

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



Хагуров Т.А.

« 29 » мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.04.02 ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И БИОКАТАЛИЗ**

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль)/специализация Микробиология

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Иммобилизованные системы и биокатализ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 06.04.01 Биология

Программу составил:

А.А. Самков, доцент, к.б.н.



Рабочая программа дисциплины «Иммобилизованные системы и биокатализ» утверждена на заседании кафедры (разработчика) генетики, микробиологии и биохимии, протокол № 12 от 15 мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Худокормов А.А.



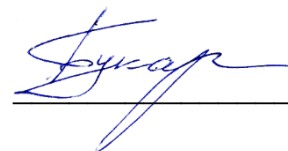
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) генетики, микробиологии и биохимии, протокол № 12 от 15 мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета протокол № 7 «26» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Волкова С.А. доцент кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», канд. биол. наук

Насонов А.И. ст. науч. сотрудник лаборатории генетики и микробиологии ФГБНУ СКФНЦСВВ, канд. биол. наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины "Имобилизованные системы и биокатализ" является формирование у студентов общепрофессиональных, а также профессиональных компетенции в производственной деятельности и пропаганда знаний, направленных на расширение представлений о разнообразии биологических агентов, методах их культивирования, перспективах их использования в иммобилизованном виде в микробиологических и биотехнологических производствах, в том числе, с использованием современной аппаратуры и оборудования для выполнения биологических работ посредством физико-химических методов, используемыми для получения, и применения иммобилизованных систем.

Иммобилизация биологического агента является ключевым моментом гетерогенного биокатализа, используемого в научной, производственной и медицинской отраслях человеческой деятельности. Искусственный перевод зоны биологических реакций, её компонентов на плоскость границы раздела двух фаз коренным образом меняет свойства системы и дает широкое поле для междисциплинарных исследований и инновационной деятельности. В современном мире, использующем нанобиотехнологии, иммобилизация и биокатализ занимают прочную нишу, требующую особого внимания ввиду нарастающей актуальности.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачи освоения дисциплины:

- сформировать у студентов:
  - базовое мышление, обеспечивающее представления о разнообразии биологических объектов, основанное на знании основных принципов, подходов и технологических аспектов получения иммобилизованных биологических систем, теоретических основ ферментативной кинетики;
  - способность понимать значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, преимуществ микробных синтезов в гетерогенной системе, подходы к их реализации, использованию тех или иных методов и результатов научно-практической деятельности в области микробиологии и биотехнологии;
  - способность использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов;
- развивать у студентов умения использовать современную аппаратуру и оборудование для выполнения биологических работ;
- показать перспективы применения иммобилизованных ферментов и клеток в различных областях жизнедеятельности человека (промышленность, медицина, научные исследования и т. д.);
- развивать у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина "Имобилизованные системы и биокатализ" относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Курс "Имобилизованные системы и биокатализ" важен для студентов-микробиологов, специализирующихся в области биотехнологии и общей микробиологии. Для усвоения курса студенту необходимо ориентироваться в проблемах общей микробиологии, биохимии, физиологии микроорганизмов. Иметь навыки самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу по бактериологии и биотехнологии, а также навыки работы с электронными средствами информации. Изучению дисциплины "Имобилизованные системы и биокатализ" предшествуют такие дисциплины, как "Химия", "Физика", "Биохимия", "Молекулярная биология", "Генетика и селекция", "Микробиология", которые изучаются, в том числе, в рамках направления 06.03.01 «Биология».

Материалы дисциплины используются студентами в научной работе при подготовке выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) и крайне важны в осуществлении практической деятельности магистра биологии (микробиологии).

#### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом. Перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины, приведен в таблице

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                                                       | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                              |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                                             | знать                                                                                                                                                                                                                           | уметь                                                                                                                                                                                                     | владеть                                                                                                                                                                                                      |
| 1.     | ОПК-3              | готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач                                                                             | основы теории ферментативного катализа; основные направления применения и развития биокатализа; способы вычисления основных характеристик биокаталитической системы или фермента; примеры использования иммобилизованных систем | культивировать основных продуцентов, использующихся в иммобилизованном виде; создавать простые биокатализаторы на основе иммобилизованных бактериальных клеток, оценивать количественно их эффективность; | методами наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов, а также планирования и постановки эксперимента с использованием иммобилизованного биологического агента |
| 2.     | ПК-1               | способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры | теоретические предпосылки методов, используемых при создании иммобилизованных систем с использованием научного оборудования                                                                                                     | использовать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских работ в области создания иммобилизованных систем и биокатализа                                                 | методиками экспериментальной и производственной деятельности на современном биологическом оборудовании                                                                                                       |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                                                    |                               | Всего<br>ча-<br>сов | Семестры<br>(часы) |   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|---|
|                                                                       |                               |                     | 2                  |   |
| Контактная работа, в том числе                                        |                               |                     |                    |   |
| Аудиторные занятия (всего):                                           |                               | 24                  | 24                 | - |
| Занятия лекционного типа                                              |                               | 6                   | 6                  | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            |                               | —                   | —                  | - |
| Лабораторные занятия                                                  |                               | 18                  | 18                 | - |
|                                                                       |                               |                     |                    | - |
| Иная контактная работа:                                               |                               |                     |                    |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                               | —                   | —                  | - |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                               | 0,3                 | 0,3                | - |
| Самостоятельная работа, в том числе                                   |                               |                     |                    | - |
| В том числе:                                                          |                               |                     |                    |   |
| Курсовая работа                                                       |                               | -                   | -                  | - |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                               | 21                  | 21                 | - |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                               | 8                   | 8                  | - |
| Реферат                                                               |                               | 8                   | 8                  | - |
|                                                                       |                               |                     |                    |   |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                               | 20                  | 20                 | - |
| Контроль:                                                             |                               |                     |                    |   |
| Подготовка к экзамену                                                 |                               | 26,7                | 26,7               | - |
| Общая трудоемкость                                                    | час.                          | 108                 | 108                | - |
|                                                                       | в том числе контактная работа | 24,3                | 24,3               | - |
|                                                                       | зач. ед.                      | 3                   | 3                  | - |

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре (*очная форма*)

| № | Наименование разделов                                                                                                                    | Количество часов |                   |    |    |                      |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|   |                                                                                                                                          | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|   |                                                                                                                                          |                  | Л                 | ПЗ | ЛР | СРС                  |
| 1 | Имобилизация биологических объектов в биосфере и техносфере. Понятие, принципы и роль иммобилизации. Разнообразие методов иммобилизации. | 15               | 1                 | —  | 4  | 10                   |

| № | Наименование разделов                                                                                                                 | Количество часов |                   |          |           |                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|
|   |                                                                                                                                       | Всего            | Аудиторная работа |          |           | Внеаудиторная работа |
|   |                                                                                                                                       |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        |                      |
| 2 | Адсорбционная иммобилизация как базовый метод пространственного закрепления биологических объектов.                                   | 15               | 1                 | –        | 4         | 10                   |
| 3 | Разнообразие методов объемной иммобилизации биологических объектов. Биологические агенты в иммобилизованных системах.                 | 15               | 1                 | –        | 4         | 10                   |
| 4 | Иммобилизованные биологические объекты в биокатализе.                                                                                 | 13               | 1                 | –        | 2         | 10                   |
| 5 | Иммобилизованные биологические системы в различных сферах применения. Методические подходы к созданию и биологический инструментарий. | 13               | 1                 | –        | 2         | 10                   |
| 6 | Микробные топливные элементы как электрогенные иммобилизованные системы. Способы исследования иммобилизованных систем.                | 10               | 1                 | –        | 2         | 7                    |
|   | <i>Итого по дисциплине:</i>                                                                                                           |                  | <b>6</b>          | <b>–</b> | <b>18</b> | <b>57</b>            |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела                                                                                                                      | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего контроля |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                       |
| 1. | Иммобилизация биологических объектов в биосфере и техносфере. Понятие, принципы и роль иммобилизации. Разнообразие методов иммобилизации. | Определение понятия иммобилизация. Свойства иммобилизованных биологических систем. Иммобилизованное состояние как основная форма существования биоразнообразия прокариот в природе, обеспечивающая устойчивость биосферы. Микробные биопленки как структурные формы, обеспечивающие стабильность прокариотного компонента биосферы. Разнообразие биологических агентов (клетки, ферменты, биологические молекулы), подвергаемых иммобилизации. Микробные клетки как объект иммобилизации. Свойства поверхности клеток, влияющие на способность к иммобилизации в различных условиях. Влияние иммобилизации на свойства биологического агента. Классификация способов иммобилизации. | Устный опрос            |

| №  | Наименование раздела                                                                                                  | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Форма текущего контроля |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                       |
| 2. | Адсорбционная иммобилизация как базовый метод пространственного закрепления биологических объектов.                   | Адсорбционная иммобилизация клеток и ферментов как наиболее распространенный метод фиксации биологических объектов на границе раздела двух фаз. Основные виды носителей, используемых при адсорбционной иммобилизации (органические, неорганические, полимерные, низкомолекулярные, природные и синтетические). Физические принципы адсорбционной иммобилизации. Теория Дерягина-Ландау-Вервея-Обервика. Приспособления прокариот для иммобилизации на поверхностях в естественных условиях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Устный опрос            |
| 3. | Разнообразие методов объемной иммобилизации биологических объектов. Биологические агенты в иммобилизованных системах. | Разновидности физических методов объемной иммобилизации клеток и ферментов. Иммобилизация клеток и ферментов включением в полимер – иммобилизация в гели, мембраны, волокна, липосомы. Основные виды и свойства полимеров, применяемых для иммобилизации биологических объектов. Физическая иммобилизация: микрокапсулирование ферментов. Иммобилизация в двухфазные системы. Химические методы иммобилизации клеток и ферментов (ковалентное связывание). Механизм сшивки клеток глутаровым альдегидом. Методы получения биологического агента: культивирование микроорганизмов, растительных и животных клеток. Способы культивирования. Современный биологический инструментарий, применяемый для глубинного культивирования микроорганизмов. Методы получения первичных и вторичных метаболитов: выделение ферментов и других биомолекул из жидкой культуры при глубинном культивировании. | Устный опрос            |
| 4. | Иммобилизованные биологические объекты в биокатализе.                                                                 | Кинетико-термодинамические закономерности катализа иммобилизованными ферментами: кинетические параметры ферментативных реакций. Влияние иммобилизации на структуру и функции ферментов. Эффекты распределения реагентов при катализе иммобилизованными ферментами. Особенности функционирования клеточных иммобилизованных систем. Диффузные ограничения. Применение иммобилизованных систем и биокатализа в производственных, аналитических и медицинских целях. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Современное оборудование. Биокатализ в тонком органическом синтезе. Используемая биотехнологическая аппаратура и биологические агенты.                                                                                                                                                                                                           | Устный опрос            |

| №  | Наименование раздела                                                                                                                  | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Форма текущего контроля |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                       |
|    |                                                                                                                                       | Биотрансформация соединений стероидной природы актинобактериями как пример биологических синтезов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |
| 5. | Иммобилизованные биологические системы в различных сферах применения. Методические подходы к созданию и биологический инструментарий. | Иммобилизованные бактериальные препараты для животноводства, растениеводства, экологической биотехнологии. Адсорбционно иммобилизованные актинобактерии в биоремедиации нефтезагрязненных объектов. Иммобилизованные ферментные препараты как биокатализаторы и лекарственные средства. Иммобилизация как способ стабилизации биологических молекул при хранении и транспортировке на примере ампликонов гена 16s RNA. Механическое взаимодействие антиген-антитело для пространственного разделения исследуемых биологических объектов при иммуноферментном анализе. Иммуноферментный анализ и его использование в медицине. Иммобилизация антител при проведении иммуноферментного анализа: принцип метода ИФА, способы детекции, используемая аппаратура. Иммобилизация специфических антигенов при непрямом иммуноферментном анализе: принцип метода, способы детекции, используемая аппаратура. Биочипы: общее понятие и примеры применения. Биолюминесцентный анализ. Объекты и методы при создании биочипов. | Устный опрос            |
| 6. | Микробные топливные элементы как самособирающиеся иммобилизованные системы. Способы исследования иммобилизованных систем.             | Микробные топливные элементы безмедиаторного типа на основе иммобилизованных электрогенных микроорганизмов. Использование иммобилизации биологического агента в электрохимических системах: биосенсоры и биоэлектроанализ. Создание простейших иммобилизованных биоэлектрохимических систем на примере микробного топливного элемента мембранного типа. Способы визуализации биологических объектов, иммобилизованных на непрозрачных носителях – люминесцентная микроскопия в отраженном свете. Используемое оборудование.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Устный опрос            |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа – не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| № | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|---|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | 3                               | 4                       |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. | Иммобилизация биологических объектов в биосфере и техносфере на примере бактериальных биопленок и иммобилизованной электрогенной микрофлоры.                                                                                                                                                                      | Коллоквиум №1 |
| 2. | Методы получения биологических агентов для иммобилизации. Знакомство с основными методами наработки биомассы бактерий, адаптированной для последующей иммобилизации.                                                                                                                                              | Коллоквиум №2 |
| 3. | Адсорбционная иммобилизация бактерий. Питательные среды и биотехнологическая аппаратура, используемые для глубинного культивирования микроорганизмов. Свойства культур, определяющие возможность их иммобилизации. Методы оценки роста культур. Закладка опыта по получению биомассы продуцентов.                 | Коллоквиум №3 |
| 4. | Носители для адсорбционной иммобилизации и методы получения простейших иммобилизованных систем. Знакомство с методами отделения бактериальной биомассы от среды роста, отмывки от остатков среды культивирования. Постановка адсорбционной иммобилизации бактериальных клеток на твердом носителе.                | Коллоквиум №4 |
| 5. | Разновидности физических методов объемной иммобилизации клеток и ферментов. Основные виды и свойства полимеров, применяемых для иммобилизации биологических объектов.                                                                                                                                             | Коллоквиум №5 |
| 6. | Постановка иммобилизации включением в агаровый гель. Оценка жизнеспособности адсорбционно иммобилизованных клеток.                                                                                                                                                                                                | Коллоквиум №6 |
| 7. | Демонстрация биологических агентов, используемых для разработки биокатализатора. Оценка активности действующей иммобилизованной системы.                                                                                                                                                                          | Коллоквиум №7 |
| 8. | Иммобилизованные биологические системы в иммуноферментном анализе. Детекция взаимодействия антиген-антитело различными методами.                                                                                                                                                                                  | Коллоквиум №8 |
| 9. | Работа микробного топливного элемента. Демонстрация работы простейшего иммобилизованного биосенсора. Эксперимент по изучению влияния концентрации глюкозы в среде на потенциал, генерируемый клетками в микробном топливном элементе. Визуализация иммобилизованных клеток при помощи люминесцентной микроскопии. | Коллоквиум №9 |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                                      | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                            | 3                                                                                                                                                                                    |
|   | Подготовка к устному опросу, коллоквиуму, написанию реферата | СТО 4.2-07-2012 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Переиздание. – Красноярск: СФУ, 2014. – 60 с. |

|  |  |                                                                                                                                                                        |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой генетики, микробиологии и биотехнологии. протокол № 21 «_26_» июня 2017 г |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) могут предоставляться в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса "Иммобилизованные системы и биокатализ" используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

| Се-<br>местр | Вид за-<br>нятия (Л,<br>ЛР, ПЗ) | Используемые интерактивные образовательные технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Кол-во<br>часов |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 2            | ЛР                              | <p>Работа в малых группах с целью обсуждения ответов на предложенные для самостоятельной работы вопросы по теме занятия. контролируемые преподавателем дискуссии по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преимущества и недостатки иммобилизованных систем по сравнению со свободным биологическим агентом.</li> <li>2. Разработка новых иммобилизованных систем.</li> <li>3. Иммобилизованные биопрепараты, перспективы их производства и применения.</li> <li>4. Иммобилизованные биопрепараты для переработки отходов и очистки сточных вод.</li> <li>5. Производства и технологии, использующие иммобилизованные форм биологического агента.</li> </ol> <p>Подготовка студентами мультимедийных презентаций по темам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Иммобилизованные системы в биосфере;</li> <li>– Бактериальные биопленки как форма организации микробного мира;</li> <li>– Производство иммобилизованных биопрепаратов;</li> <li>– Начальные стадии взаимодействия бактериальной клетки с поверхностью;</li> <li>– Приспособления прокариот для фиксации на поверхности раздела фаз;</li> </ul> | 14              |

| Се-<br>местр | Вид за-<br>нятия (Л,<br>ЛР, ПЗ) | Используемые интерактивные образовательные технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Кол-во<br>часов |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|              |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Современная аппаратура для наработки биологического агента для иммобилизации;</li> <li>– Носители, используемые для иммобилизации клеток;</li> <li>– Разнообразие биологических агентов, используемых для создания иммобилизованных систем;</li> <li>– Иммуноферментный и иммунофлюоресцентный анализ с использованием предварительной иммобилизации антигенов/антител;</li> <li>– Иммобилизация ДНК;</li> <li>– Иммобилизация в гели;</li> <li>– Недостатки адсорбционной иммобилизации;</li> <li>– Колонизация бактериями поверхности;</li> <li>– Способы борьбы с нежелательной иммобилизацией бактерий на поверхностях;</li> <li>– Иммобилизованные биокатализаторы</li> </ul> |                 |
| Итого        |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18              |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

Текущий контроль успеваемости проводится фронтально на каждом занятии для определения теоретической подготовки к лабораторным работам в виде устного опроса, который оценивается по пятибалльной шкале, а также с помощью докладов и коллоквиумов.

##### **Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:**

#### **Тема 1: Иммобилизация биологических объектов в биосфере и техносфере. Понятие, принципы и роль иммобилизации. Разнообразие методов иммобилизации.**

Вопросы для подготовки:

1. Определение понятия иммобилизация.
2. Свойства иммобилизованных биологических систем.
3. Иммобилизованное состояние как основная форма существования биоразнообразия прокариот в природе, обеспечивающая устойчивость биосферы.
4. Микробные биопленки как структурные формы, обеспечивающие стабильность прокариотного компонента биосферы.
5. Разнообразие биологических агентов (клетки, ферменты, биологические молекулы), подвергаемых иммобилизации.

#### **Тема 2: Адсорбционная иммобилизация как базовый метод пространственного закрепления биологических объектов.**

Вопросы для подготовки:

1. Адсорбционная иммобилизация клеток и ферментов как наиболее распространенный метод фиксации биологических объектов на границе раздела двух фаз.
2. Основные виды носителей, используемых при адсорбционной иммобилизации (органические, неорганические, полимерные, низкомолекулярные, природные и синтетические).
3. Физические принципы адсорбционной иммобилизации.
4. Теория Дерягина-Ландау-Вервея-Обервика.

### **Тема 3: Разнообразие методов объемной иммобилизации биологических объектов.**

#### **Биологические агенты в иммобилизованных системах.**

Вопросы для подготовки:

1. Разновидности физических методов объемной иммобилизации клеток и ферментов.
2. Иммобилизация клеток и ферментов включением в полимер – иммобилизация в гели, мембраны, волокна, липосомы.
3. Методы получения биологического агента: культивирование микроорганизмов, растительных и животных клеток.
4. Способы культивирования. Современный биологический инструментарий, применяемый для глубинного культивирования микроорганизмов.
5. Методы получения первичных и вторичных метаболитов: выделение ферментов и других биомолекул из жидкой культуры при глубинном культивировании.

### **Тема 4: Иммобилизованные биологические объекты в биокатализе.**

Вопросы для подготовки:

1. Влияние иммобилизации на структуру и функции ферментов.
2. Эффекты распределения реагентов при катализе иммобилизованными ферментами.
3. Особенности функционирования клеточных иммобилизованных систем. Диффузные ограничения.
4. Применение иммобилизованных систем и биокатализа в производственных, аналитических и медицинских целях.
5. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Современное оборудование.

### **Тема 5: Иммобилизованные биологические системы в различных сферах применения.**

#### **Методические подходы к созданию и биологический инструментарий.**

Вопросы для подготовки:

1. Иммобилизованные бактериальные препараты для животноводства, растениеводства, экологической биотехнологии.
2. Адсорбционно иммобилизованные актинобактерии в биоремедиации нефтезагрязненных объектов.
3. Иммобилизованные ферментные препараты как биокатализаторы и лекарственные средства.
4. Иммобилизация как способ стабилизации биологических молекул при хранении и транспортировке на примере ампликонов гена 16s RNA.
5. Механическое взаимодействие антиген-антитело для пространственного разделения исследуемых биологических объектов при иммуноферментном анализе.
6. Иммуноферментный анализ и его использование в медицине.
7. Иммобилизация антител при проведении иммуноферментного анализа: принцип метода ИФА, способы детекции, используемая аппаратура.

### **Тема 6: Микробные топливные элементы как самособирающиеся иммобилизованные системы. Способы исследования иммобилизованных систем.**

Вопросы для подготовки:

1. Микробные топливные элементы безмедиаторного типа на основе иммобилизованных электрогенных микроорганизмов.
2. Использование иммобилизации биологического агента в электрохимических системах: биосенсоры и биоэлектроанализ.
3. Создание простейших иммобилизованных биоэлектрохимических систем на примере микробного топливного элемента мембранного типа.
4. Способы визуализации биологических объектов, иммобилизованных на непрозрачных носителях – люминесцентная микроскопия в отраженном свете. Используемое оборудование.

**Критерии оценки:**

Оценка «отлично» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи

Оценка «хорошо» / «зачтено». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» / «зачтено». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

### **Вопросы к коллоквиумам**

#### **Коллоквиум 1. Тема: Иммобилизация биологических объектов в биосфере и техносфере на примере бактериальных биопленок и иммобилизованной электрогенной микрофлоры.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Микробные клетки как объект иммобилизации.
2. Свойства поверхности клеток, влияющие на способность к иммобилизации в различных условиях.
3. Влияние иммобилизации на свойства биологического агента.
4. Классификация способов иммобилизации.

#### **Коллоквиум 2. Тема: Методы получения биологических агентов для иммобилизации. Основные методы наработки биомассы бактерий, адаптированной для последующей иммобилизации.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Свойства иммобилизованных биологических систем.
2. Иммобилизация как основная форма существования биоразнообразия прокариот в природе, обеспечивающая устойчивость биосферы.
3. Микробные биопленки как структурные формы, обеспечивающие стабильность прокариотного компонента биосферы.
4. Разнообразие биологических агентов (клетки, ферменты, биологические молекулы), подвергаемых иммобилизации и методов их получения.

#### **Коллоквиум 3. Тема: Адсорбционная иммобилизация бактерий. Питательные среды и биотехнологическая аппаратура, используемые для глубинного культивирования микроорганизмов. Свойства культур, определяющие возможность их иммобилизации. Методы оценки роста культур.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Физические принципы адсорбционной иммобилизации.
2. Теория Дерягина-Ландау-Вервея-Обервика.
3. Приспособления прокариот для иммобилизации на поверхностях в естественных условиях.

**Коллоквиум 4. Тема: Носители для адсорбционной иммобилизации и методы получения простейших иммобилизованных систем. Знакомство с методами отделения бактериальной биомассы от среды роста, отмывки от остатков среды культивирования.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Основные виды носителей, используемых при адсорбционной иммобилизации (органические, неорганические, полимерные, низкомолекулярные, природные и синтетические).
2. Адсорбционная иммобилизация клеток и ферментов как наиболее распространенный метод фиксации биологических объектов на границе раздела двух фаз.

**Коллоквиум 5. Тема: Разновидности физических методов объемной иммобилизации клеток и ферментов. Основные виды и свойства полимеров, применяемых для иммобилизации биологических объектов.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Разновидности физических методов объемной иммобилизации клеток и ферментов.
2. Иммобилизация клеток и ферментов включением в полимер – иммобилизация в гели, мембраны, волокна, липосомы.
3. Основные виды и свойства полимеров, применяемых для иммобилизации биологических объектов.
4. Физическая иммобилизация: микрокапсулирование ферментов.
5. Иммобилизация в двухфазные системы.
6. Химические методы иммобилизации клеток и ферментов (ковалентное связывание). Механизм сшивки клеток глутаровым альдегидом.

**Коллоквиум 6. Тема: Получение биологического агента. Иммобилизация включением в агаровый гель. Оценка жизнеспособности адсорбционно иммобилизованных клеток.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Методы получения биологического агента: культивирование микроорганизмов, растительных и животных клеток.
2. Способы культивирования. Современный биологический инструментарий, применяемый для глубинного культивирования микроорганизмов.
3. Методы получения первичных и вторичных метаболитов: выделение ферментов и других биомолекул из жидкой культуры при глубинном культивировании.

**Коллоквиум 7. Тема: Биологические агенты, используемых в биокатализаторах. Оценка активности действующей иммобилизованной системы.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Применение иммобилизованных систем и биокатализа в производственных, аналитических и медицинских целях.
2. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Современное оборудование.
3. Биокатализ в тонком органическом синтезе. Используемая биотехнологическая аппаратура и биологические агенты.
4. Биотрансформация соединений стероидной природы актинобактериями как пример биологических синтезов.

**Коллоквиум 8. Тема: Иммобилизованные биологические системы в иммуноферментном анализе. Детекция взаимодействия антиген-антитело различными методами.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Механическое взаимодействие антиген-антитело для пространственного разделения исследуемых биологических объектов при иммуноферментном анализе.
2. Иммуноферментный анализ и его использование в медицине.
3. Иммобилизация антител при проведении иммуноферментного анализа: принцип метода ИФА, способы детекции, используемая аппаратура.

4. Иммунизация специфических антигенов при непрямом иммуноферментном анализе: принцип метода, способы детекции, используемая аппаратура.

**Коллоквиум 9. Тема: Работа микробного топливного элемента, а также простейшего иммобилизованного биосенсора. Визуализация иммобилизованных клеток при помощи люминесцентной микроскопии.**

Вопросы для письменного ответа:

1. Микробные топливные элементы безмедиаторного типа на основе иммобилизованных электрогенных микроорганизмов.
2. Использование иммобилизации биологического агента в электрохимических системах: биосенсоры и биоэлектроанализ.
3. Создание простейших иммобилизованных биоэлектрохимических систем на примере микробного топливного элемента мембранного типа.
4. Способы визуализации биологических объектов, иммобилизованных на непрозрачных носителях – люминесцентная микроскопия в отраженном свете. Используемое оборудование.

**Критерии оценки коллоквиума:**

- оценка «отлично» выставляется, если студент демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять практические задания умеет свободно логически, аргументировано, четко и сжато излагать ответы на вопросы с использованием научной терминологии;

- оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал хорошие систематические знания материала, ответы содержат некоторую неточность или не отличаются полнотой изложения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дает неполные ответы на вопросы, допускает неточности в формулировках;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не подготовился, не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания и допустил грубые ошибки.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

##### **Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Определение понятия иммобилизация. Свойства иммобилизованных биологических систем.
2. Иммобилизованное состояние как основная форма существования биоразнообразия прокариот в природе, обеспечивающая устойчивость биосферы.
3. Микробные биопленки как структурные формы, обеспечивающие стабильность прокариотного компонента биосферы.
4. Разнообразие биологических агентов (клетки, ферменты, биологические молекулы), подвергаемых иммобилизации.
5. Микробные клетки как объект иммобилизации. Свойства поверхности клеток, влияющие на способность к иммобилизации в различных условиях.
6. Влияние иммобилизации на свойства биологического агента.
7. Классификация способов иммобилизации.
8. Адсорбционная иммобилизация клеток и ферментов как наиболее распространенный метод фиксации биологических объектов на границе раздела двух фаз.
9. Основные виды носителей, используемых при адсорбционной иммобилизации (органические, неорганические, полимерные, низкомолекулярные, природные и синтетические).
10. Физические принципы адсорбционной иммобилизации. Теория Дерягина-Ландау-Вервея-Обервика.
11. Приспособления прокариот для иммобилизации на поверхностях в естественных условиях.
12. Разновидности физических методов объемной иммобилизации клеток и ферментов.
13. Иммобилизация клеток и ферментов включением в полимер – иммобилизация в гели, мембраны, волокна, липосомы.
14. Основные виды и свойства полимеров, применяемых для иммобилизации биологических объектов.
15. Физическая иммобилизация: микрокапсулирование ферментов.
16. Иммобилизация в двухфазные системы.
17. Химические методы иммобилизации клеток и ферментов (ковалентное связывание). Механизм сшивки клеток глутаровым альдегидом.
18. Методы получения биологического агента: культивирование микроорганизмов, растительных и животных клеток. Способы культивирования.
19. Современный биологический инструментарий, применяемый для глубинного культивирования микроорганизмов.
20. Методы получения первичных и вторичных метаболитов: выделение ферментов и других биомолекул из жидкой культуры при глубинном культивировании.
21. Кинетико-термодинамические закономерности катализа иммобилизованными ферментами: кинетические параметры ферментативных реакций.
22. Влияние иммобилизации на структуру и функции ферментов.
23. Эффекты распределения реагентов при катализе иммобилизованными ферментами.
24. Особенности функционирования клеточных иммобилизованных систем. Диффузные ограничения.



25. Применение иммобилизованных систем и биокатализа в производственных, аналитических и медицинских целях.
26. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Современное оборудование.
27. Биокатализ в тонком органическом синтезе. Используемая биотехнологическая аппаратура и биологические агенты.
28. Биотрансформация соединений стероидной природы актинобактериями как пример биологических синтезов.
29. Иммобилизованные бактериальные препараты для животноводства, растениеводства, экологической биотехнологии.
30. Адсорбционно иммобилизованные актинобактерии в биоремедиации нефтезагрязненных объектов.
31. Иммобилизованные ферментные препараты как биокатализаторы и лекарственные средства.
32. Иммобилизация как способ стабилизации биологических молекул при хранении и транспортировке на примере ампликонов гена 16s RNA.
33. Механическое взаимодействие антиген-антитело для пространственного разделения исследуемых биологических объектов при иммуноферментном анализе.
34. Иммуноферментный анализ и его использование в медицине.
35. Иммобилизация антител при проведении иммуноферментного анализа: принцип метода ИФА, способы детекции, используемая аппаратура.
36. Иммобилизация специфических антигенов при непрямом иммуноферментном анализе: принцип метода, способы детекции, используемая аппаратура.
37. Биочипы: общее понятие и примеры применения. Биолюминесцентный анализ.
38. Объекты и методы при создании биочипов.
39. Микробные топливные элементы безмедиаторного типа на основе иммобилизованных электрогенных микроорганизмов.
40. Использование иммобилизации биологического агента в электрохимических системах: биосенсоры и биоэлектроанализ.
41. Создание простейших иммобилизованных биоэлектрохимических систем на примере микробного топливного элемента мембранного типа.
42. Способы визуализации биологических объектов, иммобилизованных на непрозрачных носителях – люминесцентная микроскопия в отраженном свете. Используемое оборудование.

Критерии оценки экзамена:

Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний студентов.

При выставлении оценки экзаменатор учитывает:

- знание фактического материала по программе, в том числе; знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки;
- степень активности студента на лабораторных занятиях;
- логику, структуру, стиль ответа; культуру речи, манеру общения;
- готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике;
- наличие пропусков лабораторных и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Оценка «отлично».

Оценка «отлично» ставится студенту, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой;
  - знание концептуально-понятийного аппарата всего курса;
  - знание монографической литературы по курсу,
- а также свидетельствует о способности:

- самостоятельно критически оценивать основные положения курса;
- увязывать теорию с практикой.

Оценка «отлично» не ставится в случаях систематических пропусков студентом занятий по неуважительным причинам, отсутствия активного участия на занятиях, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо».

Оценка «хорошо» ставится студенту, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе;
- о знании рекомендованной литературы,
- а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «хорошо» не ставится в случаях пропусков студентом занятий по неуважительным причинам.

Оценка «удовлетворительно».

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;
- стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.

Оценка «неудовлетворительно».

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Биотехнология [Текст] : учебник для студентов вузов / [И. В. Тихонов и др.] ; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. - 703 с.
2. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии : учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - М. : Прометей, 2013. - Ч. I. Нанотехнологии в биологии. - 262 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-7042-2445-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486> (29.03.2017).
3. Шмид Р., Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. — 2-е изд. (эл) [Электронный ресурс] : справ. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство «Лаборатория знаний», 2015. — 327 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66240>. — Загл. с экрана.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 333 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03805-7. <https://biblio-online.ru/book/B78A1E41-7F18-4559-A20E-F3AFF52C9DAF>
2. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 312 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03806-4. <https://biblio-online.ru/book/B78A1E41-7F18-4559-A20E-F3AFF52C9DAF>.
3. Основы микробиологии, вирусологии, иммунологии [Текст] : учебник для студентов среднего профессионального образования / [А. А. Воробьев и др.] ; под ред. А. А. Воробьева, В. В. Зверева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2009. - 282 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование. Здравоохранение). - Библиогр. : с. 276-277. - ISBN 9785769556807.,
4. Сельскохозяйственная биотехнология [Текст] : учебник для студентов вузов / под ред. В. С. Шевелухи ; [В. С. Шевелуха и др.]. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2008. - 709 с. : ил. - (Для высших учебных заведений). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785060042641 : 820 р.
5. Зюзина, О.В. Общая микробиология : лабораторный практикум / О.В. Зюзина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 82 с. : ил. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1431-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445121>. (29.03.2017).

### **5.3. Периодические издания:**

| № п/п | Название издания                       | Периодичность выхода (в год) | За какие годы хранится | Место хранения |
|-------|----------------------------------------|------------------------------|------------------------|----------------|
| 1     | Микробиология                          | 6                            | 1944-2016              | чз             |
| 2     | Вестник МГУ. Серия: Биология           | 4                            | 1956-1983, 1987-2016   | чз             |
| 4     | Клиническая и лабораторная диагностика | 12                           | 2001-2016              | чз             |
| 5     | Микология и фитопатология              | 6                            | 2001-2016              | чз             |
| 6     | Микробиологический журнал              | 6                            | 1987-2016              | чз             |
| 7     | Молекулярная биология                  | 6                            | 1978-2016              | чз             |
| 8     | Биотехнология                          | 6                            | 1996-2016              | чз             |
| 9     | Известия РАН Серия: Биологическая      | 6                            | 1936, 1944-2013        | ч/з            |
| 10    | Прикладная биохимия и микробиология    | 6                            | 1968-2016              | чз             |
| 11    | Биология. Реферативный журнал. ВИ-НИТИ |                              | 1970–2013              | зал РЖ         |

**6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. [www.kubsu.ru](http://www.kubsu.ru) - официальный сайт Кубанского государственного университета;
  2. <http://www.biorosinfo.ru/> - официальный сайт общества биотехнологов России имени Ю.А. Овчинникова
  3. <http://www.cbio.ru/> - интернет-журнал "Коммерческая биотехнология";
  4. <http://www.genetika.ru/journal/> - официальный сайт журнала "Биотехнология";
  5. <http://www.ibp-ran.ru/main.php> - официальный сайт института биологического приборостроения с опытным производством РАН;
  6. <http://www.genetika.ru/> - официальный сайт ФГУП Государственный научно-исследовательского института генетики и селекции промышленных микроорганизмов (Москва)
  7. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
  8. Электронная библиотечная система издательства "Лань" <http://e.lanbook.com>
- 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .**

**Лекция:**

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе

периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы. План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

### **Лабораторные работы**

В процессе подготовки к лабораторной работе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам лабораторного занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании лабораторного занятия следует повторить выводы, сконструированные в ходе устного опроса, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение опроса других учащихся следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации. Схема подготовки к лабораторным работам:

- ознакомиться с темой, целью и задачами работы
- рассмотреть предложенные вопросы
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу
- ознакомиться с практическими заданиями и ходом их выполнения
- ознакомиться с оборудованием занятия
- выполнить задания в соответствии с ходом работы
- письменно оформить выполненную работу
- подвести итог и сделать структурированные выводы

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы лабораторные занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания

при выполнении индивидуальных заданий; сформированность общеучебных умений; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями. План подготовки:

- изучить соответствующий лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- сделать структурированные выводы.

### **Подготовка к экзамену**

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки к экзамену студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса; подготовка к ответу на задания, содержащиеся в билетах. Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции.

### **Подготовка презентаций:**

- знакомиться с темой, целью и задачами
- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
- произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
- составить презентацию при помощи специализированного ПО
- составить доклад по иллюстративному материалу презентации
- отрепетировать презентацию перед сдачей

### **Коллоквиумы:**

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума
- изучить лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- написать ответ на предложенный вопрос
- объем письменного ответа от 3 до 4 страниц, время выполнения до 90 минут

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лабораторных занятий.
- Группировка информационных потоков и обмен информацией посредством мессенджеров.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

| № п/п | № договора                                                                   | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | №77-АЭФ/223-ФЗ/2017<br>Соглашение Microsoft<br>ESS 72569510 от<br>03.11.2017 | Microsoft Windows 8, 10                                                                                    |
|       | №73-АЭФ/223-ФЗ/2018<br>Соглашение Microsoft<br>ESS 72569510<br>06.11.2018    | Microsoft Windows 8, 10                                                                                    |
| 2.    | №77-АЭФ/223-ФЗ/2017<br>Соглашение Microsoft<br>ESS 72569510 от<br>03.11.2017 | Microsoft Office Professional Plus                                                                         |
|       | №73-АЭФ/223-ФЗ/2018<br>Соглашение Microsoft<br>ESS 72569510 от<br>06.11.2018 | Microsoft Office Professional Plus                                                                         |
| 3.    | Дог. №344/145 от<br>28.06.2018                                               | ПО для обнаружения и поиска текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат», на один год |
| 4.    | Контракт №74-АЭФ/44-ФЗ/2017 от 05.12.2017                                    | Бессрочная лицензия специализированного математического ПО StatSoft Statistica                             |

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

- «Консультант Плюс»,
- «Гарант».

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

| №  | Вид работ            | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                      |
|----|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия   | Аудитории 412, 419, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, аудиосистема) и соответствующим программным обеспечением (ПО). |
| 2. | Лабораторные занятия | Аудитория 412 оснащенная микробиологическим оборудованием (бактериология), презентационной техникой (проектор, экран,                                       |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                            | компьютер/ноутбук, аудиосистема) и соответствующим программным обеспечением (ПО), необходимым лабораторным оборудованием.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория 410, (кабинет)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория 412, 419.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5. | Самостоятельная работа                     | <p>Кабинет для самостоятельной работы 437, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.</p> <p>Зал библиотеки КубГУ оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p> |