6, код индикатора – ОПК-6.1);

Уметь:

- 1) критически анализировать и синтезировать информацию для решения поставленных задач (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК-1.2);

2) систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии; формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2);

3) использовать базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности; обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.2);

4) представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке; результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе (код компетенции – ОПК-6, код индикатора – ОПК-6.2).

Владеть:

1) методами критического анализа и системного подхода для решения поставленных задач (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК-1.3);

2) навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, методологией выбора методов анализа; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3);

3) приемами решения задач, типичных для естественнонаучных дисциплин; методами интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.3);

4) навыками подготовки презентаций по теме работы и представления ее на русском и английском языках (код компетенции – ОПК-6, код индикатора – ОПК-6.3).

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения*										
7	ДЗ	5	180	56		56			0,25	67,75
8	КР, Э	4	144	36	12	60		3	0,5	32,5
Итого	–	9	324	92	12	116		3	0,75	100,25

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	ДЗ	5	180	56		56	-	-	0,25	67,75
8	Э, КР	4	144	36	12	60	-	3	0,5	32,5
Итого	–	9	324	92	12	116		3	0,75	100,25

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
7 семестр	
1	Введение Особенности живой материи. Уровни организации живых организмов. Основные классы биомолекул и принципы их строения. Аминокислоты как структурные элементы белков. Пептидная связь и конформация полипептидной цепи.
2	Пептиды: структура и свойства. Биологически активные пептиды. Химия пептидов – новое направление развития лекарственных препаратов Белки и их основные признаки. Биологические функции белков. Классификация белков. Простые и сложные белки. Физико-химические свойства белков.
3	Структурная организация белковых молекул. Первичная структура белков. Конформация белковых молекул. Вторичная структура белков. Третичная структура белков. Силы, стабилизирующие третичную структуру белков.
4	Связь третичной и первичной структур. Денатурация и ренатурация белков. Способность к специфическим взаимодействиям как основа биологической активности белков. Избирательное взаимодействие белка с лигандом.
5	Четвертичная структура белков. Биологические свойства олигомерных белков. Роль четвертичной структуры в проявлении определенных биологических функций белка на примере миоглобина и гемоглобина (кинетика оксигенирования Mb и Hb, транспорт CO ₂ , эффект Бора, регуляция ДФГ).

№ п/п	Темы лекционных занятий
6	Биологическое значение углеводов. Классификация углеводов. Структура и свойства моносахаридов..
7	Структура и свойства олигосахаридов и полисахаридов Резервные, структурные и водорастворимые полисахариды
8	Структура и свойства липидов. Жирные кислоты - основные компоненты липидов. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты как предшественники простагландинов, тромбоксанов, лейкотриенов. Простые липиды. Воска. Иды (жиры и масла). Йодное число жиров.
9	Неомыляемые липиды. Холестерол, терпены. Витамины А, Е, Д, растительные липиды.
10	Мембранные липиды. Строение, свойства, функции клеточных мембран. Образование липидного бислоя. Текучесть, асимметричность, непроницаемость мембран. Жидко-мозаичное строение мембран. Мембранные белки, гликолипиды и гликопротеины. Особенности мембран различных биологических мембран. Клеточные стенки бактерий. Грамположительные и грамотрицательные бактерии.
11	Транспорт веществ через биологические мембраны. Механизмы вне- и внутриклеточной передачи сигнала.
12	Ферменты. Биологическое значение ферментов. Особенности ферментов как биологических катализаторов. Классификация и номенклатура ферментов.
13	Информационные ресурсы в области биохимии и молекулярной биологии.
14	Строение активного центра ферментов. Холофермент и апофермент. Механизм действия ферментов. Каталитические свойства ферментов. Субстратная специфичность. Специфичность пути превращения.
15	Водорастворимые витамины как предшественники коферментов.
16	Кинетические схемы и уравнение Михаэлиса. Линеризация уравнения.
17	Ингибирование избытком субстрата. Кинетика функционирования олигомерных ферментов. Уравнение Хилла.
18	Зависимость скорости реакций от температуры, рН-зависимости ферментативных реакций. Конкурентные и неконкурентные ингибиторы. Лекарственные препараты, яды, инсектициды, отравляющие вещества - ингибиторы ферментов.
19	Способы регуляции работы ферментов: изменение абсолютного количества ферментов и каталитической активности ферментов. Регуляция скорости синтеза и распада ферментов, превращение проферментов в активные формы. Регуляторные (аллостерические ферменты), особенности их строения. Аллостерические эффекторы. Ковалентная модификация ферментов.
20	Введение в обмен веществ. Биоэнергетика. Понятие о метаболизме и метаболических путях. Метаболизм как совокупность процессов катаболизма и анаболизма. Элементы термодинамики открытых систем. Сопряжение экзергонических и эндергонических процессов. Макроэргические соединения. АТФ - основной источник и аккумулятор энергии в организме. Фазы катаболизма основных питательных веществ в организме.
21	Окислительные реакции катаболических процессов. Субстратное и окислительное фосфорилирование. Клеточное дыхание. Организация дыхательной цепи в митохондриях.
22	Направление движения электронов по дыхательной цепи. Электрохимический потенциал. Роль АТФ-синтазы в сопряжении окислительного фосфорилирования с цепью переноса электронов. Коэффициент фосфорилирования при переносе восстановительных эквивалентов на кислород от различных субстратов. Дыхательный контроль. Ингибиторы и разобщители дыхательной цепи и окислительного фосфорилирования.

№ п/п	Темы лекционных занятий
23	Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Последовательность реакций. Биологическое значение. Цикл лимонной кислоты. Последовательность реакций.
24	Связь общего пути катаболизма с митохондриальной цепью переноса электронов. Регуляция общего пути катаболизма. Причины ядовитости мышьяка.
25	Ксенобиотики. Фазы метаболизма ксенобиотиков. Зависимость метаболизма ксенобиотиков от их строения. Микросомальное окисление веществ. Токсичность кислорода. Механизмы защиты от токсического действия кислорода.
26	Основные метаболические пути углеводов. Общая характеристика. Анаэробный и аэробный гликолиз. Энергетика гликолиза.
27	Спиртовое и молочнокислое брожение. Глюконеогенез из молочной кислоты и аминокислот в печени. Пентозофосфатный путь, общая характеристика. Синтез НАДФН и рибозы. Значение процесса в разных тканях.
28	Синтез и распад гликогена. Биологическое значение процессов в печени и мышцах. Регуляция синтеза и распада гликогена. Транспорт глюкозы в клетки, роль инсулина. Сахарный диабет.
8 семестр	
1	Основные пути превращения липидов. Переваривание и всасывание липидов. Их транспорт и ресинтез. Липопroteины крови как транспортные формы липидов.
2	β -Окисление жирных кислот. Образование и использование кетонных тел.
3	Биосинтез жирных кислот. Биосинтез жиров.
4	Основные пути превращения белков и аминокислот. Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте. Катаболизм аминокислот. Типы дезаминирования аминокислот, биологическое значение трансаминирования.
5	Катаболизм углеводородного скелета аминокислот. Кетогенные и гликогенные аминокислоты. Обмен аммиака. Биосинтез мочевины.
6	Превращение в биогенные амины, нуклеотиды и другие соединения. Биосинтез аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
7	Структура и свойства нуклеозидов - нуклеотидов - нуклеиновых кислот. Нуклеиновые основания. Водородные связи в комплементарных нуклеиновых основаниях. Нуклеозиды. Строение. Мононуклеотиды. Структура, номенклатура. Классификация. Биологические функции. Природные биологически активные нуклеотиды: АМФ, АДФ, АТФ, НАД ⁺ , ФАД, цАМФ. Мононуклеотиды как структурные элементы нуклеиновых кислот.
8	Нуклеиновые кислоты. Классификация и номенклатура. Фосфодиэфирная связь. ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Особенности строения ДНК и РНК. Вторичная структура нуклеиновых кислот, двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Макромолекулярная структура РНК. Особенности строения цитоплазматических РНК (рРНК, тРНК, мРНК). Рибосомы прокариот и эукариот.
9	Виды переноса генетической информации. Репликация ДНК. Белки и ферменты прокариот и эукариот, участвующие в репликации. Механизм репликации. Полуконсервативный способ репликации. Репликативная вилка. Участие ДНК-топоизомеразы и ДНК-хеликазы в образовании репликативной вилки. РНК-праймеры. Лидирующая и отстающая цепи ДНК. Фрагменты Оказаки. Особенности репликации у эукариот. Понятие «ориджина». Скорость репликации ДНК. Репликон. Метилирование ДНК и его биологическое значение.

№ п/п	Темы лекционных занятий
10	Транскрипция. Схема реализации генетической информации в фенотипические признаки. Транскрипция у прокариот. Этапы транскрипции (инициация, элонгация и терминация). Особенности транскрипции у эукариот. Процессинг РНК у прокариот и эукариот. Полиаденилирование, кэпирование и сплайлинг мРНК эукариот.
11	Биосинтез белков (трансляция). Генетический код и его свойства (триплетность, универсальность, однозначность, вырожденность). Основные компоненты белок синтезирующей системы. Адапторные функции тРНК и аминоацил-тРНК. Активация аминокислот. Синтез полипептидной цепи на рибосоме (инициация, элонгация, терминация).
12	Фолдинг белков (посттрансляционные модификации полипептидных цепей. Роль шаперонов в фолдинге белков. Ингибиторы матричных биосинтезов. Ингибиторы репликации, транскрипции и трансляции. Токсины. Интерфероны.
13	Повреждения ДНК и репарация. Спонтанные повреждения. Ошибки репликации, депуринизация и дезаминирование. Репарация таких повреждений. Индуцируемые повреждения. Индуцирующие факторы (УФ- и ионизирующее излучение, нитраты и нитриты, метилирующие агенты, интерколяторы).
14	Регуляция экспрессии генов у прокариот. Адаптивная регуляция генов у прокариот. Теория оперона. Индукция синтеза белков. Лас-оперон.
15	Внехромосомные генетические элементы. Транспозоны и плазмиды. Характеристика бактериальных плазмид.
16	Механизмы регуляции генов у эукариот. Транскрипционно-активный хроматин. Энхансеры и сайленсеры. Теломеры и теломераза. Особенности теломерной ДНК. Роль теломеразы в ооогенезе.
17	Основы молекулярной биотехнологии.
18	Методы исследований в области молекулярной биологии.

Очно-заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
8 семестр	
1	Основные пути превращения липидов
3	Основные пути превращения аминокислот.
2	Строение нуклеотидов и нуклеиновых кислот.
3	Матричные биосинтезы. Репликация, транскрипция. Повреждения ДНК.
4	Матричные биосинтезы. Биосинтез белка.
5	Регуляция экспрессии генов.

Очно-заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
7 семестр	
1	Техника безопасности в лаборатории. Особенности работы в биохимической лаборатории. Разбор материала по теме «Аминокислоты – структурные единицы белков. Стереои́зомерия. Кислотно-основные свойства, равновесия в растворах, изоэлектрическая точка. Пептиды».
2	Л.р. № 1. Количественное определение белка биуретовым методом. Количественное определение белка по методу Лоури.
3	Л.р. № 2. Определение изоэлектрической точки казеина. Осаждение белков. Денатурация белков. Обессоливание раствора яичного альбумина методом диализа. Хроматографический метод определения аминокислот.
4	Л.р. № 3. Сравнение аминокислотного состава различных белков. Хроматографический метод определения аминокислот
5	Защита лабораторных работ 1-3. Контрольная работа № 1
6	Л.р. № 4. Качественные реакции на углеводы.
7	Л.р. № 5. Энзиматический метод количественного определения глюкозы.
8	Л.р. № 7. Качественные реакции на липиды. Определение иодного числа (15,17)
9	Защита лабораторных работ 4-7..
10	Л.р. № 8. Качественные пробы на присутствие ферментов. Специфичность действия ферментов. Конкурентное торможение сукцинатдегидрогеназной активности. Количественное определение активности грибных амилаз.
11	Л.р. № 9. Зависимость скорости ферментативной реакции от различных факторов. Влияние температуры на активность ферментов. Влияние ингибиторов на активность ферментов. Влияние pH на активность амилазы слюны.
12	Л.р. № 10. Качественные реакции на витамины. Количественное определение аскорбиновой кислоты.
13	Защита лабораторных работ 8-10. Контрольная работа № 2
14	Отработка лабораторных работ.
8 семестр	
1	Л.р. № 11. Нативный электрофорез белков в полиакриламидном геле
2	Л.р. № 12. Обнаружение действия животной липазы и определение её активности
3	Л.р. № 13. Количественное определение пировиноградной кислоты в мышцах
4	Защита лабораторных работ 11-13. Контрольная работа № 3
5	Л.р. № 14. SDS-электрофорез белков в ПААГ
6	Л.р. № 15. Определение общего холестерина в сыворотке крови
7	Л.р. № 16. Экспресс-определение глюкозы в крови с помощью глюкометра
8	Защита лабораторных работ 14-16. Контрольная работа № 4

№ п/п	Наименования лабораторных работ
9	Л.р. № 17. Выделение рибонуклеопротеинов из дрожжей и качественное определение продуктов из гидролиза
10	Л.р. № 18. Визуализация препаратов плазмидной ДНК методом электрофореза в агарозном геле
11	Контрольная работа № 5
12	Защита курсовых работ.

Очно-заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
7 семестр	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Выполнение домашних заданий
3	Самостоятельное изучение разделов «Методы определения активности и количества ферментов»; «Водорастворимые витамины и микроэлементы – как кофакторы ферментов. Жирорастворимые витамины».
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
8 семестр	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Выполнение домашних заданий
3	Самостоятельное изучение разделов «Особенности строения генома прокариот и эукариот»; «Хроматин: упакованный геном»; «Ксенобиотики. Фазы метаболизма ксенобиотиков. Микросомальное окисление веществ»; «Базы данных и серверов по молекулярной биологии и биохимии».
4	Подготовка к практическим занятиям
5	Выполнение курсовой работы
6	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Очно-заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Заочная форма обучения*

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения (если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой)

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение и защита лабораторных работ № 1-3	6
		Выполнение домашних заданий	4
		Контрольная работа №1	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение и защита лабораторных работ № 5-7	6
		Выполнение и защита лабораторных работ № 8-10	6
		Выполнение домашних заданий	4
		Контрольная работа № 2	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100
8 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение домашних заданий	5
		Выполнение и защита лабораторных работ №11-13	6
		Контрольная работа № 3	15

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение и защита лабораторных работ №14-16	6
		Выполнение домашних заданий	5
		Контрольная работа № 4	15
		...	
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Очно-заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Заочная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная видеопроектором, настенным экраном.

Для проведения лабораторных работ требуется лаборатория, оснащённая биохимическими и биотехнологическим оборудованием (центрифуга, лабораторные аналитические весы, спектрометр, установка для горизонтального электрофореза, источник питания для электрофореза, анализатор жидкости рН-метр-иономер-БПК-термооксиметр, гальванопотенциостат, бюретки, шкаф сушильный, шкаф вытяжной, автоматические пипетки переменного объема, термостаты, шейкер-инкубатор, микроволновая печь, персональный компьютер, холодильник, химическая посуда, реактивы).

Для проведения самостоятельной работы студентов требуется аудитория и компьютеры для обучающихся с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

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

7.1 Основная литература

1. Биохимия [Электронный ресурс] : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970433126.html>, по паролю.

2. Конопатов, Ю.В. Основы экологической биохимии. [Электронный ресурс] / Ю.В. Конопатов, С.В. Васильева. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 136 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91301> — Загл. с экрана.

3. Биохимия с упражнениями и задачами [Электронный ресурс] / Е. С. Северин [и др.]; под ред. Е.С. Северина - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417362.html> по паролю.

4. Алферов, С. В. Методические указания к самостоятельным занятиям по дисциплине "Биохимические аспекты функционирования живых систем" [Электронный ресурс] : Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология. Профиль подготовки (специализация): Экобиотехнология. Квалификация (степень) выпускника - магистр. Форма обучения: очная / С. В. Алферов, О. Н. Пономарева ; ТулГУ, ЕНИ, Каф. Биотехнологии .— Электрон. текстовые дан. (1,08 Мб) .— Тула, 2017 .— 76 с. : ил. — Загл. с титул. экрана .— Электрон. версия .— Библиогр.: с.75-76 .— Доступ из сети Интернет - ЭБС "Библиотех" .— Adobe Acrobat Reader .— <URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2017070211105819292700007535>>.

7.2 Дополнительная литература

1. Комов, В.П. Биохимия : учебник для вузов / В.П.Комов, В.Н.Шведова .— М. : Дрофа, 2004 .— 640с. : ил. — (Высш.образование: Современный учебник).

2. Биохимия: Краткий курс с упражнениями и задачами : учебное пособие для вузов / под ред.Е. С. Северина, А. Я. Николаева .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : ГЭОТАР-МЕД, 2002 .— 448с. : ил. — (XXI век).

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

1. Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ" : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
2. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
3. ЭБС издательства «Юрайт».- Режим доступа: <http://biblio-online.ru>, по паролю.- Загл. с экрана.
4. Научная Электронная Библиотека eLibrary - библиотека электронной периодики.- Режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.
3. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.
2. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора (<http://www.rpohv.ru/blend/>), интернет-ресурс;
3. Центр биотехнологической информации - The National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/>), интернет-ресурс;
4. База данных о ферментах - The Comprehensive Enzyme Information System BRENDA (<http://www.brenda-enzymes.info/>), интернет-ресурс;
5. База данных по биокатализу и биodeградации (Университет Миннесоты) - Microbial biocatalytic reactions and biodegradation pathways (<http://umbbd.msi.umn.edu/>), интернет-ресурс.