Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 30.09.2023 16:29:06
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /А.С. Соколов/
«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Фотобиотехнология»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2023 г.

Разработчик(и):

Профессор, д.т.н., доцент /Ю.В. Данильчук/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех»
Профессор, д-р.б.н. /Т.И. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**Ошибка! Закладка не определена.**4
3. Структура и содержание дисциплины**Ошибка! Закладка не определена.**
   3.1. Виды учебной работы и трудоемкость5
   3.2. Тематический план изучения дисциплины5
   3.3. Содержание дисциплины**Ошибка! Закладка не определена.**
   3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий6
   3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение7
   4.1. Нормативные документы и ГОСТы7
   4.2. Основная литература8
   4.3. Дополнительная литература8
   4.4. Электронные образовательные ресурсы8
   4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение8
   4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы8
5. Материально-техническое обеспечение8
6. Методические рекомендации9
   6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения9
   6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины10
7. Фонд оценочных средств11
   7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения11
   7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения11
   7.3. Оценочные средства1114

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Фотобиотехнология» следует отнести формирование у студентов знаний об основах исследования и разработки современных биотехнологических методов защиты окружающей среды и навыков применения методов биотехнологии для защиты окружающей среды.

Основными задачами курса является формирование у студентов знаний о естественных биологических процессах, происходящих во всех природных экосистемах и принципах их использования в биотехнологических методах, освоение теорико-методологических основ и практических навыков культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов.

Обучение по дисциплине «Фотобиотехнология» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-8. Способен работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	- знает биотехнологические способы ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологическими методами; - умеет работать с научно-технической информацией использовать российский и международный опыт; - владеет методами проведения процессов и поддержания заданных параметров технологического процесса.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Фотобитехнология» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б1.2.ЭД.7) основной образовательной программы бакалавриата.

«Фотобитехнология» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– общая биология и микробиология;
– биохимия;
– основы биотехнологии;
– процессы и аппараты биотехнологических производств;
– промышленная биотехнология;
– энзимология.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы (**72** часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
2	**Самостоятельная работа**	**18**	**18**	
	В том числе:			
2.1	Проработка лекционного материала	8	8	
2.2	Подготовка к семинарам	10	10	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	зачет	
	Итого	**72**	72	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Введение		2				
2	Тема 1. Фототрофные и хемотрофные микроорганизмы		6				4
3	Тема 2. Основы культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов		6	4			2
4	Тема 3. Фотобиореакторы.		4	4			2
5	Тема 4. Полезные продукты из микроводорослей		2	2			2
6	Тема 5. Фототрофные и хемотрофные микроорганизмы в производстве ряда		2				2

	ценных продуктов для пищевой, медицинской, нефтяной и газовой промышленностей, для птицеводства и животноводства.						
7	Тема 6. Существующие подходы к оценке состояния водных экосистем		6	4			2
8	Тема 7. Фотобиотехнологии для получения возобновляемых источников энергии		4				2
9	Тема 8. Роль фотобиотехнологии в охране окружающей среды от загрязнения поллютантами и получении экологически чистых продуктов питания		4	4			2
	Итого	**72**	**36**	**18**			**18**

3.3 Содержание дисциплины

Введение. Предмет фотобиотехнологии, ее цели и задачи. Роль фотобиотехнологии в защите и оздоровлении биосферы.

Тема 1. Фототрофные и хемотрофные микроорганизмы.

Цианобактерии. Пурпурные бактерии. Галобактерии. Другие бактерии.

Глобальная роль фотосинтеза в энергетических потоках Земли. Фотосинтетический метаболизм водорода у микроводорослей.

Тема 2. Основы культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов.

Способы культивирования: периодическое культивирование (и его модификации), непрерывное культивирование (хемостат, турбидостат, pH-ауксостат).

Тема 3. Фотобиореакторы.

Основные типы лабораторных и промышленных фотобиореакторов. Характеристики фотобиореакторов и процессов культивирования фототрофов.

Тема 4. Полезные продукты из микроводорослей.

Биологически активные добавки. Каротиноиды. Глицерин. Астаксантин. Полиненасыщенные жирные кислоты. Примеры процессов.

Тема 5. Фототрофные и хемотрофные микроорганизмы в производстве ряда ценных продуктов для пищевой, медицинской, нефтяной и газовой промышленностей, для птицеводства и животноводства.

Тема 6. Существующие подходы к оценке состояния водных экосистем.

Биоиндикация в оценке состояния водной экосистемы. Связь биологического разнообразия водорослей с трофностью водоема.

Тема 7. Фотобиотехнологии для получения возобновляемых источников энергии (биоводорода, этанола, метана, нефти, глицерола).

Тема 8. Роль фотобиотехнологии в охране окружающей среды от загрязнения поллютантами и получении экологически чистых продуктов питания.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Культивирование фотосинтезирующих микроорганизмов.
2. Расчет показателей работы фотобиореакторов.

3. Расчет процессов получения полезных продуктов из микроводорослей.
4. Оценка общей загрязненности сточных вод органическими соединениями по показателям ХПК и БПК. Санитарно-бактериологическая оценка качества воды.
5. Работа с нормативной документацией по изучению требований к составу и свойствам воды в водоемах разной категории в результате поступления сточных вод. Комплексная оценка экологического состояния водных объектов.
6. Определение эффективности работы различных биофильтров для очистки воздуха и их сравнение.
7. Работа с нормативной документацией по изучения порядка проведения технико-химического контроля типичного биотехнологического производства при получении кормовой биомассы микроорганизмов при переработке некоторых видов отходов.
8. Оценка эколого-экономического эффекта от ликвидации загрязнения при биоремедиации почв, воздействия проводимых мероприятий на окружающую среду, остаточного экологического риска и форм хозяйственного пользования восстановленных территорий.
9. Оценка мутагенной активности поллютантов при использовании тест-систем. Оценка мутагенного эффекта водных загрязнений.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Санитарно-противоэпидемиологические правила «Безопасность работы с рекомбинантными молекулами ДНК». – М., 1989.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.
3. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
4. СанПиН № 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Минздрав России, 1998.
5. ГОСТ 17.0.0.04–90. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
6. ГОСТ Р 17.0.0.06–2000. Экологический паспорт природопользователя.
7. ГОСТ Р 50587–93. Паспорт безопасности вещества (материала). Основные положения. Информация по обеспечению экобезопасности при производстве, применении, хранении, транспортировании, утилизации.

4.2 Основная литература

1. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие : в 2 т. Т.1 / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников [и др.] ; 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 672 с. — (Учебник для высшей школы). — ISBN: 978-5-00101-850-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Лань [сайт]. (дата обращения: 28.08.2023).

2. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие : в 2 т. Т.2 / А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова, С.В. Лушников [и др.] ; 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 492 с. — (Учебник для высшей школы). — ISBN: 978-5-00101-851-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Лань [сайт]. (дата обращения: 28.08.2023).

4.3 Дополнительная литература

1. Туровский И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.

2. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.

3. Пахненко Е. П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

эор не разработан

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

нет

5. Материально-техническое обеспечение

Для реализации рабочей программы используются:

Лекционная аудитория кафедры «ХимБиотех» Ав5504. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Аудитория для семинарских и практических занятий кафедры «ХимБиотех» Ав5404а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5405б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: Лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, химическая мойка, химические реактивы, химическая посуда.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5406а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (5 корпус)), оборудованная: лабораторные столы, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер-инкубатор микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов.

Реализация учебной программы должна обеспечиваться доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основная форма изучения и закрепления знаний по данной дисциплине – лекционная и практическая.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации по подготовке к практическому занятию и указания на самостоятельную работу.

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы. Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп

причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Фотобиотехнология» предусматривает лекции и практические занятия. Изучение дисциплины завершается зачетом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в лаборатории биотехнологии, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучаемой на занятии.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой непроработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра:

- устный опрос, собеседование;
- практическая работа;
- реферат.

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Фотобиотехноогия».

Шкала оценивания	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Темы для устных опросов/собеседования

1. Задачи фотобиотехнологии.
2. Роль биотехнологии в защите и оздоровлении биосферы.
3. Биотехнологические методы и средства защиты окружающей среды.
4. Понятие биосферы, экосистемы, важнейшие биогеохимические функции живых организмов. Функционирование экосистем, самоочищающая способность.
5. Характеристика химических веществ-загрязнителей. Отходы (целлюлозно-бумажной промышленности, сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности, очистных сооружений).
6. Используемые биотехнологические способы переработки или обезвреживания отходов. Характеристика биологического загрязнения.
7. Загрязнение промышленными штаммами микроорганизмов. Генетически модифицированные микроорганизмы.
8. Пути переноса и трансформации загрязняющих веществ.
9. Миграция загрязняющих веществ.
10. Биогенный перенос загрязняющих веществ.
11. Абиотическая трансформация загрязнений в окружающей среде (окислительные процессы, фотохимические и фотокаталитические процессы трансформации, полимеризация)
12. Факторы окружающей среды и биодоступность ксенобиотиков.
13. Фототрофные и хемотрофные микроорганизмы.
14. Способы культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов.
15. Основные типы и принципы работы фотобиореакторов.
16. Полезные продукты из микроводорослей и процессы их получения.
17. Использование фототрофных и хемотрофных микроорганизмов в производстве продуктов для пищевой, медицинской, нефтяной и газовой промышленностей, для птицеводства и животноводства.

Темы для подготовки к защите практических работ

1. Методы культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов.
2. Показателей работы фотобиореакторов.
3. Параметры процессов получения полезных продуктов из микроводорослей.
4. Показатели оценки общей загрязненности сточных вод органическими соединениями – ХПК и БПК. Методы и показатели санитарно-бактериологическая оценки качества воды.
5. Требования к составу и свойствам воды в водоемах разной категории в результате поступления сточных вод. Методика комплексная оценки экологического состояния водных объектов.
6. Методики определения эффективности работы различных биофильтров для очистки воздуха и их сравнение.
7. Порядок проведения технико-химического контроля типичного биотехнологического производства при получении кормовой биомассы микроорганизмов при переработке некоторых видов отходов.
8. Методики оценки эколого-экономического эффекта от ликвидации загрязнения при биоремедиации почв, воздействия проводимых мероприятий на окружающую среду, остаточного экологического риска и форм хозяйственного пользования восстановленных территорий.
9. Показатели и их критерии при оценке мутагенной активности поллютантов при использовании тест-систем, методики определения такой активности. Методика оценки мутагенного эффекта водных загрязнений.

Примерные темы рефератов

1. Особенности накопления и трансформации загрязнений растениями и животных.
2. Методы очистки и обезвреживания загрязненных сред с использованием водорослей и растений.
3. Глобальная роль фотосинтеза в энергетических потоках Земли.
4. Культивирование фотосинтезирующих микроорганизмов. Кривая роста, способы культивирования.
5. Типы фотобиореакторов. Их характеристики и свойства.
6. Микроводоросли, биотехнологический потенциал. Примеры процессов образования продуктов.
7. Фототрофные бактерии и археи. Основные свойства и характеристики.
8. Молекулярные системы на основе хлоропластов.
9. Молекулярные системы на основе бактериородопсина.
10. Молекулярные системы на основе реакционных центров фотосинтеза.
11. Глобальная роль фотосинтеза.
12. Фотосинтетический метаболизм водорода у микроводорослей.
13. Выделение водорода аноксигенными фототрофными бактериями.
14. Выделение водорода цианобактериями. Связь выделения водорода и азотфиксации.
15. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. Оценка состояния водных экосистем.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Фотобиотехнология» проводится в форме зачета на основании выполнения студентом всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и защиты всех видов текущего контроля, указанных в п. 7.1. данной рабочей программы дисциплины.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Предмет фотобиотехнологии, ее цели и задачи.
2. Роль фотобиотехнологии в защите и оздоровлении биосферы
3. Фототрофные и хемотрофные микроорганизмы.
4. Цианобактерии.
5. Пурпурные бактерии.
6. Галобактерии.
7. Фотосинтетический метаболизм водорода у микроводорослей.
8. Использование растущих культур, иммобилизованных клеток, хемотрофных и фототрофных микроорганизмов для очистки сточных вод от тяжелых металлов.
9. Основы культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов.

10. Способы культивирования: периодическое культивирование (и его модификации), непрерывное культивирование (хемостат, турбидостат, pH-ауксостат).

11. Основные типы лабораторных и промышленных фотобиореакторов.

12. Характеристики фотобиореакторов и процессов культивирования фототрофов.

13. Получение полезных продуктов из микроводорослей. Биологически активные добавки.

14. Получение полезных продуктов из микроводорослей. Каротиноиды.

15. Получение полезных продуктов из микроводорослей. Глицерин.

16. Получение полезных продуктов из микроводорослей. Астаксантин.

17. Получение полезных продуктов из микроводорослей. Полиненасыщенные жирные кислоты.

18. Полезные продукты из других фотосинтезирующих микроорганизмов.

19. Способность фототрофных микроорганизмов к азотфиксации и фотообразованию водорода за счёт использования солнечной энергии.

20. Гидрогеназы. Сопряжение гидрогеназ с фотосинтезом у микроводорослей. Эффективность процесса и его скорости.

21. Выделение водорода аноксигенными фототрофными бактериями.

22. Ферменты, участвующие в выделении водорода у аноксигенных фототрофных бактерий: гидрогеназа и нитрогеназа. Связь нитрогеназ с общим метаболизмом бактерий. Связь с фотосинтезом. Возможности практического использования процесса.

23. Выделение водорода цианобактериями.

24. Связь выделения водорода и азотфиксации у одноклеточных и филаментных цианобактерий. Эффективность процесса и его скорости.

25. Фотобиотехнологии для получения возобновляемых источников энергии.

26. Роль фотобиотехнологии в охране окружающей среды от загрязнения поллютантами и получении экологически чистых продуктов питания.

27. Существующие подходы к оценке состояния водных экосистем.

28. Биоиндикация в оценке состояния водной экосистемы.

29. Связь биологического разнообразия водорослей с трофностью водоема.