

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры биохимии  
и биотехнологии  
протокол № 15 от 15 июня 2018 г.  
Зав. кафедрой Р.Г. Фархутдинов

Согласовано:  
Председатель УМК биологического  
факультета  
И.А. Шпирная

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
дисциплина Промышленная микробиология

Дисциплина по выбору

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)  
06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки  
Биохимия и молекулярная биология

Квалификация  
Магистр

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

А.С. Григориади / А.С. Григориади

Для приема: 2018 г.

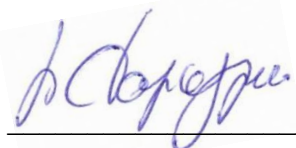
Уфа 2018 г.

Составитель: А.С. Григориади, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 15 от 15 июня 2018 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии: обновлены программное обеспечение, профессиональные баз данных и информационные справочные системы, протокол № 15 от 25 апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.Г. Фархутдинов

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
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	6
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	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<u>Знать</u> основные закономерности функционирования микроорганизмов; методы их описания, наблюдения, классификации	ОПК-3	
	<u>Знать:</u> основные нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных исследований в области микробиологии	ПК-5	
	<u>Знать</u> основы проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима	ПК-7	
Умения	<u>Уметь</u> оперировать основными положениями и терминами фундаментальных биологических законов в области микробиологии; <u>Уметь</u> ставить новые научные и практические задачи и оценивать результаты их решения	ОПК-3	
	<u>Уметь:</u> применять основные нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных биологических исследований в области микробиологии	ПК-5	
	<u>Уметь</u> использовать знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективного и экологически чистого производства	ПК-7	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<u>Владеть:</u> основными методами работы с микробиологическими объектами в полевых и /или лабораторных условиях	ОПК-3	
	<u>Владеть:</u> навыками работы с основными нормативными	ПК-5	

	документами, определяющими организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных биологических исследований в области микробиологии		
	<u>Владеть</u> навыками применения современных высокотехнологических процессов	ПК-7	

**ОПК-3** – готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач;

**ПК-5** – готовностью использовать знание нормативных документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских и производственно-технологических биологических работ (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры);

**ПК-7** – готовностью осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов.

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

Дисциплина «Промышленная микробиология» относится к вариативной части (дисциплина по выбору). При очной форме обучения дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Целью освоения дисциплины «Промышленная микробиология» является формирование у студентов представлений об уровне научных достижений в области технического оснащения микробиологических производств и знакомство с существующими промышленными процессами микробного синтеза целевых продуктов.

Основная задача дисциплины заключается в изучении теоретических основ технической микробиологии и знакомство студентов с основными микробиологическими производствами продуктов метаболизма, биологически активных веществ, отдельных компонентов микробных клеток и биомассы. Обучающийся должен иметь представление о прикладных разделах микробиологии и биотехнологии. Эти знания будут способствовать осознанному восприятию о функционировании микробной клетки и естественных биохимических процессах, которые в них протекают и могут быть использованы на производстве. Студенты должны получить практические навыки для работы с приборами и оборудованием, используемыми в различных отраслях науки и производства, например, биотехнологических производствах и сельском хозяйстве. Воспитательное значение курса «Промышленная микробиология» связано с его ролью в формировании научно-материалистического мировоззрения, познавательной активности студентов, а также общей и экологической культуры личности, осмысленного восприятия многообразия биохимических продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Молекулярная биология, Техническая биохимия, Современные биотехнологические производства

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: промышленная энзимология.

### 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 ОПК-3 – готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные закономерности функционирования микроорганизмов; методы их описания, наблюдения, классификации	Менее 9 баллов за тестирование, оценка «неудовлетворительно» за контрольную работу, на итоговом зачете магистрант плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки	Более 9 баллов за тестирование, оценка не ниже «удовлетворительно» за контрольную работу, на итоговом зачете магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки
Второй этап (уровень)	1. оперировать основными положениями и терминами фундаментальных биологических законов в области микробиологии; 2. Уметь ставить новые научные и практические задачи и оценивать результаты их решения..	Менее 9 баллов за тестирование, задачи решает с ошибками, магистрант не предоставил доклад или его содержание не соответствует теме, на итоговом зачете магистрант плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки	Более 9 баллов за тестирование, задачи решает без ошибок, магистрант выступил перед аудиторией с подготовленным докладом, ответил на заданные вопросы, на итоговом зачете магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки
Третий этап (уровень)	Владеть основными методами работы с микробиологическими объектами в полевых и /или лабораторных условиях	Магистрант не выполнил практические работы или не продемонстрировал владение методикой в случае выполнения, не ответил на вопросы или допустил грубые ошибки.	Магистрант выполнил практические работы, продемонстрировал владение методикой, ответил на все вопросы.

Код и формулировка компетенции ПК-5 – готовностью использовать знание нормативных документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских и производственно-технологических биологических работ (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

Этап	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения
------	------------------------	--

(уровень) освоения компетенции	обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	«Незачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных исследований в области микробиологии	Менее 9 баллов за тестирование, оценка «неудовлетворительно» за контрольную работу, на итоговом зачете магистрант плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки	Более 9 баллов за тестирование, оценка не ниже «удовлетворительно» за контрольную работу, на итоговом зачете магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки
Второй этап (уровень)	Уметь применять основные нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных биологических исследований в области микробиологии	Менее 9 баллов за тестирование, задачи решает с ошибками, магистрант не предоставил доклад или его содержание не соответствует теме, на итоговом зачете магистрант плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки	Более 9 баллов за тестирование, задачи решает без ошибок, магистрант выступил перед аудиторией с подготовленным докладом, ответил на заданные вопросы, на итоговом зачете магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки
Третий этап (уровень)	Владеть навыками работы с основными нормативными документами, определяющими организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных биологических исследований в области микробиологии	Магистрант не выполнил практические работы или не продемонстрировал владение методикой в случае выполнения, не ответил на вопросы или допустил грубые ошибки.	Магистрант выполнил практические работы, продемонстрировал владение методикой, ответил на все вопросы.

Код и формулировка компетенции ПК-7 – готовностью осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основы проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима	Менее 9 баллов за тестирование, оценка «неудовлетворительно» за контрольную работу, на итоговом зачете магистрант плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки	Более 9 баллов за тестирование, оценка не ниже «удовлетворительно» за контрольную работу, на итоговом зачете магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки

Второй этап (уровень)	Уметь использовать знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективного и экологически чистого производства	Менее 9 баллов за тестирование, задачи решает с ошибками, магистрант не предоставил доклад или его содержание не соответствует теме, на итоговом зачете магистрант плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки	Более 9 баллов за тестирование, задачи решает без ошибок, магистрант выступил перед аудиторией с подготовленным докладом, ответил на заданные вопросы, на итоговом зачете магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки
Третий этап (уровень)	Владеть навыками применения современных высокотехнологических процессов	Магистрант не выполнил практические работы или не продемонстрировал владение методикой в случае выполнения, не ответил на вопросы или допустил грубые ошибки.	Магистрант выполнил практические работы, продемонстрировал владение методикой, ответил на все вопросы.

Критериями оценивания являются оценки, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения разделов дисциплины. Система контроля за ходом и качеством усвоения студентами содержания данной дисциплины включает следующие виды:

- 1) текущий контроль – проводится систематически с целью установления уровня овладения студентами учебного материала в течение семестра. К формам текущего контроля относятся: индивидуальный опрос, проверка рабочих тетрадей с выполненными практическими работами. Выполнение этих работ является обязательным для всех студентов, а результаты являются основанием для допуска к следующим формам контроля.
- 2) промежуточный контроль – оценка уровня освоения материала по разделам дисциплины. В качестве форм контроля выступают контрольная работа, тестирования по материалам дисциплины.
- 3) итоговый контроль – оценка уровня освоения дисциплины по окончании ее изучения в форме зачета.

Шкалы оценивания:

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

**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	<u>Знать</u> основные закономерности функционирования микроорганизмов; методы их описания, наблюдения, классификации	ОПК-3	контрольная работа, тестирование



	<u>Знать</u> : основные нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных исследований в области микробиологии	ПК-5	контрольная работа, тестирование
	<u>Знать</u> основы проектирования технологических процессов и соблюдения норм технологического режима	ПК-7	контрольная работа, тестирование
2-й этап Умения	<u>Уметь</u> оперировать основными положениями и терминами фундаментальных биологических законов в области микробиологии; <u>Уметь</u> ставить новые научные и практические задачи и оценивать результаты их решения	ОПК-3	доклад, решение задач, тестирование
	<u>Уметь</u> : применять основные нормативные документы, определяющие организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных биологических исследований в области микробиологии	ПК-5	доклад, решение задач, тестирование
	<u>Уметь</u> использовать знания основ технологических процессов и соблюдения норм технологического режима для обеспечения высокоэффективного и экологически чистого производства	ПК-7	доклад, решение задач, тестирование
3-й этап Владеть навыками	<u>Владеть</u> : основными методами работы с микробиологическими объектами в полевых и /или лабораторных условиях	ОПК-3	проверка рабочей тетради, индивидуальный опрос
	<u>Владеть</u> : навыками работы с основными нормативными документами, определяющими организацию и технику безопасности полевых, лабораторных и производственных биологических исследований в области микробиологии	ПК-5	проверка рабочей тетради, индивидуальный опрос
	<u>Владеть</u> навыками применения современных высокотехнологических процессов	ПК-7	проверка рабочей тетради, индивидуальный опрос

Изучение каждого раздела (модуля) дисциплины завершается промежуточным контролем в виде контрольной работы для модуля 2 и тестирования – для модулей 1 и 3, для текущего контроля используется форма индивидуального опроса и проверки рабочей тетради с оформленными практическими работами и решенными задачами.

Допуском к зачету является выполнение всех практических заданий, решение задач (с обязательным прохождением проверки рабочей тетради преподавателем), выступление с докладом, выполнении тестирования не мене, чем на 45% от максимального количества баллов и написании контрольной работы на оценку не ниже «удовлетворительно». В противном случае студенту необходимо заново подготовиться и пройти промежуточный контроль.

### **Вопросы письменной контрольной работы №1**

1. Пищевые потребности микроорганизмов-продуцентов
2. Промышленные питательные среды. Классификация. Примеры.
3. Промышленные питательные среды. Характеристика основного сырья.
4. Промышленные питательные среды. Методы подготовки и обработки сырья.
5. Методы стерилизации питательных сред.

6. Общая схема реализации биотехнологического процесса.
7. Устройство лабораторных ферментеров.
8. Принцип работы и конструкция ферментеров.
9. Очистка продуктов ферментации.
10. Параметры роста периодической культуры. Скорости роста, время генерации, скорости отмирания. Отношение Моно.
11. Методы культивирования.
12. Периодическая культура. Фазы роста. Модификация кривых роста.
13. . Параметры роста периодической культуры. Экономический и метаболический коэффициенты. Отношение Моно
14. Тубулярная культура. С возвратом и без возврата биомассы.
15. Хемоматная теория. Три возможных результата изменения скорости роста биомассы и концентрации лимитирующего субстрата в хемоматной культуре в зависимости от скорости вымывания культуры.
16. Параметры роста непрерывной культуры. Производительность хемостата, степень разбавления, удельная скорость роста.
17. Принципиальная турбидостата. Турбидостатный контроль.
18. Виды хемостата с разными системами возврата биомассы. Уравнение баланса биомассы, баланс по субстрату.
19. Батареи хемостатов. Баланс по биомасса, по лимитирующему субстрату.
20. Отклонение от теории хемостата.
21. Классификация процессов биосинтеза
22. Технологическая схема процесса микробного синтеза
23. Приготовление посевного материала.
24. Способы выращивания микроорганизмов при производстве продуктов метаболизма.
25. Типы управляемых процессов ферментации
26. GMP, GLP, GCP.

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

Билет 3

1. Методы культивирования.
2. Батареи хемостатов. Баланс по биомасса, по лимитирующему субстрату.

#### ***Критерии оценки:***

В билете содержится 2 вопроса. Ответ оценивается комплексно.

- «отлично» баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов.

- «хорошо» баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- «удовлетворительно» балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

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

**Тесты по дисциплине  
«Промышленная микробиология»**

**Тест №1**

1. В какую фазу роста развития наблюдается максимальная скорость деления клеток наблюдается?  
А) лаг-фаза;  
Б) лог-фаза;  
В) стационарная фаза;  
Г) фаза выживания.
2. Количество биомассы клеток при их культивировании в биореакторах зависит от времени удвоения клеток, которое составляет для плесневых грибов:  
А) 0,25-1,0 час; Б) 1,0-2,0 часа; В) 2,0-6,0 часов; Г) 15,0-48,0 часов.
3. Какое должно быть содержание агара в питательной среде, чтобы она была полужидкая?  
А) 0,5%; Б) 1,5%; В) 2%; Г) 5%.
4. Оптимальное значение рН среды для ацидофильных бактерий составляет...  
А) 2-4; Б) 5-6; В) 7-7,5; Г) >7.
5. Накопление биомассы культуры молочнокислых бактерий проводят на питательных средах на основе  
А) казеина и желатина;  
Б) печеночного бульона, пептона и лактозы;  
В) гидролизата молока, солодового экстракта, глюкозы;  
Г) мелассы и хлорида натрия.
6. Какой микроорганизм является продуцентом тетрациклина?  
А) *Streptomyces rimosus*; Б) *Pseudomonas acidophila*;  
В) *Penicillium notatum*; Г) *Streptomyces erythreus*.
7. Типичный промышленный продуцент липидов является:  
А) *Torulaspora delbrueckii*; Б) *Cryptococcus neoformans*;  
В) *Cryptococcus terricolus*; Г) *Candida alba*.
8. Какие витамины необходимо добавлять в питательную среду для молочнокислых бактерий?  
А) витамины группы В;  
Б) биотин;  
В) никотиновая и пантотеновая кислоты;  
Г) все перечисленное.
9. Культивирование кишечной палочки осуществляется при рН, равной  
А) 5,5-6,0; Б) 8,0-8,2; В) 6,0-7,0; Г) 7,2-7,8.
10. Скорость разбавления определяется как  
А) отношение скорости потока среды к объему ферментера;  
Б) отношение объема биореактора к скорости потока питательной среды;  
В) отношение прироста биомассы за промежуток времени культивирования;  
Г) отношение прироста биомассы к убыли питательного субстрата.

**Тест №2**

1. Какие дрожжи осуществляют «низовое» брожение?  
А) спиртовые и винные  
Б) винные и пивные  
В) спиртовые и пекарские  
Г) пивные и перкаские
2. Какие микроорганизмы способны к продуцированию витамин В<sub>12</sub>?

- А) лактобактерии
  - Б) пропионовокислые бактерии
  - В) пекарские дрожжи
  - В) клостридии
3. Какой субстрат используют для получения уксуса французским методом?
- А) плодово-ягодные соки
  - Б) слабый раствор спирта
  - В) 10% раствор спирта
  - Г) виноградное вино
4. Какой продукт можно выделить при культивировании *Blakeslea trispora*?
- А) ванкомицин
  - Б) декстран
  - В) β-каротин
  - Г) эргокальциферол
5. Какие бактерии используют для получения айрана?
- А) *Streptococcus thermophilus*+*Lactobacillus bulgaricus*
  - Б) только *Lactobacillus bulgaricus*
  - В) *Lactobacillus bulgaricus*+молочные дрожжи
  - Г) *Lactobacillus*+*Bifidobacterium*
6. Кто является продуцентом антибиотика гентамицина?
- А) *Micromonospora purpurea*
  - Б) *Streptococcus acetoinicus*
  - В) *Acremonium chrysogenum*
  - Г) *Pseudomonas viscosa*
7. Какое преимущество дает совместное культивирование молочнокислых бактерий и возбудителей спиртового брожения?
- А) дрожжи окисляют жирные кислоты и разлагают белки
  - Б) дрожжи стимулируют процесс вспучивания при производстве сыров
  - В) дрожжи сбраживают углеводы, которые не могут метаболизировать бактерии
  - Г) дрожжи являются продуцентами витаминов и антибиотиков
8. Какие свойства характерны *Lactobacillus casei*?
- А) спорообразующие грам+
  - Б) неспорообразующие грамм+
  - В) спорообразующие грам-
  - Г) неспорообразующие грамм-
9. Какой продукт получают с помощью бактерий *Acetobacter aceti*?
- А) уксус
  - Б) пробиотик
  - В) простоквашу
  - Г) масляную кислоту
10. Типичным представителем продуцентов липидов является:
- А) *Corynebacterium glutamicum*
  - Б) *Aspergillus terreus*
  - В) *Penicillium notatum*
  - Г) *Cryptococcus terricolus*

**Критерии оценки (в баллах):**

В процессе прохождения курса студенту предстоит пройти 2 тестирования (по модулю 2 и 3). Тесты оцениваются максимум по 1 баллу за правильный ответ. Каждый тест будет оцениваться максимально в 10 баллов (по 1 баллу за каждый верный ответ на вопрос). Для допуска к зачету магистрант должен в сумме набрать не менее 9 баллов.

### Список тем докладов по курсу «Промышленная микробиология»

1. Техника выделения и очистки аминокислот.
2. Классификация технологических процессов биосинтеза
3. Двухступенчатое получение аминокислот из биосинтетических предшественников.
4. Промышленное получение микробных полисахаридов.
5. Микробиологическое получение органических кислот.
6. Микробиологический синтез водорастворимых витаминов.
7. Микробиологический синтез жирорастворимых витаминов.
8. Технология получения глютаминовой кислоты.
9. Технология производства лизина, триптофана.
10. Особенности получения белка одноклеточных на спиртах и природных газах.
11. Получение заквасок для производств кисломолочных продуктов.
12. Ферменты микроорганизмов, применяемые в производстве.
13. Получение микробных ферментов.
14. Имобилизованные ферменты, техника иммобилизации.
15. Образование антибиотиков в промышленных условиях.
16. Технология получения липидов.
17. Производства, основанные на получении микробной биомассы дрожжей.
18. Получение биогаза.
19. Технология получения биопрепараты для очистки окружающей среды от загрязнителей.
20. Производство вакцин и бактриофагов.
21. Производство препаратов, нормализующих микрофлору человека.
22. Технология получения кормового белка.
23. Получение азотфиксирующих бактериальных удобрений
24. Микробиологическое получение этилового спирта.

#### **Критерии оценки:**

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

- «зачтено» выставляется студенту, если он выступил перед аудиторией с подготовленным докладом, ответил на заданные вопросы и участвовал в дискуссии.
- «не зачтено» балл выставляется студенту, если он не предоставил доклад или его содержание не соответствует теме.

#### **Пример задач для решения**

Студенту будут предложены задачи для самостоятельного решения. Ход решения записывается в тетрадь и сдается преподавателю после окончания занятия. При выполнении задания студент может использовать рекомендованную литературу, справочную литературу, а также проверенные источники интернета.

Пример 1. Определить удельную скорость роста дрожжей, если их масса равна 20 кг, а скорость роста 0,5 кг/ч

Пример 2. Рассчитать экономические коэффициенты процесса выращивания дрожжей при 12-часовом цикле, если за это время было израсходовано 1300 кг мелассы с 55%-м содержанием сахара. Получено 975 кг дрожжей. При этом в биореактор для культивирования подавалось воздуха 80 м<sup>3</sup>/час. Калорийность 100 г сахара 405,5 ккал.

Пример 3. Напишите уравнение баланса биомассы в культуре для хемостата с внутренним возвратом с учетом удельной скорости роста биомассы, скорости разбавления, безразмерные константы  $s$  и  $h$ , характеризующие выход биомассы отфильтрованного потока и разбавленной части. Выразите удельную скорость роста в стационарном состоянии.

### **Критерии оценки:**

Студент представляет на проверку преподавателю рабочую тетрадь. В тетради также должны быть представлены все тренировочные задачи, решаемые на занятиях. В случае «незачета» студенту необходимо найти и исправить ошибки, после чего заново сдать рабочую тетрадь на проверку. Наличие верно решенных задач является одним из пунктов допуска к экзамену.

- «зачтено» выставляется студенту, если он самостоятельно правильно решил и оформил задачи.
- «не зачтено» балл выставляется студенту, если в решении задачи имеются ошибки в выборе формулы или расчетах.

### **Описание практических работ**

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 лактобактерий можно использовать на производстве?
16. Какие витамины необходимы для роста молочнокислых бактерий?
17. Какова последовательность производственных процессов при получении кормового белка?

**Критерии оценки:**

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

- «зачтено» выставляется студенту, если он выполнил практическую работу, продемонстрировал владение методикой. Ответил на все вопросы, даже если допускал незначительные ошибки и неточности.
- «не зачтено» балл выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, но не продемонстрировал владение методикой. Не ответил на вопросы или допустил грубые ошибки.

**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.
11. 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
15. Использование отходов производств в качестве биотехнологических субстратов.
16. 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 pH 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 и задачу, аналогичную тем, что решались в течение семестра.

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

## **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.
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 инженери [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.biblioclub.ru/](http://www.biblioclub.ru/) - электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
3. [www.e.lanbook.com/](http://www.e.lanbook.com/) - электронная библиотечная система издательства «Лань»
4. [www.bashlib.ru/catalogi/](http://www.bashlib.ru/catalogi/) - электронный каталог Библиотеки БашГУ
5. [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)
6. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru/) – научная электронная библиотека
7. [www.edu.ru](http://www.edu.ru) – рубрика Микробиология и Биотехнология в каталоге образовательных Интернет-ресурсов
8. [www.strf.ru](http://www.strf.ru) – портал "Наука и технологии России"
9. <http://elementy.ru/genbio/microbiology> - элементы сайта новостей фундаментальной науки
10. [www.cbio.ru](http://www.cbio.ru) – интернет-журнал Коммерческая биотехнология
11. [www.biotechnolog.ru](http://www.biotechnolog.ru) – интернет-учебник по биотехнологии
12. <http://www.genetika.ru/vkpm> – сайт Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов
13. <http://www.vkm.ru/> - сайт Всероссийской коллекции микроорганизмов
14. [www.strf.ru](http://www.strf.ru) – портал "Наука и технологии России" (раздел Биотехнология)
15. [www.biomolecula.ru/content/927](http://www.biomolecula.ru/content/927) – Перспективы биотехнологии
16. <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.

#### Программное обеспечение:

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака),	Аудитория № 324 Учебная мебель, доска, экран на штативе DIQUIS, проектор Sony VPL-EX 100, ноутбук Aser Extensa 7630G-732G25Mi.	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 326 (учебный корпус биофака), аудитория № 328 (учебный корпус биофака).	Аудитория № 326 Учебная мебель, лабораторный инвентарь, учебно-наглядные пособия, доска, весы VIC-210d2, микроскоп Биолам Р-11 Микмед-1-4 шт., рН-метр АНИОН-4102 2-х канальный, счетчик колоний микроорганизмов Colone Star, термостат воздушный ТС-80, термостат ТВ-80-1 ПЗ, шейкер-инкубатор термостатируемый ES 20/60 с	2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные .
3. учебная аудитория для проведения групповых и		

<p><b>индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 326 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 328 (учебный корпус биофака), аудитория № 319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 326 (учебный корпус биофака), аудитория № 319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).</p>	<p>платформой PP-400, шкаф вытяжной – 2 шт., шкаф ламинарный, тринокулярный цифровой микроскоп Saike Digital, окуляр-микрометр МОВ-1-16х, объект-микрометр (проходящего света ОМП), дозатор ВЮНІТ mLine 100-1000 мкл, дозатор Лайт 1-10 мкл, сухожаровой шкаф КС-65.</p> <p><b>Аудитория № 327</b> Учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран ClassicSolutionNorma настенный</p> <p><b>Аудитория № 328</b> Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы VIC-300d3, колориметр КФК УХЛ 4.2, концентратор центробежный CentriVar Solvent System.Labconco, ламинарный бокс БАВ-Ламинар-С-1,5(1 класса), ферментер, шкаф вытяжной – 2 шт.</p> <p><b>Аудитория № 319</b> <b>Лаборатория ИТ</b> Учебная мебель, доска, персональный компьютер в комплекте №1 iRU Corp – 15 шт.</p> <p><b>Аудитория № 428</b> Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный ClassicNorma 200*200.</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	
---	---	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Промышленная микробиология на 3 семестр  
(наименование дисциплины)  
очная 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 3 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
Модуль 1. Научные основы технической микробиологии								
1.	Научные основы технической 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 эколого-физиологических групп. Общая характеристика микроорганизмов-продуцентов.	1			10	1,2,4,7	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №1
2.	Общая характеристика производства основных продуктов микробного синтеза. Типовая схема биотехнологического производства. Основные стадии: подготовительные, подготовка посевного материала, ферментация, разделение и выделение продуктов синтеза, очистка продуктов, концентрирование, изготовление готовой формы продукта. Правила GMP, GLP, GCP.	2	2		10	1,2,4,5,6	Подготовка к контрольной работе, тестированию, практической работе 1 и индивидуальному опросу	Контрольная работа №1, проверка рабочей тетради, индивидуальный вопрос.

Модуль 2. Технология культивирования микроорганизмов.								
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, тестированию, практической работе 2 и индивидуальному опросу	Контрольная работа №1, тест №1, проверка рабочей тетради, индивидуальный вопрос.
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	1,2,3, 4,5,6,7	Подготовка к контрольной работе, тестированию, практической работе 3 и индивидуальному опросу	Контрольная работа №1, тест 1, проверка рабочей тетради, индивидуальный вопрос, решение задач
Модуль 3. Биотехнологические производства на основе микроорганизмов								
5.	Система автоматизированного контроля и управления биотехнологическими процессами. Управление турбидостатной и хемостатной культуры. Система термоститирования и аэрации биореакторов. Система программной автоматизации стерилизации ферментеров.	1			12	1,4,6	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа №1
6.	Технология получения БАВ микробными клетками, продуктов брожения и микробной биомассы. Классификация процессов биосинтеза. Микробиологическое получение ферментов, аминокислот, витаминов, антибиотиков, полисахаридов, липидов, гиббереллинов, алкалоидов.		2		10	1,2, 4, 5,6,7	Подготовка к докладу, тестированию	Доклад, тест №2

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		10	1,3,4,6,7	Подготовка к тестированию, практической работе 4 и индивидуальному опросу	Тест №2, проверка рабочей тетради, индивидуальный вопрос
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, тестированию	Доклад, тест №2
	Всего часов:	8	18		81,8			