

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Биотехнология и нанобиотехнология**

**Уровень высшего образования:**  
Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.04.01 Химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Биотехнология и нанобиотехнологии

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок В-ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>СПК-1.М.</b> Способен применять знания о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, а также основных путях регуляции биохимических процессов и свойствах микроорганизмов	<b>СПК-1.М.2</b> Интерпретирует результаты эксперимента с использованием знаний о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов	<b>Знать:</b> Свойства микроорганизмов, строение и биологические функции основных классов биоорганических соединений, а также основные пути регуляции биохимических процессов <b>Уметь:</b> самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимических процессов с целью решения профессиональных задач
<b>СПК-4.М.</b> Способен со знанием основных направлений современной биотехнологии использовать основные методы получения стабилизированных биокатализаторов с наночастицами для применения в биотехнологии и медицине	<b>СПК-4.М.1</b> предлагает различные методы получения стабилизированных биокатализаторов в зависимости от природы биомолекул и задачи	<b>Знать:</b> основные методы получения стабилизированных биокатализаторов с использованием наночастиц для применения в биотехнологии и медицине <b>Уметь:</b> реализовывать основные методы получения стабилизированных биокатализаторов с использованием наночастиц для применения в биотехнологии и медицине

3. Объем дисциплины (модуля) составляет **4** зачетных единицы, всего **144** часа, из которых **67** часов составляет контактная работа студента с преподавателем (**38** часов занятия лекционного типа, **19** часов – занятия семинарского типа, **6** часов – индивидуальные консультации, **4** часа – промежуточный контроль успеваемости), **77** часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

**Знать:** общие положения, законы и теории базовых химических дисциплин, основные классы биомолекул и их свойства, механизмы протекания реакций в растворах, основы биохимии и молекулярной биологии

**Уметь:** решать задачи по прослушанным ранее спецкурсам

**Владеть:** навыками анализа литературы, приемами решения типовых задач по прослушанным курсам.

## 5. 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. Введение в инженерную энзимологию и биотехнологию	16	6	3		1		10			6
Тема 2. Ферменты в водно-органических системах, применение в органическом синтезе	19	7	3		1		11			8
Тема 3. Имобилизованные ферменты	17	6	3		1		10			7
Тема 4. Основы иммунологии и иммуноферментного анализа	19	6	4		1		11			8
Тема 5. Общие сведения о микроорганизмах, биотехнологии мик-	19	7	3		1		11			8

робиологических производств. Молекулярная генетика бактерий. Гены и геномы. Методы генной инженерии										
Тема 6. Биосенсоры. Нанофлюидика.	<b>18</b>	6	3		1		<b>10</b>			<b>8</b>
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	<b>36</b>					4	<b>4</b>			<b>32</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>38</b>	<b>19</b>		<b>6</b>	<b>4</b>	<b>67</b>			<b>77</b>

#### 6. 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.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Конспекты лекций, литература из предложенного списка

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

#### Основная литература

1. Конспекты лекций
2. Ю. Л. Хмельницкий, А. В. Левашов, Н. Л. Клячко, К. Мартинек. Конструирование Биокаталитических систем в органических растворителях с малым содержанием воды. Биотехнология, 1988, т. 4, с. 292-309.
3. И. В. Березин, Н. Л. Клячко., А. В. Левашов и др. Имобилизованные ферменты. Серия Биотехнология (под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова). Кн. 7 - М.: Высшая школа. 1987.

4. И. В. Березин и др. Инженерная энзимология. Серия Биотехнология (под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова). Кн. 8 - М.: Высшая школа. 1987.
5. А. В. Левашов. Катализ ферментами в агрегатах поверхностно-активных веществ. «Биотехнология»(Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР), М.: 1987, т. 4, с. 112-158.
6. А. В. Левашов. Катализ ферментами в системах обращенных мицелл. Дисс. докт. хим. наук, М.: МГУ, 1987, 256 с.
7. А. В. Левашов, Н. Л. Клячко. Мицеллярная энзимология: методы и техника, Известия Академии Наук. Сер. Хим., 2001, №10, с. 1638-1651.

### **Дополнительная литература**

1. Д. Уэстли «Ферментативный катализ». Москва, Мир, 1972.
2. Биокатализ: История моделирования опыта живой природы. (Ред. И. В. Березин, В. И. Кузнецов), М.: Наука, 1984. 344 с.
3. Введение в прикладную энзимологию. (Ред. И. В. Березин, К. Мартинек). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 384 с.
4. Современная микробиология. Прокариоты. т. 1, 2 Под ред. Й. Ленглера, Г. Древса, Г. Шлегеля М. Мир. 2005
5. С. Н. Щелкунов. Генетическая инженерия. Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2004
6. Г Шлегель. Общая микробиология. М. Мир, 1987
7. Б Глик., Дж Пастернак. Молекулярная биотехнология. М. Мир, 2002
8. Биотехнология. Под ред. И Хиггинса., Д Беста., Дж. Джонса М. Мир, 1988
9. А. П. Синицын, Е. И Райнина., В. И Лозинский., С. Д Спасов. Иммуобилизованные клетки микроорганизмов. - М.: Изд. МГУ. 1994.
10. М. Тривен Иммуобилизованные ферменты. – М.: Мир, 1983.
11. Д. Фрайфельдер Физическая Биохимия. М.: Мир, 1980
12. Ч. Кантор, П. Шиммель Биофизическая химия, в 3 т. Пер. с англ. М.: Мир, 1984.
13. Т. Маниатис и др. «Молекулярное клонирование». Москва, Мир, 1984 (перевод с английского).
14. С. Н. Щелкунов «Генетическая инженерия». Сибирское Университетское Издание. Новосибирск 2004, 2е издание.
15. Б. Глик, Дж. Пастернак. «Молекулярная биотехнология. Принципы и применения».
16. А. В. Чемерис и др. «Секвенирование ДНК». Москва, Наука 1999.
17. М. Сингре, П. Берг «Гены и геномы». Том 1, 2. Москва, Мир, 1998.
18. Корниш – Боуден. «Основы ферментативной кинетики». Москва, Мир, 1979.
19. Д. Уэстли «Ферментативный катализ». Москва, Мир, 1972.
20. В. Уильямс, Х. Уильямс «Физическая химия для биологов». Москва, Мир, 1976.
21. И. В. Березин, А. А. Клесов «Практической курс химической и ферментативной кинетики». Москва, МГУ, 1976.

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

9. Язык преподавания – русский

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

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы для экзамена:**

##### **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 аминокислотных групп, 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 стабилизации ферментов при иммобилизации.

### **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 Скотт-Чарда, 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 иммуноблоттинга.
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 ацетон-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 копияемости.
19. Понятие "ген".
20. Генетическая основа эффективных экспрессирующих систем рекомбинантных белков *E.coli*.

### **Вопросы 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, используемым 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 плазмидах 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 плазмидах 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.

#### **Вопросы к разделу Биочипы и Нанофлюидика.**

1. Быстрое типирование и расшифровка последовательности биомакромолекул.
2. Биосенсорные технологии (основные типы детекторов и элементов «селекторов»).
3. Методы ПЦР (традиционные подходы, on line ПЦР, ПЦР на чипе).
4. Биочипы (МАГИК-чип (Матрица Гель-Иммобилизованных Компонентов на микрочипе), биочипы на основе жидких кристаллов ДНК, анализ на основе аптамерной ДНК, «клетка на чипе», «лаборатория на чипе»).
5. Конфокальная микроскопия.
6. Сканирующая зондовая микроскопия.
7. Микрофлюидные технологии.
8. Иммобилизация биомакромолекул, клеточных органелл и целых клеток.
9. Методы анализа сложных смесей («биоэлектронный нос», «биоэлектронный язык», нейросетевые алгоритмы, кластерный анализ).
10. Основы нанотехнологии. Физические основы нанотехнологии. Наноструктурированные материалы. Тонкие пленки. Наночастицы (нанотрубки, квантовые точки, фуллерены, фуллериты).
11. Нанобиосенсоры
12. Нанофлюидики
13. Наносборка, нано- и микроэлектромеханические системы (НЭМС и МЭМС)
14. Клеточная и тканевая инженерия
15. Нанофотоника (взаимодействие света с биологически активными наноструктурами)
16. Зондовая микроскопия
17. Молекулярные «моторы», наноразмерная биомеханика

18. Концепция «лаборатория на чипе»
19. Нанофармацевтика
20. Нанобиоэлектроника и биомолекулярная электроника

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
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

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: Свойства микроорганизмов и строение и биологические функции основных классов биоорганических соединений, а также основные пути регуляции биохимических процессов Знать: основные методы получения стабилизированных биокатализаторов с использованием наночастиц для применения в биотехнологии и медицине	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: самостоятельно применять знания о строении и биологических функциях основных классов биоорганических соединений, свойствах микроорганизмов, способах регуляции биохимиче-	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене

ских процессов с целью решения профессиональных задач Уметь: реализовывать основные методы получения стабилизированных биокатализаторов с использованием наночастиц для применения в биотехнологии и медицине	
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