

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

 А.В. Толстиков

2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**БИОТЕХНОЛОГИЯ**  
по научной специальности 1.5.6. Биотехнология

## 1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине Биотехнология

№ п/п	Темы дисциплины (модуля) / Разделы (этапы) практики* в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации (зачет, с указанием семестра)	Код и содержание компетенции	Оценочные материалы (виды и количество)
1	2	3	4
1.	Введение. Биотехнология растений как научное направление	<p>УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p> <p>УК-5 - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</p> <p>ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;</p> <p>ПК-7 – понимает современные проблемы биотехнологии и использует фундаментальные представления о генетической и клеточной инженерии в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>ПК-8 – знает и использует основные теории, концепции и принципы в области биотехнологии, расширяющие общепрофессиональную, фундаментальную подготовку;</p> <p>ПК-9 – способен к системному мышлению, демонстрирует знание методологии использования живых организмов, культур клеток и биологических процессов в производстве полезных продуктов для народного хозяйства, медицины, ветеринарии, улучшающих</p>	Конспект лекции
2.	Классические методы создания сортов культурных растений (достоинства и недостатки)		Проектный семинар. Творческое задание.
3.	Теоретическое и практическое значение клонального микроразмножения. Питательные среды культивирования		Исследовательский семинар. Составление схем.
4.	Мутационный процесс		Конспект лекции
5.	Особенности популяций культивируемых клеток in vitro. Синтез вторичных метаболитов		Исследовательский семинар. Презентация, доклад.
6.	Гибридизация соматических клеток растений для преодоления барьера несовместимости при отдаленной гибридизации		Конспект лекции
7.	Гаплоидия и дигаплоидия растений в системах in vitro		Конспект лекции
8.	Культивирование незрелых зародышей семян для преодоления стерильности у отдаленных гибридов. Соматическая и гаметоклональная изменчивость		Семинар. Эссе.
9.	Методы сохранения биологических объектов		Конспект лекции
10.	Роль методов биотехнологии в повышении устойчивости		Конспект лекции

	растений к стрессовым воздействиям	воздействие на окружающую среду и формирующих экологически доброкачественную среду обитания человека и животных.	
11.	Биологическое разнообразие трансгенных растений. Основные направления трансгеноза		Конспект лекции
12.	Сочетание методов адаптивной системы селекции и генетической инженерии растений		Исследовательский семинар. Презентация, доклад.
13.	Консультация перед кандидатским экзаменом		
14.	Кандидатский экзамен (5 семестр)		Устные ответы на вопросы к экзамену

## 2. Виды и характеристика оценочных средств

№	Оценочные средства	Краткая характеристика оценочного средства
1.	Семинар	Средство контроля, позволяющее на основе устного опроса аспирантов, определить объем усвоенных знаний студентами по темам дисциплины.
2.	Реферат	Результат самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа научной литературы по заданной теме. В реферате аспирант раскрывает суть научной проблемы, приводит различные точки зрения, пути решения проблемы.
3.	Доклад	Результат самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов учебно-исследовательской деятельности по заданной теме. Доклад сопровождается презентацией, подготовленной аспирантом для иллюстрации доклада.
4.	Письменный ответ по заданию	Средство проверки умений аспиранта применять полученные знания для решения задач определенного типа. Результат самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой изложение в письменном виде задания по определенной теме, в которой аспирант раскрывает суть научной проблемы, приводит различные точки зрения, пути решения проблемы.
5.	Дискуссия	Оценочное средство, позволяющие включить аспирантов в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать и научно обосновывать собственную точку зрения.

### Критерии оценивания ответов на вопросы устного характера на семинаре

5 баллов - всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, основной и дополнительной литературы, взаимосвязи основных понятий дисциплины в их

значении для приобретаемой профессии. Проявление творческих способностей в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

4 балла - полное знание учебного материала, основной рекомендованной к занятию. Обучающийся показывает системный характер знаний по дисциплине и способен к самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. В ответах на вопросы допускает незначительные ошибки.

3 балла - знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшего освоения дисциплины, знаком с основной литературой, рекомендованной к занятию. Обучающийся допускает погрешности, но обладает необходимым знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

0 баллов - обнаруживаются существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускаются принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### **Критерии оценивания задания**

5 баллов - правильные ответы даны на все вопросы, выполнены все задания, ответы изложены логично и полно.

4 балла - правильные ответы даны на все вопросы, выполнены все задания, полнота ответа составляет 2/3.

3 балла - правильные ответы даны на 2/3 вопросов, выполнены 2/3 заданий, большинство (2/3) ответов краткие, неразвернутые.

0 баллов - правильные ответы даны на менее 1/2 вопросов, выполнены менее 1/2 заданий, ответы краткие, неразвернутые, «случайные».

### **Критерии оценивания реферата**

8 баллов - углубленный анализ по теме исследования, полная характеристика изучаемой проблемы с изложением всех точек зрения, собственной позиции, описание путей решения проблемы. Логичное и аргументированное изложение. Соответствие текста выбранной теме. Оформление реферата на высоком уровне, без грамматических и синтаксических ошибок. Оформление ссылок и списка литературы в соответствии с предъявляемыми требованиями.

7 баллов - твердое знание исследуемой темы. Небольшие недостатки в систематизации и обобщении материала. Соответствие текста выбранной теме. Оформление реферата на высоком уровне, без грамматических и синтаксических ошибок. Оформление ссылок и списка литературы в соответствии с предъявляемыми требованиями.

5-6 баллов - знание основ предмета (темы). Ошибки в изложении материала, затруднения в систематизации, аргументации материала. Соответствие текста выбранной теме. Оформление реферата на высоком уровне, без грамматических и синтаксических ошибок. Оформление ссылок и списка литературы в соответствии с предъявляемыми требованиями.

3-4 балла - неверное изложение основных вопросов темы. Полное заимствование первоисточников без ссылок на них, отсутствие анализа.

### **Критерии оценивания докладов**

8 баллов - четкое, аргументированное изложение темы, уверенное владение материалом. Полное соответствие доклада теме. Грамотное изложение материала, хороший литературный язык. Использование демонстрационного материала (презентации), подготовленного на высоком уровне. Правильные ответы на вопросы. Глубокое знание предмета.

7 баллов - аргументированное изложение темы, уверенное владение материалом. Полное соответствие доклада теме. Использование демонстрационного материала (презентации), подготовленной на высоком уровне. Правильные ответы на вопросы. Допускает незначительные ошибки в изложении материала (докладе) и в ответах на вопросы.

5-6 баллов - изложение темы, демонстрирующее знание основ. Отсутствие системного изложения материала, четкой аргументации. Ошибки в ответах на вопросы. Использование демонстрационного материала (презентации), подготовленного на хорошем уровне.

3-4 балла - изложение темы, демонстрирующее знание основ. Отсутствие презентации. Отсутствие ответов на вопросы.

### 3. Оценочные средства

1. Практическое занятие. Классические методы создания сортов культурных растений (достоинства и недостатки)

Проектный семинар. Вопросы:

1. Рекомбинационная селекция.
2. Подбор родительских пар для скрещиваний. Типы скрещиваний. Внутривидовая и отдаленная гибридизация.
3. Экспериментальный мутагенез. Мутагены (химические, физические, биологические), дозы.
4. Гетерозис. Теории, объясняющие механизм гетерозиса. Эффект гетерозиса в различных поколениях гибридов.
5. Отбор, методы отбора, применяемые в селекции.

Задание: достоинства и недостатки классических методов (творческое задание).

2. Практическое занятие. Теоретическое и практическое значение клонального микроразмножения. Питательные среды культивирования.

Исследовательский семинар. Вопросы:

1. Клональное микроразмножение растений.
2. Оздоровление посадочного материала от вирусов.
3. Преимущество клонального микроразмножения над обычным вегетативным. Выбор эксплантов. Использование меристемных тканей для получения безвирусного материала.
4. Этапы микроразмножения. Влияние факторов как генетических, так и факторов окружающей среды (трофических, гормональных, физических) на морфогенез растений. Прямой соматический эмбриогенез. Практическое значение метода.
5. Составы питательных сред для выращивания клеток растений.
6. Основные требования к лаборатории биотехнологических исследований.
7. Методы стерилизации жидких и твердых питательных сред. Стерилизация посуды. Стерилизация растительного материала.

Задание: составить схему оздоровления посадочного материала с использованием меристемной ткани (на примере картофеля). Дать описание каждого этапа. При описании обратить внимание на следующее: особенности меристемной ткани и ее использование для оздоровления посадочного материала; в каких случаях используют термотерапию и хемотерапию; основные факторы, влияющие на эффективность процесса оздоровления.

3. Практическое занятие. Особенности популяций культивируемых клеток *in vitro*. Синтез вторичных метаболитов.

Исследовательский семинар. Вопросы:

1. Особенности популяций культивируемых клеток *in vitro*.

2. Морфологическая гетерогенность растительных тканей *in vitro*.
2. Цитогенетическая гетерогенность растительных клеток. Причины и механизмы.
3. Глубинное культивирование клеток высших растений. Суспензионная культура клеток высших растений. Получение культуры клеток из каллусной ткани. Основные принципы глубинного выращивания культур клеток. Необходимая аппаратура.
4. Физикобиохимические особенности поведения клеточных популяций в цикле периодического выращивания.
5. Использование метода культуры изолированных клеток и тканей в синтезе вторичных метаболитов. Культуры клеток и тканей растений как источники ценных вторичных метаболитов. Иммунизация клеток и тканей растений.

Задание: предложите технологии получения лекарственных препаратов растительного происхождения с конкретными примерами, обращая внимание на специфику растительных клеток, фазы роста, питательные среды, условия ферментации и типы биореакторов (презентация, доклад).

4. Практическое занятие. Культивирование незрелых зародышей семян для преодоления стерильности у отдаленных гибридов. Соматоклональная и гаметоклональная изменчивость. Семинар. Вопросы:

1. Способы преодоления стерильности у отдаленных гибридов *in vitro*.
2. Проблемы получения межвидовых и межродовых гибридов растений традиционными методами гибридизации.
3. Метод культивирования незрелых зародышей и получение гибридных растений-регенерантов.
4. Техника опыления, вычленения и культивирования зародышей на питательной среде.
5. Получение растений-регенерантов и их оценка по показателям фертильности и жизнеспособности.

Задание: описать этапы культивирования в условиях *in vitro* с целью получения жизнеспособных растений-регенерантов незрелых зародышей (на конкретных примерах скрещивания растений, относящихся к различным видам).

5. Практическое занятие. Сочетание методов адаптивной системы селекции и генетической инженерии растений.

Исследовательский семинар.

Занятие построено на основе обсуждения сообщений аспирантов по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Трансгенные растения картофеля устойчивые к колорадскому жуку.
2. Эффективность применения трансгенных растений в мире.
3. Значение генетической инженерии в получении форм растений, устойчивых к стрессовым воздействиям.
4. Достоинства и недостатки методов сохранения растительного материала в неконтролируемых и контролируемых условиях.
5. Проблемы риска и биобезопасности использования генетически модифицированных продуктов.
6. Основные направления конструирования трансгенных растений, устойчивых к болезням.
7. Генетическая инженерия растений – «за» и «против».
8. Применение генетической трансформации в биотехнологии и селекции растений.
9. Методы переноса генетической информации между объектами.
10. Основные мировые тенденции в развитии производства биотоплива.
11. Роль генетической инженерии в решении экологических проблем.

12. Анализ научно-технической и патентной информации в области генетической инженерии растений.
13. Направленный мутагенез и генная инженерия.
14. Причины утраты и уменьшения разнообразия генофонда диких растений, животных и микроорганизмов при выращивании ГМ-растений.

### **Контрольные вопросы к кандидатскому экзамену:**

#### ***Раздел 1. История, современное состояние, перспективы развития биотехнологии и основные теоретические и прикладные аспекты***

1. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания.
2. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты.
3. Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности.
4. Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз).
5. Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости.
6. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.
7. Молекулярные основы организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер. Рекомбинация у бактериофагов.
8. Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий: эубактерии, цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения.
9. Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ.
10. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования.
11. Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электрон транспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение.
12. Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.).
13. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация.
14. Основные мономеры конструктивного метаболизма. Пути образования и дальнейшего их использования. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в конструктивном метаболизме.
15. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Практическое значение этих процессов. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Первичные и вторичные метаболиты. Их роль в природе. Практическое использование.
16. Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции.

17. Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.
18. Понятие гена в “классической” и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии.
19. Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.
20. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.
21. Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории «один ген – один фермент». Классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Идентификация и селекция мутантов.
22. Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая.
23. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и ISпоследовательности, их роль в генетическом обмене.
24. Исследование структуры и функции гена.
25. Элементы генетического анализа. Цис-транс- комплементационный тест. Генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Выявление функции гена.
26. Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов.
27. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
28. Роль биотехнологии в практике и познании фундаментальных основ организации и функционирования растительного генома. Преимущество селекции с использованием методов по сравнению с традиционной при одинаковой конечной цели – получение новых сортов.
29. Клональное микроразмножение растений, основные этапы, факторы, влияющие на процесс. Роль генотипа и экспланта в эффективности микрклонального размножения. Каллусная ткань, нежелательные явления при ее формировании, «опухолевые» и «привыкшие» ткани. Причины генетической неоднородности каллусных клеток
30. Основные компоненты питательных сред, наиболее часто используемых для каллусогенеза, различных типов морфогенеза и клонального микроразмножения.
31. Значение биотехнологических методов в получении отдаленных гибридов растений. Культивирования незрелых зародышей в условиях *in vitro*. Получение протопластов у растений, слияние. Восстановление клеточной оболочки, деление протопластов и регенерация растений.
32. Андрогенез и гиногез. Получение гаплоидных растений в культуре пыльников и пыльцы. Факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на протекание андрогенеза. Дигаплоидизация полученных гаплоидов. Теоретические аспекты и практическое использование гаплоидов.
33. Этапы мутационной селекции растений в условиях *in vitro*. Различия между генетической и эпигенетической природой индуцированных мутаций. Основные типы



мутаций, индуцированных в условиях *in vitro*. Причины возникновения самоклональной и гаметоклональной изменчивости и ее практическое использование.

34. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).

35. Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза.

36. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека. Непрерывные процессы культивирования. Теория хемостата. Автоселекция в хемостате.

37. Полунепрерывные (*fed batch culture*) и периодические процессы культивирования. Кинетическое описание периодического культивирования. Удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов. Понятие о *S*-моле биомассы. Влияние затрат субстрата на поддержание жизнедеятельности, на величину кажущегося экономического коэффициента.

38. Модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от удельной скорости роста, возраста культуры, концентрации субстратов и метаболитов в среде.

39. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии. Диффузионные ограничения при использовании иммобилизованных ферментов и клеток.

40. Методы контроля специфических параметров процесса ферментации. Типовые технологические приемы стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза.

41. Флотация клеток и белковых продуктов из культуральной жидкости. Экстрагирование продуктов биосинтеза из биомассы микроорганизмов жидкостями и суперкритическими жидкостями. Центробежная экстракция лабильных продуктов из культуральной жидкости.

42. Сушка лабильных биопродуктов и живых биопрепаратов. Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам. Вопросы надежности и безопасных условий эксплуатации, контроля биопроцесса, охраны окружающей среды.

## ***Раздел 2. Области применения современной биотехнологии***

1. Агробактерии в качестве векторной системы в генной инженерии растений. Конструирование векторов.
2. Векторы на основе ДНК- и РНК-содержащих вирусов растений.
3. Векторы для прямого переноса ДНК.
4. Экспрессия чужеродных генов в клетках высших растений.
5. Генная инженерия растительных органелл. Применение методов генной инженерии в молекулярно-генетическом исследовании высших растений.
6. Проблемы биобезопасности работ с трансгенными растениями и их использования.
7. Задачи, решаемые методами генной инженерии растений в сельском хозяйстве и в современной биотехнологии.
8. Основные направления конструирования трансгенных растений.
9. Устойчивость к вредителям, гербицидам, патогенам, к стрессорам.
10. Улучшение качества продукции.
11. Генетически трансформированные клетки и ткани растений как биотехнологические объекты.

12. Использование генно-инженерной биотехнологии и проблема защиты окружающей среды.
13. Горизонтальный перенос генов в биоту, возникновение мутантных организмов с непредсказуемыми свойствами.
14. Появление резистентных к антибиотикам, гербицидам, Вt-энтмотоксину форм организмов (суперсорняков, суперпаразитов, суперпатогенов).
15. Повышение концентрации пестицидов в окружающей среде при выращивании ГМрастений.
16. Утрата и уменьшение разнообразия генофонда диких растений. Уменьшение сортового и видового разнообразия культурных растений.
17. Идентификация ГМИ в пищевых продуктах. Стандарты. Методы. Маркировка продуктов, содержащих ГМИ.
18. Государственный контроль и государственное регулирование в области генноинженерной деятельности.
19. Промышленные штаммы-продуценты. Сырьевая база. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта.
20. Микробиологическое производство кормовых антибиотиков, концентратов витаминов кормового назначения, вакцин и пробиотиков для животноводства.
21. Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых (инсектициды, фунгициды).
22. Использование микроорганизмов для контроля фитопатогенов.
23. Биотехнологии антибиотиков против болезней растений, бактериальных удобрений, стимуляторов роста растений гормональной природы.
24. Стимуляция роста растений бактериями: синтез фитогормонов и изменение гормонального статуса.
23. Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот (лимонная, яблочная, аспарагиновая кислоты), ферментных препаратов для пищевой промышленности.
24. Использование ферментов для текстильных, кожевенных технологий, при производстве стиральных порошков.
25. Использование методов иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний.
26. Основы современной иммунобиотехнологии. Гибридная технология. Использование антител для очистки биологических жидкостей.
27. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Производство сывороток.
28. Препараты на основе живых культур микроорганизмов (нормофлоры и пробиотики). Иммуносенсоры.
29. Конструирование и производство генно-инженерного инсулина. Другие генноинженерные лекарства и препараты.
30. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов.
31. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана, биоконверсией органических отходов и растительного сырья.
32. Источники биомассы для выработки топлива.
33. Интенсификация фотосинтеза методами биотехнологии.
34. Получение биогаза.
35. Биофотолиз и получение водорода.
36. Геомикробиология и экология нефте- и угледобычи.
37. Удаление серы из нефти и угля. Повышение нефтеотдачи. Воздействие микроорганизмов на нефть, торф, уголь.
38. Подавление биокоррозии нефтепроводов.

39. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.
40. Участие микроорганизмов в деструкции органических остатков в почве (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и т.д.).
41. Обезвреживание отходов биотехнологических производств.
42. Схема биологической очистки сточных вод.
43. Биодegradация ксенобиотиков в окружающей среде.
44. Понятие о малоотходных и безотходных технологиях. Основные методы и принципиальные конструкции установок.
45. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред.
46. Создание технологий для восстановления окружающей среды с использованием генномодифицированных микроорганизмов.
47. Биологическая переработка твердых отходов.
48. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов.