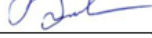


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 5 от «18» февраля 2021 г.

Зав. кафедрой  /С.А. Башкатов

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 /М.И. Гарипова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Промышленная микробиология  
Вариативная часть, дисциплина по выбору

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки  
Биотехнология и биоинформатика

Квалификация  
магистр

Разработчик (составитель)  
доцент кафедры биохимии и  
биотехнологии, к.б.н.




/ Григориади А.С.

Для приема: 2021 г.


Уфа 2021 г.

Составитель: А.С. Григориади, к.б.н., доцент кафедры биохимии и биотехнологии

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «18» февраля 2021 г. № 5

Заведующий кафедрой /С.А. Башкатов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплин, в том числе обновления программного обеспечения и профессиональных баз данных и информационных справочных систем, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 13 от «16» июня 2021 г.

Заведующий кафедрой /С.А. Башкатов

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации

ПК–11.способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии

ПК–12.способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: нормативную и техническую документацию, основные принципы составления технико-экономической документации; Общетехнические и специфические методы и средства контроля процессов биотехнологии	ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации	
	Знать: санитарно-гигиенические нормы, основные нормативные документы, регламентирующие работу с биологическими объектами, в т.ч. микроорганизмами	ПК–11.способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	
	Знать: правила техники безопасности при работе с биотехнологическими объектами, научные основы мониторинга объектов промышленности и окружающей среды	ПК–12.способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	
Умения	Уметь: применять знания о нормативной и технической документации, нормах и правилах, проводить технико-экономический анализ производства	ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации	
	Уметь: обеспечивать санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	ПК–11.способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	

	Уметь: планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности при работе с биотехнологическими объектами, по мониторингу и защите окружающей среды	ПК–12.способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	
Владения (навыки и / опыт деятельности)	Владеть: опытом практического применения знаний о технико-экономическом анализе производства, рациональным применением нормативной и технической документации, регламентов.	ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации	
	Владеть: навыками обеспечения санитарно-гигиенического режима работы предприятия	ПК–11.способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	
	Владеть: методами мониторинговых исследований объектов промышленности и окружающей среды	ПК–12.способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	

## 2.Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленная микробиология» относится к дисциплине по выбору. Дисциплина изучается на 1 курсе в I семестре.

Целью освоения дисциплины «Промышленная микробиология» является формирование у студентов представления об уровне научных достижений в области технического оснащения микробиологических производств и знакомство с существующими промышленными процессами микробного синтеза целевых продуктов (продуктов метаболизма, биологически активных веществ, отдельных компонентов микробных клеток и биомассы). После изучения данного модуля выпускник должен быть подготовлен к деятельности на биотехнологических производствах и в микробиологических лабораториях и т.п.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Системы GMP и HACCP в биотехнологии, Техническая биохимия.

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: Основы генной инженерии, Метаболомика.

## 3.Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ПК–8. Способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Зачтено»	«Не зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать: нормативную и техническую документацию, основные принципы составления технико-экономической документации; общетехнические и специфические методы и средства контроля процессов биотехнологии	Обучающийся владеет всеми основополагающими знаниями, выделенными в качестве требований к знаниям в области изучаемой дисциплины; показывает достаточную глубину понимания учебного материала, но возможна недостаточная системность и	Обучающийся имеет разрозненные, неполные знания по изучаемой дисциплине или знания у него практически отсутствуют, не сформированы практические умения и навыки в области профессиональной деятельности.
Второй этап (уровень)	Уметь: применять знания о нормативной и технической документации, нормах и правилах, проводить технико-экономический анализ производства	аргументированность знаний по дисциплине; допускает незначительные неточности в употреблении понятийно-категориального аппарата по дисциплине; демонстрирует практические умения и навыки в области деятельности. Освоение знаний/умений/навыков как минимум на удовлетворительном уровне или выше.	
Третий этап (уровень)	Владеть: опытом практического применения знаний о технико-экономическом анализе производства, рациональным применением нормативной и технической документации, регламентов		

Код и формулировка компетенции: ПК–11. Способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии.

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критериоценивания результатов обучения	
		«Зачтено»	«Не зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать: санитарно-гигиенические нормы, основные нормативные документы, регламентирующие работу с биологическими объектами, в т.ч. микроорганизмами	Обучающийся владеет всеми основополагающими знаниями, выделенными в качестве требований к знаниям в области изучаемой дисциплины; показывает достаточную глубину понимания учебного материала, но возможна недостаточная системность и аргументированность знаний по дисциплине; допускает незначительные неточности в употреблении понятийно-категориального аппарата по дисциплине; демонстрирует практические умения и навыки в области деятельности. Освоение знаний/умений/навыков как минимум на удовлетворительном уровне или выше.	Обучающийся имеет разрозненные, неполные знания по изучаемой дисциплине или знания у него практически отсутствуют, не сформированы практические умения и навыки в области профессиональной деятельности.
Второй этап (уровень)	Уметь: обеспечивать санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии		
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками обеспечения санитарно-гигиенического режима работы предприятия		

Код и формулировка компетенции: ПК–12. Способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды.

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критериоценивания результатов обучения	
		«Зачтено»	«Не зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать: правила техники безопасности при работе биотехнологическими методами и объектами, научные основы мониторинга объектов промышленности и окружающей среды	Обучающийся владеет всеми основополагающими знаниями, выделенными в качестве требований к знаниям в области изучаемой дисциплины; показывает достаточную глубину понимания учебного материала, но возможна	Обучающийся имеет разрозненные, неполные знания по изучаемой дисциплине или знания у него практически отсутствуют, не сформированы практические умения и навыки в области профессиональной деятельности.
Второй этап (уровень)	Уметь: планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности при работе биотехнологическими методами и объектами, по мониторингу и защите окружающей среды	недостаточная системность и аргументированность знаний по дисциплине; допускает незначительные неточности в употреблении понятийно-категориального аппарата по дисциплине; демонстрирует	
Третий этап (уровень)	Владеть: методами мониторинговых исследований объектов промышленности и окружающей среды	практические умения и навыки в области деятельности. Освоение знаний/умений/навыков как минимум на удовлетворительном уровне или выше.	



**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: нормативную и техническую документацию, основные принципы составления технико-экономической документации; общетехнические и специфические методы и средства контроля процессов биотехнологии	ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации	Доклад, проверка тетради с практической работой.
	Знать: санитарно-гигиенические нормы, основные нормативные документы, регламентирующие работу с биологическими объектами, в т.ч. микроорганизмами	ПК–11. способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	Доклад, проверка тетради с практической работой.
	Знать: правила техники безопасности при работе с биотехнологическими объектами, научные основы мониторинга объектов промышленности и окружающей среды	ПК–12. способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	Доклад, проверка тетради с практической работой.
2 этап Умения	Уметь: применять знания о нормативной и технической документации, нормах и правилах, проводить технико-экономический анализ производства	ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации	Контрольная работа, Доклад, проверка тетради, тестирование
	Уметь: обеспечивать санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	ПК–11. способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	Доклад, тестирование
	Уметь: планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности при работе с биотехнологическими объектами, по мониторингу и защите окружающей среды	ПК–12. способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	Доклад
3 этап Владения	Владеть: опытом практического применения знаний о технико-экономическом анализе производства, рациональным применением нормативной и технической документации, регламентов.	ПК–8. способность к проведению технико-экономического анализа производства и составлению технико-экономической документации	Тестирование, контрольная работа, Доклад, проверка тетради по практическим работам
	Владеть: навыками обеспечения санитарно-гигиенического режима работы предприятия	ПК–11. способность обеспечивать технологическую дисциплину, санитарно-гигиенический режим	Тестирование, Доклад, проверка

		работы предприятия, содержание технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии	тетради по практическим работам, индивидуальный опрос
	Владеть: методами мониторинговых исследований объектов промышленности и окружающей среды	ПК–12. способность планировать и проводить мероприятия по обеспечению техники безопасности на производстве, по мониторингу и защите окружающей среды	Тестирование, Доклад, проверка тетради по практическим работам, индивидуальный опрос

### Примерный перечень вопросов к контрольной работе 1

1. Какие живые организмы могут использоваться в биотехнологических процессах?
2. Какие продукты можно получить с помощью биотехнологических процессов?
3. В каких областях человеческой деятельности применяются продукты биотехнологии?
4. В чем особенности бактерий как объектов биотехнологии?
5. Разнообразие объектов, относящихся к микроорганизмам.
6. Особенности метаболизма у микроорганизмов.
7. Ферменты микроорганизмов.
8. Механизм регуляции обмена веществ.
9. Типы существования бактерий.
10. Разнообразие способов и форм питания у бактерий.
11. Источники питания у микроорганизмов.
12. Метаболизм питательных веществ.
13. Углероднопитание микроорганизмов.

### Пример варианта контрольной работы 1:

В контрольной работе будет содержаться один любой вопрос из списка для подготовки. Например:

1. В чем особенности бактерий как объектов биотехнологии?

### Примерный перечень вопросов к контрольной работе 2

1. Рост и размножение микроорганизмов.
2. Культивирование микроорганизмов.
3. Типы перемешивания культуральной среды в ферментере.
4. Очистка продуктов ферментации.
5. Общая схема реализации биотехнологического процесса.
6. Потребность микроорганизмов в кислороде.
7. Транспорт кислорода в жидкую среду и биомассу
8. Лимитация роста кислородом. Заменители кислорода.
9. Анаэробный рост микроорганизмов.
10. Отношение микроорганизмов к температуре, предельные показатели для роста.
11. Влияние температуры на пищевые потребности, образование продукта и состав биомассы.
12. Механизм влияния тоничности среды.
13. Параметры, характеризующие скорость роста культуры клеток
14. Экономический и метаболический коэффициенты
15. Хемостатная культура. Теория хемостата.
16. Характеристика параметров роста хемостатной культуры.
17. Отклонения от теории хемостата.
18. Турбидостат. Принцип функционирования и средства контроля подачи среды.

### **Пример варианта контрольной работы 2:**

В контрольной работе будет содержаться один любой вопрос из списка для подготовки. Например:

1. Общая схема реализации биотехнологического процесса.

### **Примерный перечень вопросов к контрольной работе 3**

1. Практическое использование молочнокислого брожения.
2. Пропионовое брожение. Возбудители, химизм, продукты брожения.
3. Практическое использование пропионового брожения.
4. Спиртовое брожение. Микроорганизмы, химизм, продукты брожения.
5. Практическое использование спиртового брожения.
6. Масляно-кислое брожение. Микроорганизмы, вызывающие этот процесс. Химизм, продукты брожения.
7. Ацетонобутиловое брожение. Микроорганизмы, химизм, продукты брожения. Двухфазность брожения.
8. Практическое использование масляно-кислого брожения.
9. Анаэробные микроорганизмы, разрушающие клетчатку. Характеристика этого процесса, значение.
10. Брожение пектиновых веществ. Химизм процесса, значение этого процесса.
11. Производство аминокислот.
12. Производство кормового белка.
13. Получение антибиотиков.
14. Получение витаминов.
15. Биотрансформация стероидов.
16. Характеристика биотехнологии ферментативного гидролиза целлюлозы.

### **Пример варианта контрольной работы 3:**

В контрольной работе будет содержаться один любой вопрос из списка для подготовки. Например:

1. Производство кормового белка

#### **Критерии оценки:**

«отлично» выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответ на теоретический вопрос, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов.

«хорошо» выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий.

«удовлетворительно» выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами.

«неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ студента плохо ориентируется в вопросе, допускает грубые ошибки.

### **Пример теста по дисциплине «Промышленная микробиология»**

1. Понятию «биообъект» соответствуют следующие определения:
  - а) организм, на котором испытываются новые биологически активные соединения;
  - б) организм, вызывающий контаминацию биотехнологического оборудования;
  - в) фермент, используемый в аналитических целях;

- г) организм, продуцирующий биологически активные соединения;
- д) фермент, промышленный биокатализатор.

2. Объектами для получения продуктов биотехнологии могут быть:

- а) выделенные из естественной природной среды штаммы микроорганизмов;
- б) коллекции клеток и культур;
- в) искусственно сконструированные штаммы и клетки;
- г) все ответы верны.

3. Стерилизацией называется:

- а) выделение бактерий и природного источника;
- б) уничтожение патогенных микроорганизмов;
- в) уничтожение всех микроорганизмов и их покоящихся форм.

4. Способностью превращать сахара в этиловый спирт обладают:

- а) *Aspergillus oryzae*;
- б) *Aspergillus terricola*;
- в) *Escherichia coli*;
- г) *Bacillus subtilis*;
- д) *Saccharomyces cerevisiae*.

5. Какие требования предъявляются к носителям иммобилизованных ферментов?

- а) они должны быть растворимы в воде;
- б) они должны быть шаровидной формы;
- в) они не должны нести функциональные группы;
- г) они не должны быть ингибиторами данной ферментативной реакции.

6. Биосинтез витамина В<sub>1</sub> осуществляют

- А) пивные дрожжи
- Б) пекарские дрожжи 50
- В) кишечная палочка
- Г) пропионово-кислые бактерии

### **Критерии оценки:**

В процессе прохождения курса студенту предстоит пройти одно тестирования. Тестирование оценивается по 1 баллу за правильный ответ. Магистранту необходимо набрать не менее 50% от максимального количества баллов.

### **Пример тем докладов по курсу «Промышленная микробиология»**

1. Получение аминокислот семейства аспарагиновой кислоты.
2. Получение важнейших ферментов.
3. Получение пенициллина.
4. Получение этилового спирта.
5. Получение лимонной кислоты.

### **Критерии оценки:**

При подготовке доклада студент может использовать рекомендованную литературу, а также проверенные источники интернета.

«Отлично» Качество доклада: производит выдающееся впечатление, сопровождается иллюстративным материалом; автор представил демонстрационный материал и прекрасно в нем ориентировался; отвечает на вопросы; показано владение специальным аппаратом; выводы полностью характеризуют работу.

«Хорошо» Качество доклада: четко выстроен; демонстрационный материал использовался в докладе, хорошо оформлен, но есть неточности; отвечает на вопросы с неточностями; показано владение специальным аппаратом; выводы не полностью

характеризуют работу.

«Удовлетворительно» Качество доклада: рассказывается, но не объясняется суть работы; демонстрационный материал был оформлен плохо, неграмотно; отвечает не на все вопросы; показано неполное владение специальным аппаратом; выводы нечетко характеризуют работу.

«Неудовлетворительно» Качество доклада: зачитывается; представленный демонстрационный материал не использовался докладчиком; не отвечает на вопросы; владение специальным аппаратом отсутствует; выводы имеются, но не доказаны.

### **Описание практических работ**

Задания оформляются в рабочей тетради, которую студент лично сдает преподавателю. По ходу проверки преподаватель проводит индивидуальный опрос по теоретической и практической части работы.

Работа 1. Изучить технологические схемы основных биотехнологических производств. Контрольное задание. Зарисовать схемы производств. Ориентироваться в последовательностях процесса получения конечного продукта.

Работа 2. Изучение пищевых потребностей дрожжей и молочнокислых бактерий. Контрольное задание. Разработать состав питательных сред. Оценить интенсивность роста микроорганизмов на питательных средах путем подсчет клеток микроорганизмов в счетных камерах и окрашивания живых и мертвых клеток. Освоить методику подсчета клеток. Произвести расчет количества клеток в единице объема суспензии. Записать конспект и соответствующие расчеты.

Работа 3. Освоение техник посева микроорганизмов на твердые питательные среды. Контрольное задание. Изучить возможные методы посева микроорганизмов. Освоить методики. Записать конспект, оформить протокол в рабочей тетради.

Работа 4. Изучение процессов молочнокислого, спиртового и уксуснокислого брожения с использованием разных источников питания и разных продуцентов. Контрольное задание. Провести качественные реакции на содержание продуктов брожения. Определить количество молочной кислоты. Приготовить окрашенные препараты микроорганизмов. Записать конспект, соответствующие расчеты и рисунки.

### **Вопросы для индивидуального опроса**

1. Какие методики можно использовать для посева микроорганизмов на жидкие среды?
2. Каким методом можно стерилизовать стеклянную посуду?
3. Дайте определение термину «чистая культура».
4. Каким методом можно осуществить подсчет клеток в суспензии?
5. Какие витамины необходимы для роста молочнокислых бактерий?
6. Какие дрожжи больше всего продуцируют этиловый спирт?
7. В чем заключаются морфологические отличия лактобактерий и бифидобактерий?
8. При какой температуре следует проводить культивирование молочнокислых бактерий?
9. При какой температуре следует проводить культивирование низовых и верховых дрожжей?
10. Какая реакция среды наблюдалась после культивирования ацетобактерий?
11. Каким методом можно определить содержание молочной кислоты?
12. Какими методами можно определить количество микроорганизмов в среде?
13. При какой температуре начинает испаряться 70% этанол?
14. Какие питательные среды для культивирования дрожжей можно использовать на производстве?
15. Как питательные среды для культивирования лактобактериц можно использовать на производстве?
16. Какие витамины необходимы для роста молочнокислых бактерий?

17. Какова последовательность производственных процессов при получении кормового белка?

#### **Критерии оценки:**

Практические работы и индивидуальный опрос (в комплексе с защитой проекта) является основанием для «допуска/недопуска» к зачету.

«допуск» выставляется студенту, если он выполнил практическую работу, продемонстрировал владение методикой. Ответил на все вопросы, даже если допускал незначительные ошибки и неточности.

«недопуск» балл выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, но не продемонстрировал владение методикой. Не ответил на вопросы или допустил грубые

#### **Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине «Промышленная микробиология»**

1. Общая характеристика микроорганизмов-продуцентов.
2. Особенности метаболизма бактерий. Регуляция метаболизма (синтеза и активности ферментов).
3. История развития технология культивирования микроорганизмов.
4. Использование брожения в микробиологической промышленности.
5. Параметры роста культуры микробных клеток
6. Субстраты и продуценты для получения аминокислот.
7. Источники углерода для питания микроорганизмов.
8. Источники азота для питания микроорганизмов.
9. Источники дополнительных факторов роста для роста микроорганизмов.
10. Классификация питательных сред для культивирования. Требования. 1
1. Особенности натуральных и синтетических питательных сред.
12. Особенности микробного роста на углеводородах.
13. Регуляторные и ауксотрофные мутанты – продуценты аминокислот. Состав сред для биосинтеза аминокислот.
14. Производственные среды. Характеристика основного сырья
5. Использование отходов производств в качестве биотехнологических субстратов.
6. Производственные среды. Характеристика основного сырья
17. Примеры технологических процессов подготовки субстратов для питательных сред.
18. Влияние концентрации субстрата на скорость роста культуры. Константа насыщения.
19. Влияние ингибиторов и активаторов на культуру микроорганизмов
20. Влияние тоничности среды на культуру микроорганизмов.
21. Влияние кислорода на культуру микроорганизмов.
22. Влияние рН на культуру микроорганизмов.
23. Условия, определяющие максимальную концентрацию биомассы
24. Периодическая культура. Фазы роста.
25. Модификации кривых роста в периодической культуре
26. Хемостатная культура. Теория хемостата.
27. Разновидности хемостатов с возвратом биомассы.
28. Отклонения от теории хемостата.
29. Схема приготовления посевного материала.
30. Тубулярная культура с возвратом биомассы и без.
31. Турбидостат. Принцип функционирования и средства контроля подачи среды.
32. Твердофазный и глубинный способы культивирования при производстве продуктов метаболизма.
33. Общая технологическая схема процесса микробного синтеза.
34. Общая характеристика GMP, GLP, GCP.
35. Батареи хемостатов. Много- и однопоточные системы.
36. Производство ферментов.
37. Производство аминокислот.

38. Производство антибиотиков.
39. Получение витаминов.
40. Производство органических кислот.
41. Получение кормового белка
42. Получение пробиотиков.

**Шкалы оценивания:** На зачете магистрант поучает 1 вопрос для устного ответа.

- «не зачтено» - магистрант не освоил программу дисциплины, плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки;
- «зачтено» - магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Шагинурова Г.И., Ипполитов К.Г. Техническая микробиология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Казань Издательство КНИТУ, 2010. - 122 с. (<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259051>)
2. Алешина Е.С., Дроздова Е.А., Романенко Н.А. Культивирование микроорганизмов как основа биотехнологического процесса[Электронный ресурс]: учебное пособие. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2017. - 192 с. (<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481743>)

#### **Дополнительная литература:**

3. Григориади А.С. Техническая микробиология. Методические указания к практическим занятиям для студентов 3 курса. - Уфа: РИО БашГУ. 2018. - 40 с.
4. Культивирование протистов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / сост. А.В. Симакова и др. - Томск: Томский государственный университет, 2015. - 68 с. (<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435005>)
5. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии. М.: Академия. 608 с. (место хранения – аб 3- 8 экз., чз 4 – 1 экз.)
6. Петухова Е.В., Крыницкая А.Ю., Канарская З.А. Пищевая микробиология [Электронный ресурс]: учебное пособие - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 117 с. (<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428098>)
7. Шмид Р., Наглядная биотехнология и генетическая инженерии [Электронный ресурс] : справочное пособие / Шмид Р. - Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. - 327 с. (<https://e.lanbook.com/reader/book/66240/#27>).

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. [www.elib.bashedu.ru/](http://www.elib.bashedu.ru/) - электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ»
2. [www.elib.bashedu.ru/](http://www.elib.bashedu.ru/) - электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ»
3. [www.biblioclub.ru/](http://www.biblioclub.ru/) - электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
4. [www.e.lanbook.com/](http://www.e.lanbook.com/) - электронная библиотечная система издательства «Лань»
5. [www.bashlib.ru/catalogi/](http://www.bashlib.ru/catalogi/) - электронный каталог Библиотеки БашГУ
6. [www.bashedu.ru/elektronnaya-informatsionno-obrazovatel'naya-sreda-bashgu](http://www.bashedu.ru/elektronnaya-informatsionno-obrazovatel'naya-sreda-bashgu) - электронная информационно-образовательная среда БашГУ (ЭИОС)
7. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека
8. [www.edu.ru](http://www.edu.ru) – рубрика Микробиология в каталоге образовательных Интернет-ресурсов
9. [www.strf.ru](http://www.strf.ru) – портал "Наука и технологии России"

10. <http://elementy.ru/genbio/microbiology> - элементы сайта новостей фундаментальной науки
11. <http://meduniver.com/Medical/Microbiology> - сайт с учебной информацией по общей и медицинской микробиологии
12. <http://www.genetika.ru/vkpm> – сайт Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов
13. <http://www.vkm.ru/> - сайт Всероссийской коллекции микроорганизмов
14. <http://tusearch.blogspot.com> - поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.

#### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.
3. Statistica Advanced for Windows v.12 English / v.10 Russian Academic. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория № 332	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Оборудование: учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный Classic Norma.
Аудитория № 232	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Оборудование: учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный ClassicNorma.
Аудитория № 324	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, экран на штативе.
Аудитория № 327	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран Classic Solution Norma настенный.
Аудитория № 329	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, термостат TCO 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, магнитная мешалка ММ-4, шкаф вытяжной – 2 шт
Аудитория № 328	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы VIC, колориметр КФК УХЛ 4.2, концентратор центробежный Centri Var Solvent System Labconco, ферментер, холодильник бытовой Бирюса, шкаф вытяжной – 2 шт.
Аудитория № 326	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, лабораторный инвентарь, доска, микроскоп Микмед-1 var. 2 Led - 6 шт., рН-метр АНИОН-4102 2-х канальный, шейкер-инкубатор термостабируемый ES 20/60 с платформой PP-400, шкаф вытяжной – 2 шт., шкаф



		ламинарный, тринокулярный цифровой микроскоп Saike Digital, сухожаровой шкаф КС-65, холодильник «Стинол 103-Е» двухкамерный.
Аудитория № 321 Лаборатория молекулярной биотехнологии	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, лабораторный инвентарь, учебно-наглядные пособия, рН-метр ST2100-F, дозатор (пипетка) переменного объема ЛАЙТ – 10 шт., автоклав 23л МК, Tuttnauer, амплификатор многоканальный "Терцик", аппарат для гель-электрофореза, бокс микробиологической безопасности БМБ-"Ламинар-С"-1,2, весы HL-200, видеоокуляр TourCam 5.1 МП, TourTek, 2 кВт микроцентрифуга-Вортекс 1.5тыс.об/мин, сухожаровой шкаф 80 л, термостат 80 л, термостат твердотельный "Термит», трансиллюминатор ЕСХ-20 М, холодильник лабораторный ХЛ-340 "Позис", центрифуга MiniSpin Eppendorf, шейкер LOIP LS-110, шкаф вытяжной лабораторный ШВ-1,3-Ламинар-С.
Аудитория № 319 Лаборатория ИТ	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Оборудование: учебная мебель, доска, персональный компьютер: Intel Core i5-3470, 3,2 ГГц, ОЗУ 8,00 ГБ, Windows 7 профессиональная x64, ПЗУ 360 Гб (15 шт.)
Аудитория № 327	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Оборудование: учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран Classic Solution Norma настенный.
Аудитория № 318б	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Оборудование: учебная мебель, лабораторный инвентарь, шкаф вытяжной.
		<b>Перечень лицензионного программного обеспечения:</b> 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная. 3. Statistica Advanced for Windows v.12 English / v.10 Russian Academic. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.
Читальный зал №2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде	Оборудование: научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) – 10 шт., неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС, количество посадочных мест – 40. <b>Перечень лицензионного программного обеспечения:</b> 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Промышленная микробиология

на 1 семестр

очно-заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	26,2
лекций	8
практических/ семинарских	18
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	81,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма контроля:

Зачет 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Научные основы промышленной микробиологии</b>								
1	Научные основы промышленной микробиологии. Основы энергетического и пластического обмена микроорганизмов. Регуляция метаболизма (синтеза и активности ферментов). Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы (температура, осмотическое давление, рН, содержания кислорода в среде). Пищевые потребности микроорганизмов разных экологофизиологических групп. Общая характеристика микроорганизмов-продуцентов	1			10	1,2,3,4,7	Подготовка к контрольной работе, тестированию	Контрольная работа 1, тестирование
2	Общая характеристика производства основных продуктов микробного синтеза. Типовая схема биотехнологического производства. Основные стадии: подготовительные, подготовка посевного материала, ферментация, разделение и	2	2		10	1,2,4,5,6,7	Подготовка к контрольной работе, практической работе, тестированию, опросу	Тестирование, контрольная работа 1, проверка рабочей тетради, индивидуальный опрос

	выделение продуктов синтеза, очистка продуктов, концентрирование, изготовление готовой формы продукта. Правила GMP, GLP, GCP.							
<b>Модуль 2. Технология культивирования микроорганизмов</b>								
3	Сырье и условия культивирования микроорганизмов. Состав, классификация питательных сред, требования к ним. Промышленные питательные среды. Основные виды сырья. Стерилизация питательных сред. Безопасность сырья	2	4		10	2,4,5,6	Подготовка к контрольной работе, практической работе, тестированию, опросу	Контрольная работа 2, тестирование, проверка рабочей тетради, индивидуальный опрос
4	Культивирование микроорганизмов: технологический аспект. Периодическое и непрерывное культивирование. Параметры роста культуры. Теория хемостата. Турбидостаты и хемостаты. Принцип работы и конструкция ферментеров для глубинного и поверхностного культивирования.	2	4		10	1-7	Подготовка к тестированию, контрольной работе, практической работе	Тестирование, контрольная работа 2, проверка тетрадей, индивидуальный опрос
<b>Модуль 3. Промышленное использование микроорганизмов</b>								
6	Технология получения БАВ микробными клетками, продуктов брожения и микробной биомассы. Классификация процессов биосинтеза. Микробиологическое получение ферментов, аминокислот, витаминов, антибиотиков, полисахаридов, липидов, гиббереллинов, алкалоидов.	1	2		20	1,2,3,2,5,7	Подготовка к докладу, контрольной работе	Доклад, контрольная работа

7	Использование брожения в биотехнологических производствах. Получение некоторых органических кислот. Молочнокислое, пропионовокислое, спиртовое, маслянокислое, ацетоно-бутиловое, муравьинокислое брожение. Использование продуктов брожения в народном хозяйстве и промышленности.		4		12	1,2,4-7	Подготовка к докладу, контрольной работе	Доклад, контрольная работа
8	Производства, основанные на получении микробной биомассы. Получение кормового белка. Особенности ферментации при получении микробной массы. Технология получения пробиотиков.		2		9,8	1,2,4,6,7	Подготовка к докладу, контрольной работе	Доклад, контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	8	18		81,8			

