

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Биотехнология и прикладная биохимия

Уровень высшего образования:

Специалитет

Направление подготовки (специальность):

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Фундаментальная и прикладная энзимология

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Биотехнология и прикладная биохимия**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1.С. Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования</p> <p>Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
СПК-3.С. Способность использовать при решении практических задач теоретические основы и экспериментальные методы ферментативной кинетики, основные представления о структуре активных центров и механизмах действия ферментов	<p>Знать: механизмы ферментативного катализа</p> <p>Уметь: анализировать экспериментальные данные и делать выводы о предполагаемом механизме ферментативного катализа</p>
СПК-1.С. Способность использовать сведения о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов, основных направлениях современной биотехнологии и прикладной биохимии при решении задач профессиональной деятельности	<p>Знать: Свойства микроорганизмов и строение и биологические функции основных классов биоорганических соединений, а также основные пути регуляции биохимических процессов</p> <p>Уметь: самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов с целью решения профессиональных задач</p>

6. Объем дисциплины 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 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 78 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (54 часа занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости, 2 часа – групповые консультации), 66 часов составляет самостоятельная работа студента

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

Обучающийся должен

Знать: общие положения, законы и теории базовых химических и математических дисциплин, основы биохимии, основные классы биоорганических соединений.

Уметь: применять сведения в области физической химии к решению упрощенных задач

Владеть: навыками анализа физико-химических параметров системы для предсказания возможных протекающих процессов, методами анализа экспериментальных данных.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

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, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Инженерная энзимология. Ферменты в водно-органических системах, мицеллярный катализ	17	9	3				12	5		5
Тема 2. Имобилизованные ферменты	19	9	3			2	14	5		5

Тема 3. Иммуноферментный анализ	17	9	3				12	5		5
Тема 4. Микробиология	17	9	3				12	5		5
Тема 5. Ферменты в медицине	17	9	3				12	5		5
Тема 6. Методы генетической инженерии	19	9	3			2	14	5		5
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	38			2			2			36
Итого	144	54	18	2		4	78	30		66

9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю): конспекты лекций, литература из рекомендованного списка

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Конспекты лекций

Дополнительная литература

1. Шлегель Г. Общая микробиология. М. Мир, 1987.

2. Нетрусов А.И., Котова И. Б., Микробиология. М., Академия 2007.
3. Жимулев И. Ф., Общая и молекулярная генетика. Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2003
4. Чемерис А.В., Ахунов Э.Д., Вахитов В.А. Секвенирование ДНК. М.: Наука, 1999. - 427с.
5. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. Перевод с англ. языка под редакцией А.А. Баева и К.Г. Скрябина. М.: Мир, 1984. – 479 с.
6. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. - М.: Мир, 2002. - 589 с
7. Ленгелер Й., Древис Г., Шлегель Г. Современная микробиология. Прокариоты., М.,
8. Мир, 2005.
9. Серия Биотехнология, книга 1 «Проблемы и перспективы». Москва. Высшая школа. 1987.
10. Серия Биотехнология, книга 7 «Иммобилизованные ферменты». Москва. Высшая школа. 1987.
11. Кудряшова Е.В. Методическая разработка к задаче спецпрактикума кафедры химической энзимологии «Структура и стабильность ферментов. Методы стабилизации ферментов».2011.
12. Кудряшова Е.В. Функционирование и структура белков на поверхностях раздела фаз. Новые методы исследования. 2013. Изд-во «Palmarium Academic Publishing» AV Akademikerverlag GmbH & Co., KG. Germany.
13. Теория и практика иммуноферментного анализа. А.М.Егоров, А.П.Осипов и др.- М.: Высшая школа, 1991.
14. Биохимические методы анализа. Ред. Б.Б.Дзантиев. – М.: Наука. 2010
15. Иммунология. В.Г. Галактионов. – М.: Изд. центр «Академия», 2004.
16. Основы медицинской иммунологии. А.Рабсон, А.Ройт, П.Делвз. Пер. с англ. – М.: Мир, 2006.

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели: доц. д.х.н. Кудряшова Е.В., доц. к.х.н. Осипов А.П., доц. к.х.н. Белогурова Н.Г., проф. д.х.н. Тишков В.И.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамен. На экзамене проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.5.

Вопросы к экзамену:

Вопросы к разделу Введение в биотехнологию

1. Биотехнология: предмет и задачи. Классическая (традиционная) и "современная" (генноинженерная) биотехнология.
2. Задачи и возможности инженерной энзимологии.
3. Примеры практического использования ферментов (ферментных препаратов) для целей тонкого органического синтеза (получение аминокислот, пептидов, антибиотиков, стероидов и других биологически-активных веществ).
4. Пути регуляции положения равновесия в ферментативных реакциях - контроль. Выхода целевого продукта.
5. Пути получения стабильных и технологичных катализаторов на основе ферментов и их препаратов.
6. Принципы стабилизации ферментов в неводных средах.
7. Принцип пространственного разделение фермента и органического растворителя и возможности его практической реализации.
8. Примеры используемых на практике систем, их достоинства и недостатки. Мицеллярные системы, способы включения ферментов в системы обращенных мицелл. Типы и структуры фермент-содержащих мицелл.
9. Регуляция каталитической активности ферментов в мицеллярных системах варьированием степени гидратации и концентрации ПАВ. Случаи простых и сложных ферментов.
10. Использование мицеллярных систем с солюбилизированными белками (ферментами) для целей тонкого органического синтеза, химического (биохимического, иммуноферментного) анализа и медицины (терапии).
11. Обращенные мицеллы как нанореакторы контролируемой формы и размеров: возможности молекулярной и супрамолекулярной белковой инженерии.
12. Обращенные мицеллы как инструмент получения ферментных препаратов с заданными характеристиками.

Вопросы к разделу Имобилизованные ферменты

1. Носители для иммобилизации белков (ферментов). Классификация. Приемы активации носителей. Носители, применяемые в медицине.
2. Иммобилизация белков (ферментов). Общие определения. Преимущества иммобилизованных препаратов биокатализаторов. Области применения. Проблемы и перспективы.
3. Типы иммобилизации. Физическая иммобилизация. Сравнительный анализ типов физической иммобилизации.
4. Химическая иммобилизация. Химические реакции, приводящие к созданию связей белок-носитель. Ковалентная модификация ферментов. Основные реакции модификации аминогрупп, карбоксильных групп и тио-групп фермента. Области применения химически иммобилизованных белков (ферментов); применение ковалентно модифицированных ферментов.
5. Кинетические закономерности катализа иммобилизованными ферментами. Конформационное состояние иммобилизованного фермента. Эффекты распределения компонентов системы с иммобилизованными ферментами. Понятие о кинетическом и диффузионных режимах протекания ферментативной реакции.
6. Структура и стабильность ферментов. Молекулярные причины инактивации ферментов. Механизмы стабилизация ферментов при иммобилизации.

Вопросы к разделу Ферменты в медицине

1. Ферменты (белки) в медицине. Проблемы и перспективы применения. Принципы конструирования лекарственных форм пролонгированного действия

2. Системы доставки лекарственных препаратов: капсулы, липидные носители, неорганические носители.

Вопросы к разделу Иммуноферментный анализ

1. Физико-химические закономерности взаимодействия антиген-антитело
2. Количественная оценка специфичности. Аффинность, авидность. Перекрестные реакции. Гетерогенность антител. Методы определения аффинности антител. Графические способы расчета констант связывания (метод Скетчарда, координаты Хилла). Взаимодействие двух субпопуляций антител с моновалентным антигеном. Анализ кинетических закономерностей взаимодействия антиген-антитело. Способы определения прямой и обратной кинетических констант.
3. Методы иммунохимического анализа.
4. Особенности взаимодействия поливалентных антигенов с антителами. Влияние соотношения реакционных компонентов на процессы комплексообразования. Методы иммунопреципитации. Реакция радиальной иммунодиффузии по Манчини. Реакция преципитации. Реакция кольцепреципитации. Реакция связывания комплемента. Реакция агглютинации и реакция гемагглютинации. Способы повышения чувствительности анализа. Метод Ухтерлони. Иммуноэлектрофорез. Двумерный иммуноэлектрофорез. Методы иммуноблотинга.
5. Теоретические основы иммуноферментного анализа.
6. Неконкурентные методы. Факторы, влияющие на предел обнаружения (концентрация компонентов, время анализа, чувствительность регистрации метки, аффинность антител), уменьшение неспецифического связывания. Конкурентные методы. Общий вид калибровочных кривых. Влияние аффинности антител и концентрации меченых антител на предел обнаружения в анализе. Основные способы повышения чувствительности для неконкурентного и конкурентного видов иммуноферментного анализа

Вопросы к разделам Общие сведения о микроорганизмах, особенности, Особенности биотехнологии микробиологических производств и Молекулярная генетика бактерий

1. Место микроорганизмов в природе (животные, растения, протисты). Общие свойства микроорганизмов, (размеры, особенности метаболизма, высокая скорость размножения и т.д.).
2. Строение прокариотической клетки (отличия от эукариотической).
 - 1) Плазматическая мембрана, клеточная стенка, ядерный аппарат, рибосомы, фотосинтетические ламеллы, включения.
 - 2) Основные морфологические группы бактерий.
3. Клеточная стенка грамположительных и грамотрицательных бактерий. Строение муреинового слоя. Механизм действия лизоцима и пенициллина. Протопласты и сферопласты.
4. Питание и рост микроорганизмов.
 - 1) Потребность в химических элементах (макро- и микроэлементы).
 - 2) Источники углерода и энергии (автотрофные и гетеротрофные микроорганизмы). Факторы роста (понятие ауксотрофии).
 - 3) Отношение к кислороду (облигатные, -факультативные аэробы, анаэробы). Аэрация (способы увеличения поверхности раздела между газовой и жидкой фазами). Анаэробные культуры. Техника Хангейта.
5. Питание и рост микроорганизмов.
 - 1) Питательные среды (синтетические, сложные, твердые и т.д.).
 - 2) Отношение к концентрации ионов водорода.

- 3 Отношение к температуре (мезофильные, термофильные и психрофильные микроорганизмы).
- 4) Селективные методы культивирования. Получение накопительных культур. Чистая культура. Смешанная культура.
6. Физиология роста микроорганизмов.
- 1) Основные понятия (концентрация и плотность бактерий, константы скорости деления и роста, время генерации и удвоения).
 - 2) Методы определения числа бактерий (общее число клеток, число живых клеток).
 - 3) Методы определения бактериальной массы (прямые и косвенные).
 - 4) Кинетическое описание экспоненциального роста.
7. Физиология роста микроорганизмов.
- 1) Рост бактерий в периодической культуре. Характеристика фаз кривой роста бактериальной культуры. Параметры кривой роста (урожай, скорость роста, длительность лаг-фазы)
 - 2) Рост в непрерывной культуре. Характеристика роста в хемостате. Различие между периодической и непрерывной культурами.
 - 3) Синхронизация клеточного деления.
8. Подавление роста и гибель микроорганизмов. Бактериостатическое и бактерицидное действие различных агентов. Действие на поверхностные структуры клетки (этанол, детергенты и т.д.). Дезинфекция. Ферментные яды. Механизм действия сульфониламидов, антибиотиков (хлорамфеникол, пенициллин, стрептомицин). Методы стерилизации. Техника безопасности при работе с микроорганизмами.
9. Основные типы брожений, вызываемые микроорганизмами. Понятие брожения как способа регенерации АТФ. Основные реакции фосфорилирования. Характерные конечные продукты различных брожений.
10. Спиртовое брожение, вызываемое дрожжами и бактериями. Общая схема. Применение дрожжей в пищевой промышленности.
11. Молочнокислородное брожение. Общая схема. Основные представители (гомо- и гетероферментативное брожение). Применение и распространение молочнокислых бактерий.
12. Пропионовокислородное брожение. Краткая характеристика пропионовокислых бактерий, их использование в сыроделии. Маслянокислородное и ацетоно-бутиловое брожения. Краткая характеристика бактерий родов *Bacillus* и *Clostridium*.
13. Муравьинокислородное брожение. Основные роды бактерий, осуществляющие брожение по этому пути. Патогенные представители. Светящиеся бактерии.
14. Анаэробное дыхание (нитратное, сульфатное, серное, карбонатное). Соответствующие неорганические акцепторы электрона. Значение бактерий в круговороте веществ в природе.
15. Нуклеиновые кислоты: первичная и вторичная структуры. Репликация ДНК. Транскрипция. Трансляция. Способы реализации генетической информации. Генетический код.
16. Обмен генетической информацией между микроорганизмами в природе. Трансформация. Трансдукция. Трансмиссия (конъюгация).
17. Модификация нуклеиновых кислот. Системы рестрикции-модификации ДНК и их роль в природе. Репарация ДНК.
18. Строение генома бактерий. Хромосома. Плазмиды. их классификация (группы "несовместимости"), регуляция копияности.
19. Понятие "ген".
20. Генетическая основа эффективных экспрессирующих систем рекомбинантных белков *E.coli*.

Вопросы к экзамену к разделу Методы генетической инженерии

Билет 1.

1. Полимеразная цепная реакция - принцип и области применения.
2. Оптимизация структуры ДНК-зондов, получаемых на основе аминокислотной последовательности.
3. Принципы химического секвенирования ДНК.

Билет 2.

1. Требования к ферментам, используемых в полимеразной цепной реакции.
2. Метки, используемые для детекции ДНК зондов. Их преимущества и недостатки.
3. Принципы ферментативного секвенирования ДНК.

Билет 3.

1. Выбор праймеров и оптимизация условий полимеразной цепной реакции.
2. Клонирование генов. Получение геномных и кДНК библиотек.
3. Особенности экспрессии эукариотических белков в *E.coli*.

Билет 4.

1. Области применения полимеразной цепной реакции.
2. Назовите ферменты модификации ДНК и РНК и опишите их активности
3. Методы скрининга геномных и кДНК библиотек.

Билет 5.

1. Ферменты, используемые для секвенирования ДНК и требования, предъявляемые к ним.
2. Что такое направленный и неупорядоченный мутагенез. Преимущества и недостатки каждого из подходов.
3. Требования, предъявляемые к системам экспрессии рекомбинантных белков.

Билет 6.

1. Эндонуклеазы рестрикции второго типа. Свойства и особенности механизма действия.
2. ДНК-зонды. Типы, способы получения и области применения.
3. Экспрессия рекомбинантных белков в *E.coli*. Преимущества и недостатки по сравнению с эукариотическими системами экспрессии.

Билет 7.

1. ДНК-полимераза I *E.coli*. Строение и особенности механизма действия.
2. Достоинства и недостатки метода направленного мутагенеза.
3. Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в *E.coli*.

Билет 8.

1. Параметры, характеризующие эффективность ДНК-полимераз.
2. Достоинства и недостатки метода «направленной эволюции».
3. Опишите строение и принцип регулирования *lac*-промотора

Билет 9.

1. Назовите основные типы ферментов, гидролизующих ДНК и РНК, и опишите их специфичность.
2. Особенности проведения электрофореза при секвенировании ДНК.
3. Какие методы аффинной очистки рекомбинантных белков вы знаете?

Билет 10.

1. Параметры, характеризующие эффективность ДНК-полимераз.
2. Достоинства и недостатки клонирования генов в плазидах и фагах.
3. Преимущества способов получения белков генно-инженерным путем по сравнению с традиционными методами.

Билет 11.

1. ДНК-полимераза I *E.coli*. Строение и особенности механизма действия.
2. Особенности проведения электрофореза при секвенировании ДНК.
3. Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в *E.coli*.

Билет 12.

1. Назовите основные типы ферментов, гидролизующих ДНК и РНК и опишите их специфичность.
2. Типы и способы введения меток при ферментативном секвенировании.
3. Что такое направленный и неупорядоченный мутагенез. Преимущества и недостатки каждого из подходов.

Билет 13.

1. Ферменты, используемые для секвенирования ДНК и требования, предъявляемые к ним.
2. Вектора, используемые для создания геномных и кДНК библиотек.
3. Преимущества способов получения белков генно-инженерным путем по сравнению с традиционными методами.

Билет 14.

1. Назовите основные типы ферментов, гидролизующих ДНК и РНК и опишите их специфичность.
2. Секвенирование ДНК. Особенности проведения электрофореза при секвенировании ДНК.
3. Преимущества способов получения белков генно-инженерным путем по сравнению с традиционными методами.

Билет 15.

1. Назовите основные типы ферментов, гидролизующих ДНК и РНК и опишите их специфичность.
2. Достоинства и недостатки клонирования генов в плазидах и фагах.
3. Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в *E.coli*.

Билет 16.

1. Параметры, характеризующие эффективность ДНК-полимераз.
2. Вектора, используемые для создания геномных и кДНК библиотек.
3. Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в *E.coli*.

Билет 17.

1. Эндонуклеазы рестрикции второго типа. Свойства и особенности механизма действия.
2. Саузерн и Нозерн-блот анализ. Принципы и особенности
3. Какие методы аффинной очистки рекомбинантных белков вы знаете?

Билет 18.

1. ДНК-полимеразы и проявляемые ими типы активности. Требования к ДНК-полимеразам, используемых в полимеразной цепной реакции..
2. Достоинства и недостатки клонирования генов в плазидах и фагах.
3. Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в *E.coli*.

Билет 19.

1. Назовите ферменты модификации ДНК и РНК и опишите их активности
2. Саузерн и Нозерн-блот анализ. Принципы и особенности
3. Преимущества способов получения белков генно-инженерным путем по сравнению с традиционными методами.

Билет 20.

1. Параметры, характеризующие эффективность ДНК-полимераз.
2. Принципы химического секвенирования ДНК.
3. Особенности экспрессии эукариотических белков в *E.coli*.

Билет 21.

1. Типы и способы введения меток при ферментативном секвенировании.
2. Саузерн и Нозерн-блот анализ. Принципы и особенности
3. Направленный и неупорядоченный мутагенез. Преимущества и недостатки каждого из подходов.

Билет 22.

1. ДНК-полимераза I *E.coli*. Строение и особенности механизма действия.
2. Принципы ферментативного секвенирования ДНК.
3. Требования, предъявляемые к системам экспрессии рекомбинантных белков.

Билет 23.

1. Назовите основные типы ферментов, гидролизующих ДНК и РНК и опишите их специфичность.
2. Принципы химического секвенирования ДНК
3. Опишите структурные элементы экспрессионного вектора, необходимые для высокоэффективной экспрессии белков в *E.coli*.

Билет 24.

1. Назовите ферменты модификации ДНК и РНК и опишите их активности.
2. Полимеразная цепная реакция - принцип ПЦР.
3. Опишите строение и принцип регулирования *lac*-промотора

Билет 25.

1. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Требования к ферментам, используемых в ПЦР.
2. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Требования к ферментам, используемых в ПЦР.
3. Направленный и неупорядоченный мутагенез. Преимущества и недостатки каждого из подходов.

Билет 26.

1. ДНК-зонды. Типы, способы получения и области применения.
2. Вектора, используемые для создания геномных и кДНК библиотек.
- 3.. Преимущества и недостатки экспрессии рекомбинантных белков в *E.coli* по сравнению с эукариотическими системами экспрессии.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: механизмы ферментативного катализа Знать: Свойства микроорганизмов и строение и биологические функции основных классов биологических соединений, а также основные пути регуляции биохимических процессов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы Уметь: самостоятельно составлять план исследования Уметь: анализировать экспериментальные данные и делать выводы о предполагаемом механизме ферментативного катализа Уметь: самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов биологических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов с целью решения профессиональных задач	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене