

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра экологии и зоологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«24» мая 2022 г.

**Рабочая программа**  
**«Альгологическая биотехнология»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «7» апреля 2022 года, протокол № 5

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «18» апреля 2022 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Альгологическая биотехнология» являются: овладение теоретическими основами и практическими аспектами применения микроводорослей в биотехнологиях.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Альгологическая биотехнология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.02.01).

Для освоения материала необходимы знания по ботанике (низшим растениям), физиологии растений, основам культивирования микроорганизмов и клеток, основам биоинженерии и биотехнологии, общей экологии.

Дисциплина «Альгологическая биотехнология» дает возможность студентам применить на практике знания теоретических базовых биологических курсов, освоить методы и приемы использования живых систем и организмов (микроводорослей) или продуктов их жизнедеятельности на практике. Изучить, как теоретические основы культивирования микроводорослей, так и практические аспекты работы с альгокультурами, а также основы технологии получения целевых продуктов из микроводорослей.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция<br>(код и формулировка)  | Индикатор достижения компетенции<br>(код и формулировка)  | Перечень планируемых результатов обучения   |
|--|---|---|
| <b>Профессиональные компетенции</b>  |   |   |
| ПК-1. Способен осуществлять работы на биотехнологических производствах и в научных учреждениях медицинского, пищевого и природоохранного (экологического) биотехнологического профиля. | ПК-1.1. Применяет знания теории и методов осуществления биотехнологических процессов при решении научно-исследовательских и практических задач в научных учреждениях медицинского, пищевого и экологического профиля. | <b>Знать:</b><br>- понятийно-терминологический аппарат общей гидробиологии и альгологии.<br><b>Уметь:</b><br>- использовать знания, полученные из экологической физиологии, общей гидробиологии, водной микробиологии, других базовых биологических дисциплин в прикладной деятельности.<br><b>Владеть:</b><br>- методами биоэкологического мониторинга, экологической физиологии, общей гидробиологии, водной микробиологии для работы с альгологическими биотехнологиями. |
|  | ПК-1.2. Осуществляет  | <b>Знать:</b><br>- способы подготовки отчета по   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>поиск научной информации, составляет аналитические научные обзоры, выбирает технические средства и методы для решения поставленных научно-исследовательских задач.</p>   | <p>результатам эксперимента.<br/> <b>Уметь:</b><br/> - получать и обрабатывать и анализировать данные, полученные в ходе эксперимента, технологического процесса.<br/> <b>Владеть:</b><br/> - навыками критически оценивать и защищать результаты решения биотехнологических задач.</p>  |
| <p>ПК-3. Способен использовать основные средства и методы контроля качества материалов и продукции при решении проектных биотехнологических задач.</p> | <p>ПК-3.1. Применяет основные средства и методы определения состояния образцов и материалов в соответствии с регламентом при выполнении проектов.</p> <p>ПК-3.2. Участвует в разработке и реализации проектов с учетом правил и норм техники безопасности и охраны труда, соблюдения требований нормативно-правовой и технической документации.</p> | <p><b>Знать:</b><br/> - базовые методы, применяемые в альгологической биотехнологии.<br/> <b>Уметь:</b><br/> - использовать измерительно-аналитические приборы и оборудование для лабораторных экспериментальных технологических работ.<br/> <b>Владеть:</b><br/> - навыками использования материалов, методов и оборудования, используемого в альгологической биотехнологии;<br/> - навыками реализации проектов по альгологической биотехнологии с учетом правил и норм техники безопасности и охраны труда.</p> |

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часа.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание                            | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) |              |              |              |                       |                        | Формы текущего контроля успеваемости<br><br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|---|--------------|--------------|--------------|-----------------------|------------------------|---|
|       |   |         | Контактная работа   |              |              |              |                       |                        |   |
|       |   |         | лекции  | практические | лабораторные | консультации | аттестационная работа | самостоятельная работа |   |
| 1     | Биотехнологии с использованием гидробионтов и растительных клеток.  | 8       | 4   |              |              | 1            |                       | 10                     | устный опрос № 1  |
| 2     | Микроводоросли как объект биотехнологии.                            | 8       | 5   |              | 2            | 1            |                       | 30                     | устный опрос № 2  |
| 3     | Культивирование микроводорослей.                                    | 8       | 3   |              | 8            | 4            |                       | 30                     | устный опрос № 3  |
| 4     | Методики получения биотехнологической продукции из микроводорослей. | 8       | 4   |              | 6            | 40           |                       | 20                     | устный опрос № 4  |
|       | Промежуточная аттестация.   | 8       |   |              |              |              | 0,3                   | 11,7                   | Зачет   |
|       | <b>Всего</b>  |         | <b>16</b>   |              | <b>16</b>    | <b>10</b>    | <b>0,3</b>            | <b>101,7</b>           | <b>144</b>  |

#### Содержание разделов дисциплины:

**1. Биотехнологии с использованием гидробионтов и растительных клеток.** Типология биотехнологий. "Цветовая" классификация биотехнологий. "Синяя" биотехнология. Практическое значение микроводорослей.

**2. Микроводоросли как объект биотехнологии.** Основы физиологии и строения клеток микроводорослей. Закономерности роста водорослей. Способы деления клеток. Кривые роста. Фазы роста. Потребности в биогенах. Виды и экология микроводорослей, используемых для биотехнологий.

**3. Культивирование микроводорослей.** Посуда и оборудование для работы с альгологическими культурами. Питательные среды для культивирования микроводорослей. Стехиометрия процесса культивирования микроводорослей. Проточное, накопительное, диализное культивирование. Методики выделения,

поддержания, хранения, консервации микроводорослей. Методики проверки физиологического состояния и продуктивности культуры микроводорослей с помощью количественных и качественных показателей. Оборудование для культивирования микроводорослей

#### **4. Методики получения биотехнологической продукции из микроводорослей.**

Контроль биотехнологического процесса: отбор проб и образцов. Методы отделения биомассы целевого вида от культуральной жидкости. Методы дезинтеграции клеток микроводорослей. Методы выделения метаболитов (биологически активных веществ) из биомассы микроводорослей. Экстракция биомассы микроводорослей, как метод выделения целевого продукта биотехнологии.

#### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Горбунова Н.П. Альгология: учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 256 с.
2. Цоглин Л.Н., Пронина Н.А. Биотехнология микроводорослей. - М.: Научный мир, 2012. - 182 с.

### **б) дополнительная литература**

- Воропаева О.Г. Экологическая альгология: учеб. пособие для вузов. - Ярославль: ЯрГУ, 1988. - 55 с.

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

Доцент кафедры экологии и зоологии, к.б.н.



А.А. Зубишина

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Альгологическая биотехнология»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Вопросы к устному опросу № 1**

1. Расскажите о биотехнологиях с использованием водных организмов (гидробионтов, водорослей и цианобактерий)
2. Расскажите о "цветовой" классификации биотехнологий. Что такое "синяя" биотехнология?
3. Практическое значение микроводорослей и цианобактерий.

**Вопросы к устному опросу № 2**

1. Опишите закономерности роста микроводорослей и цианобактерий. Приведите кривые роста. Какие фазы наблюдаются в ходе развития культуры?
2. Опишите способы деления и жизненные циклы микроводорослей.
3. Какие виды водорослей и цианобактерий используются в биотехнологиях?

**Вопросы к устному опросу № 3**

1. Какие питательные среды применяются для работы с альгологическими культурами и культурами цианобактерий?
2. Перечислите и опишите виды культивирования.
3. Какое оборудование необходимо для культивирования микроводорослей, масштабируйте.
4. С помощью каких количественных и качественных показателей можно контролировать состояние и продуктивность культуры?

**Вопросы к устному опросу № 4**

1. Какие целевые продукты можно получить из культур микроводорослей и цианобактерий и их практическое значение?
2. Опишите способы отделения биомассы микроводорослей от культуральной среды.
3. Опишите методы дезинтеграции клеток микроводорослей для извлечения целевого продукта.
4. Опишите методы выделения БАВ из биомассы микроводорослей.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список заданий к зачету

1. Что такое биотехнология? Типология биотехнологий.
2. Расскажите о "цветовой" классификации биотехнологий. Что такое "синяя" биотехнология?
3. Практическое значение микроводорослей и цианобактерий.
4. Примеры видов микроводорослей и цианобактерий, используемых для биотехнологий.
5. Опишите закономерности роста микроводорослей и цианобактерий. Приведите кривые роста. Фазы роста.
6. Экология микроводорослей и цианобактерий, используемых для биотехнологий. Потребность в биогенах.
7. Опишите способы деления и жизненные циклы микроводорослей.
8. Питательные среды для культивирования микроводорослей. Специфика применения разных сред.
9. Стехиометрия процесса культивирования микроводорослей.
10. Перечислите и опишите виды культивирования и необходимое оборудование
11. Методики выделения, поддержания, хранения, консервации микроводорослей.
12. Количественные и качественные показатели для контроля состояния и продуктивности культуры?
13. Какие целевые продукты можно получить из культур микроводорослей и цианобактерий и их практическое значение?
14. Опишите способы отделения биомассы микроводорослей от культуральной среды.
15. Опишите методы дезинтеграции клеток микроводорослей для извлечения целевого продукта.
16. Опишите способы выделения БАВ из биомассы микроводорослей.
17. Экстракционные методы выделения метаболитов из микроводорослей и цианобактерий.

### **Правила выставления оценки по результатам опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

### **Оценка устного ответа на зачете**

Устный ответ на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка **«зачтено»** ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;



- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов по вопросу билета;
- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «не зачтено» ставится, если:

- обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов билета не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Альгологическая биотехнология»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Для успешного освоения курса студентам необходимо иметь знания по ботанике (низшим растениям), физиологии растений, основам культивирования микроорганизмов и клеток, основам биоинженерии и биотехнологии, общей экологии.

По дисциплине «Альгологические биотехнологии» проводятся лекции и лабораторные занятия, на которых происходит теоретическое изучение методов, а также получение и отработка навыков экспериментальной работы.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала и приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводится проверка лабораторных журналов и защита результатов эксперимента. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору вопросов, возникших в процессе проведения обсуждения результатов лабораторных работ и работы в группах.

В конце изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет выставляется по итогам выполнения контрольных заданий и краткого собеседования по теоретическим вопросам.

Посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым для успешного изучения курса и получения зачета.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебные пособия, приведенные в списке основной и дополнительной литературы, имеющиеся в библиотеке ЯрГУ.

#### **а) основная литература**

1. Горбунова Н.П. Альгология. - М.: Высшая школа, 1991. - 256 с.
2. Цоглин Л.Н., Н.А. Пронина Биотехнология микроводорослей. - М.: Научный мир, 2012. - 182 с.

#### **б) дополнительная литература**

1. Гарибова Л.В., Горбунова Н.П., Сидорова И.И., Сизова Т.П. Низшие растения. - М.: МГУ, 1975. - 152 с.
2. Биотехнология растений: культура клеток / Под ред. Р.Г. Бутенко. - М.: Агропромиздат, 1989. - 280 с.

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).