

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агробиотехнологии

Дата подписания: 12.11.2025 14:12:55

Уникальный идентификатор ключа: fcd01ecb1fd76898e31045ad12c35716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Агробиотехнологии

Кафедра микробиологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о.директора института
агробиотехнологий

Шитикова А.В.

“ 30 ”

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Направленность Агропромышленная биотехнология

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики

ст. преп. Д.В. Снегирев

«08» июня 2025г.

к.б.н., доцент О. В. Селицкая
«08» июня 2025 г.

Рецензент

д.б.н. профессор Л.В. Мосина
«09» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, протокол № 7 от 06 июня 2025 г

Программа обсуждена на заседании кафедры микробиологии и иммунологии, протокол № 7 от 16 июня 2025 г.

Заведующий кафедрой
Микробиологии и иммунологии

д.б.н., доцент А. В. Козлов
«16» июня 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института Агробиотехнологии

д.с.-х.н., профессор А.В. Шитикова
«20» июня 2025 г.

И.о. заведующего
выпускающей кафедрой
Биотехнологии

д.с.-х.н., профессор Е.А. Вертикова
«16» июня 2025 г.

Директор ЦНБ

Берберов П.А.

«20» июня 2025 г.

Берберов П.А.

Содержание

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	11
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
4.3 ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
4.5 КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.2 ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	36
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	36
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	36
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ..	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
8. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	ОШИБКА!
ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
9.1 ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

Аннотация

рабочей программы дисциплины Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология

Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студента комплекса профессиональных компетенций (индикаторы) ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3, обеспечивающих комплекс технологической подготовки по современным направлениям микробиологии и биотехнологии в области использования микро-организмов для получения в промышленных масштабах ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы, а также подготовка студентов к применению полученных знаний для решения профессиональных задач прикладного характера и исследовательского характера, для решения практических задач сельского хозяйства в соответствии с формулируемыми компетенциями с применением современных информационно-коммуникационных технологий.

Курс «Промышленная микробиология» предназначен для изучения студентами основ научных и практических аспектов использования микроорганизмов для получения в промышленных масштабах ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы. В курсе рассматриваются свойства микроорганизмов, используемых в промышленных технологиях, методы селекции и получение новых штаммов, пути управления биохимической активностью; методы культивирования, хранения культур и защиты их от поражения фагами. Рассматриваются также вопросы получения с помощью микроорганизмов различных целевых продуктов, таких как белки, аминокислоты, спирты, антибиотики, витамины и др., а также практическое использование продуктов микробного синтеза в медицине, фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности и др. Рассматриваются вопросы, связанные с безопасностью микробиологических производств. Курс «Промышленная микробиология» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Место дисциплины в учебном процессе: Дисциплина Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» включена в обязательные дисциплины вариативной части Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология.

Круг вопросов, изучаемых дисциплиной «Промышленная микробиология» соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология.

Требования к результатам освоения дисциплины: Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (индикаторы) ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3.

Краткое содержание дисциплины:

Объем дисциплины Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 90,25 оставляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 60 часов практические работы из которых 4 часа практическая подготовка), 17,75 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 9 часов подготовки к зачету). Дисциплина Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» читается студентам старших курсов института Агробιοтехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Это оправданно, так как студенты уже имеют необходимую для освоения нового материала теоретическую базу. Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как разделы и темы:

Раздел 1 «Научные основы промышленной микробиологии»
Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства
Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов
Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов
Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.
Раздел 2 «Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов»
Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.
Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма
Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.
Раздел 3 «Биологическая безопасность микробиологических производств»
Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.
Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств

Дисциплина «Промышленная микробиология» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Общая трудоемкость дисциплины: составляет 108 ч. (3 зач. ед.).

Промежуточный контроль: проводится в форме зачета.

1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студента комплекса профессиональных компетенций (индикаторы) ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3, обеспечивающих комплекс технологической подготовки по современным направлениям микробиологии и биотехнологии в области использования микро-организмов для получения в промышленных масштабах ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы, а также подготовка студентов к применению полученных знаний для решения профессиональных задач прикладного характера и исследовательского

характера, для решения практических задач сельского хозяйства в соответствии с формулируемыми компетенциями с применением современных информационно-коммуникационных технологий.

Курс «Промышленная микробиология» предназначен для изучения студентами основ научных и практических аспектов использования микроорганизмов для получения в промышленных масштабах ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы. В курсе рассматриваются свойства микроорганизмов, используемых в промышленных технологиях, методы селекции и получение новых штаммов, пути управления биохимической активностью; методы культивирования, хранения культур и защиты их от поражения фагами. Рассматриваются также вопросы получения с помощью микроорганизмов различных целевых продуктов, таких как белки, аминокислоты, спирты, антибиотики, витамины и др., а также практическое использование продуктов микробного синтеза в медицине, фармацевтике, косметологии, пищевой промышленности и др. Рассматриваются вопросы, связанные с безопасностью микробиологических производств. Курс «Промышленная микробиология» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» включена в обязательные дисциплины вариативной части Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология.

Круг вопросов, изучаемых дисциплиной «Промышленная микробиология» соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: Микробиология с основами иммунологии, Рециклинг отходов АПК, Физическая и коллоидная химия, Почвоведение с основами геологии, Неорганическая химия, Органическая химия.

Дисциплина «Промышленная микробиология» является основополагающей для прохождения преддипломной практики, подготовка и защита ВКР.

Дисциплина Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» реализуется на русском языке с применением ЭО и ДОТ.

В обучении с применением ЭО и ДОТ используются следующие организационные формы учебной деятельности:

- лекция;
- консультация;
- практическая работа;
- самостоятельная внеаудиторная работа

Сопровождение предметных дистанционных курсов может осуществляться в следующих режимах:

- тестирование on-line;

- консультации on-line;
- предоставление методических материалов;
- сопровождение off-line (проверка тестов, контрольных работ, различные виды текущего контроля и промежуточной аттестации).

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью опросов, тестовых заданий, коллоквиумов, оценки самостоятельной работы студентов и сроков сдачи выполненных работ.

Аттестация студентов проводится в форме зачета по дисциплине.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (индикаторы): ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3 представленных в таблице 1

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	Способен участвовать в проведении исследований в области агробиотехнологии и экологической биотехнологии, использовать цифровые средства и технологии	ПКос-1.1	общие принципы микробиологического анализа; основные методические подходы к изучению физиолого-биохимических, серологических и генетических свойств микроорганизмов.	самостоятельно планировать исследовательскую деятельность в данной области, использовать полученные знания для анализа экспериментальных данных, касающихся проведению микробиологического анализа; связывать свой собственный научно-исследовательский опыт с глобальными проблемами микробиологии;	проведения комплексной идентификации прокариот и низших эукариот с использованием микробиологических, генетических, серологических методов; современными методами статистической обработки результатов
			Знает теоретические основы микробиологии, вирусологии, микологии, альгологии, клеточной и генетической инженерии, современные методы исследования, в том числе цифровые средства и технологии			
	ПКос-2	Способен разрабатывать и применять микробиологические технологии в практике производства и переработки сельскохозяйственной продукции и в биотехнологиях, направленных на снижение загрязнения окружающей среды	ПКос-2.1	Роль микроорганизмов в формировании плодородия почв и поддержании экологического равновесия в биосфере; основы природоохранных биотехнологий	Определять роль микроорганизмов в формировании плодородия почв и поддержании экологического равновесия в биосфере; основы природоохранных биотехнологий	Навыками анализа показателей качества и безопасности сельскохозяйственного сырья и продуктов их переработки, образцов почв и растений
			Знает приемы биологизации земледелия, требования безопасности к отходам животноводства и технологиям их обработки, хранения и использования			

			ПКос-2.2	Особенности биологических систем разных уровней организации; способы анализа научно-исследовательской информации и принципы составления отчетной документации	Анализировать и описывать биологические системы разных уровней организации; осуществлять выбор специальных методик проведения научно-исследовательских работ с биологическими объектами	Навыками проведения научно - исследовательских работ с биологическими объектами разных уровней организации; составления научно-технических отчетов, обзоров и пояснительных записок
			Знает теоретические основы микробиологии и роль микробиоты в поддержании экологического равновесия в биосфере, основы природоохранных биотехнологий			
			ПКос-2.3	Приемы биологизации агротехнологий	Применять приемы биологизации агротехнологий	Приемами биологизации агротехнологий
			Разрабатывает и применяет приемы биологизации агротехнологий			
			ПКос-2.4	Экологически безопасные технологии обработки, хранения, утилизации органических отходов промышленного животноводства и птицеводства	Применять экологически безопасные технологии обработки, хранения, утилизации органических отходов промышленного животноводства и птицеводства	Экологически безопасными технологиями обработки, хранения, утилизации органических отходов промышленного животноводства и птицеводства
			Разрабатывает и применяет экологически безопасные технологии обработки, хранения, утилизации органических отходов промышленного животноводства и птицеводства			
	ПКос-3	Способен применять современ-	ПКос-3.3	Теоретические основы	Обладать способностью	Знаниями об измене-

		менные знания об основах биотехнологических и микробиологических производств и осуществляет контроль качества на всех этапах технологического процесса	Владеет методами контроля качества сырья для биотехнологического производства, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии с регламентом	использования микроорганизмов в биотехнологиях, направленных на снижение загрязнения окружающей среды.	к использованию теоретических знаний в практической деятельности очистки твёрдых и жидких отходов от биологического загрязнения	нии физиологических особенностей патогенных микроорганизмов
--	--	---	---	---	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час /всего*	в т.ч. по се- местрам
		8
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
Контактная работа	90,25	90,25
Аудиторная работа:	90,25	90,25
<i>Лекции (Л)</i>	30	30
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	60/4	60/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
Самостоятельная работа (СРС)	17,75	17,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (про- работка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим- занятиям, устным опросам и рубежному тестированию)</i>	8,75	8,75
<i>Подготовка к зачету</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Часы /всего*	Аудиторная работа			Внеаудиторн ая работа СР
		Лекции	ПЗ /всего*	ПКР	
Раздел 1 «Научные основы промышленной микробиологии»					
Тема 1. Микроорганизмы- продуценты и их свойства		2	4		0,75
Тема 2. Пути управления биохимиче-		2	12		1

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Часы /всего*	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Лекции	ПЗ /всего*	ПКР	
ской активностью микроорганизмов					
Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов		4	4		1
Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.		2	4		1
Раздел 2 «Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов»					
Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.		4	12		1
Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма		4	4		1
Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.		4	8		1
Раздел 3 «Биологическая безопасность микробиологических производств»					
Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.		4	6	1	1
Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств		4	6	1	1
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<i>Подготовка к зачету(контроль)</i>	9				9
Всего за 5 семестр	108	30	60	0,25	17,75
Итого по дисциплине	108	30	60	0,25	17,75

Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии

Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства

Микроорганизмы, используемые в промышленной микробиологии. Методы селекции и получение новых штаммов с полезными свойствами. Методы хранения культур. Защита культур от поражения фагами.

Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов

Влияние факторов окружающей среды (рН, Eh, температура, содержание кислорода и др.) на микроорганизмы. Оптимальные и лимитирующие значения. Количественные характеристики микроорганизмов: скорость роста, выход биомассы, метаболический коэффициент. Затраты на поддержание жизни без размножения, константа насыщения, константа ингибирования. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.

Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.

Культивирование в суспензионных культурах. Периодическое и непрерывное культивирование. Хемостат. Ауксостат. Непрерывная культура с возвратом клеток. Многостадийное проточное культивирование. Конструкции ферментеров и способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов. Твердофазное культивирование и его особенности. Сырье для культивирования промышленных штаммов.

Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.

Общие принципы иммобилизации клеток и ферментов. Методы иммобилизации и их применение в промышленности.

Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов

Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.

Производство аминокислот. Производство аминокислот путем микробного синтеза. Микроорганизмы-продуценты. Производство глутаминовой кислоты, лизина, треонина, триптофана, аспартата. Очистка аминокислот. Производство антибиотиков. Антибиотики, образуемые грибами и их продуценты. Антибиотики, образуемые бактериями и их продуценты. Антибиотики, продуцируемые актиномицетами.

Технологии получения. Производство ферментов. Микроорганизмы-продуценты технических ферментных препаратов. Некоторые ферменты, производимые промышленностью. Амилазы, целлюлазы, пектиназы, протеиназы. Основные этапы технологии получения. Использование ферментных препаратов в пищевой промышленности, медицине, при переработке сельскохозяйственного сырья и др. Производство витаминов. Микроорганизмы-продуценты витаминов. Технология получения из микробной биомассы водорастворимых витаминов (рибофлавин, тиамин, цианкоболамин, аскорбиновая кислота и др.). Технология производства жирорастворимых витаминов (витамин А, витамин D, каротиноиды) путем микробного синтеза.

Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма

Производство органических кислот. Производство уксусной кислоты. Микроорганизмы-продуценты уксусной кислоты. Аэробный способ производства ацетата. Французский и немецкий способы получения пищевого уксуса. Анаэробная технология производства ацетата. Производство молочной кислоты. Свойства промышленных микроорганизмов, способных образовывать молочную кислоту. Сырье для получения молочной кислоты. Технология производства и очистки молочной кислоты.

Получение лимонной кислоты. Технологии получения лимонной кислоты при культивировании гриба *Aspergillus niger*.

Производство растворителей. Производство биоэтанола. Дрожжи – традиционные продуценты биоспирта. Технологии получения биоэтанола с использованием дрожжей. Использование бактерий как продуцентов биоэтанола. Производство ацетона и бутанола. Биоконверсия растительного сырья, отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в растворители.

Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.

Получение белка. Технология производства кормового белка. Производство пробиотиков и пребиотиков. Закваски. Получение микробных препаратов для сельского хозяйства и биоремедиации загрязненных почв.

Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств

Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.

Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности. Меры безопасности при работе с биологическими объектами. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов.

Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств

Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инаktivированные клетки. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств. Основные источники эмиссии микробиологических производств. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов-продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов.

4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (ин- дикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практиче- ская подготовка*
1	Раздел 1 «Научные основы промышленной микробиологии»				
	Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства	Лекция 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций	2
		Практическое занятие № 1-2 Знакомство с особенностями микроорганизмов, используемых в промышленной микробиологии	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, контроль выполнения задания в рабочей тетради	4
	Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	Лекция 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций	2
		Практическое занятие № 3-4 Микроорганизмы-продуценты и их свойства Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, контроль выполнения задания в рабочей тетради	4
		Практическое занятие № 5-6 Оптимизация состава питательной среды методом математического планирования эксперимента	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, контроль выполнения задания в рабочей тетради	4
		Практическое занятие № 7-8 Теоретические основы периодического и непрерывного культивирования микроорганизмов	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, контроль выполнения задания в рабочей тетради	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (ин- дикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практиче- ская подготовка*
2.	Тема 3. Мето- ды культиви- рования мик- роорганизмов	Лекция 3-4. Методы культи- вирования микроорганизмов	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций	4
		Практическое занятие № 9-10 Рост микроорганизмов в пери- одической культуре. Влияние условий культивирования на показатели роста микроорга- низмов	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	4
	Тема 4. При- менение иммо- билизированных клеток и фер- ментов.	Лекция 5. Применение иммо- билизированных клеток и фер- ментов.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций	2
		Практическое занятие № 11-12 Иммобилизация клеток дрожжей в агаровый гель. Изучение брожения, осу- ществляемого иммобилизо- ванными клетками.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	4
	Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении мик- роорганизмов				
	Тема 5. Полу- чение биоло- гически актив- ных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.	Лекция 6-7. Получение био- логически активных веществ и отдельных компонентов мик- робной клетки.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций	4
		Практическое занятие № 13-15 Технология получения вита- минов. Получение витамина В12 с помощью пропионово- кислых и метаногенных бак- терий.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	6

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (ин- дикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практиче- ская подготовка *
		Практическое занятие № 16-18 Полисахариды цитоплазмы и мембранных структур. Поли- сахариды клеточных стенок. Внеклеточные полисахариды. Биосинтез полисахаридов. Со- став питательных сред для производства полисахаридов. Практическое использование микробных полисахаридов	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	6
	Тема 6. Техно- логии, осно- ванные на брожениях и других процес- сах метабо- лизма	Лекция 8-9. Технологии, ос- нованные на брожениях и дру- гих процессах метаболизма	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций	4
		Практическое занятие № 19-20 Получение пищевой уксусной кислоты при окислении эти- лового спирта уксуснокислы- ми бактериями	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	4
	Тема 7. Произ- водства, осно- ванные на по- лучении мик- робной био- массы.	Лекция 10-11. Производства, основанные на получении микробной биомассы.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций -	4
		Практическое занятие № 21-22 Влияние различных источни- ков азота на накопление био- массы базидиального гриба Trametes pubescens при выра- щивании на молочной сыво- ротке.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	4
		Практическое занятие № 23-24 Технологическая схема произ- водства кормовых дрожжей, их состав и качественные ре- акции на определенные ком-	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4;	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (ин- дикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практиче- ская подготовка*
		поненты	ПКос-3.3	тетради	
Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств					
3	Тема 8. Основ- ные требова- ния к промыш- ленным штам- мам микроор- ганизмов.	Лекция 12-13. Основные тре- бования к промышленным штаммам микроорганизмов.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций -	4
		Практическое занятие № 25-27 Продукты биотехнологии и блок-схемы их производств.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	6
	Тема 9. Обес- печение без- опасности микробиоло- гических про- изводств	Лекция 14-15. Обеспечение безопасности микробиологи- ческих производств	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Проверка конспекта лекций -	2
		Практическое занятие № 28-29 Микробиологическая трансформация. Получение экологически чи- стых видов топлива.	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	4
		Практическое занятие № 30 Коллоквиум по разделам 1- 3. Контрольная тестовая ра- бота. Кейс- задание по дис- циплине	ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3	Устный опрос, тести- рование. Про- верка «Кейс- задания»	2

* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Научные основы промышленной микробиологии»		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
	Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
	Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
	Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
Раздел 2 «Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов»		
2.	Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
	Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
	Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
Раздел 3 «Биологическая безопасность микробиологических производств»		
3.	Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3
	Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий ПКос-1.1; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-2.4; ПКос-3.3

5. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и практических занятий.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

1. *Традиционные образовательные технологии*: информационные лекции по основному материалу, тематические практические работы по изучению отдельных групп (объектов) и подготовке научных рисунков;
2. *Технологии проблемного обучения*: проблемные лекции с изложением дискуссионных тем, требующих различной интерпретации изучаемого материала.
3. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*: лекции-визуализации с презентацией изучаемого материала.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
2.	Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
3.	Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции,

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
			подготовка к тестированию.
4	Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
5	Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
6	Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
7	Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		ПЗ	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
8	Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.
9	Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств	Л	Лекция-визуализация с элементами проблемной лекции в ауд. с мультимедиа проектором
		ПР	Занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.
		СР	Изучение материала по теме лекции, подготовка к тестированию.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология»

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к устным опросам по темам:

Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства

1. Микроорганизмы, используемые в промышленной микробиологии.
2. Методы селекции и получение новых штаммов с полезными свойствами. Методы хранения культур.
3. Защита культур от поражения фагами.
4. Культуры микроорганизмов-продуцентов. Принципы подбора культур микроорганизмов для различных производств
5. Способы усиления активности промышленных штаммов.

Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов

1. Влияние факторов окружающей среды (рН, Eh, температура, содержание кислорода и др.) на микроорганизмы.
2. Оптимальные и лимитирующие значения.
3. Количественные характеристики микроорганизмов: скорость роста, выход биомассы, метаболический коэффициент.
4. Затраты на поддержание жизни без размножения, константа насыщения, константа ингибирования.
5. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.

Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.

1. Культивирование в суспензионных культурах.
2. Периодическое и непрерывное культивирование.

3. Хемостат. Ауксостат. Непрерывная культура с возвратом клеток.
4. Многостадийное проточное культивирование.
5. Конструкции ферментеров и способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов.

6. Твердофазное культивирование и его особенности.

7. Сырье для культивирования промышленных штаммов.

Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.

1. Общие принципы иммобилизации.

2. Иммобилизация ферментов как составная часть инженерной энзимологии.

3. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов. 4. Преимущества иммобилизованных клеток.

4. Крупномасштабные промышленные процессы на основе иммобилизованных клеток и ферментов.

5. Требования к материалам, используемым в качестве носителей. Классификация носителей.

6. Природные органические носители: типы, преимущества, недостатки.

7. Основные характеристики полисахаридных природных носителей.

8. Белковые и липидные природные носители.

9. Синтетические органические носители: основные типы, преимущества, недостатки.

10. Носители неорганической природы.

11. Классификация методов иммобилизации. Способы физической и химической, обратимой и необратимой иммобилизации.

12. Адсорбционная иммобилизация: типы носителей, природа взаимодействий, способы, преимущества и недостатки.

13. Иммобилизация путем включения в гели: примеры носителей, техника, преимущества, недостатки.

14. Иммобилизация на основе мембранной технологии: варианты, преимущества и недостатки.

15. Иммобилизация путем включения в двухфазную реакционную среду.

16. Ковалентное связывание биокатализатора с поверхностью носителя.

17. Иммобилизация металлохелатным способом.

18. Сравнительная характеристика разных способов иммобилизации (адсорбция, ковалентное связывание, включение в гели, на основе мембранной технологии).

Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.

1. Производство аминокислот путем микробного синтеза.
2. Производство глутаминовой кислоты, лизина, треонина, триптофана, аспартата.
3. Очистка аминокислот.
4. Антибиотики, образуемые грибами и их продуценты.
5. Антибиотики, образуемые бактериями и их продуценты. Антибиотики, продуцируемые актиномицетами.
6. Микроорганизмы-продуценты технических ферментных препаратов.
7. Некоторые ферменты, производимые промышленностью. Амилазы, целлюлазы, пектиназы, протеиназы.
8. Использование ферментных препаратов в пищевой промышленности, медицине, при переработке сельскохозяйственного сырья и др.
9. Микроорганизмы-продуценты витаминов.
10. Технология получения из микробной биомассы водорастворимых витаминов (рибофлавин, тиамин, аскорбиновая кислота и др.).
11. Технология производства жирорастворимых витаминов (витамин А, витамин D, каротиноиды) путем микробного синтеза.

Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма

1. Производство уксусной кислоты.
2. Микроорганизмы-продуценты уксусной кислоты.
3. Аэробный способ производства ацетата.
4. Французский и немецкий способы получения пищевого уксуса.
5. Анаэробная технология производства ацетата. Производство молочной кислоты.
6. Свойства промышленных микроорганизмов, способных образовывать молочную кислоту.
7. Сырье для получения молочной кислоты.
8. Технология производства и очистки молочной кислоты.
9. Получение лимонной кислоты. Технологии получения лимонной кислоты при культивировании гриба *Aspergillus niger*.
10. Производство растворителей. Производство биоэтанола.
11. Дрожжи – традиционные продуценты биоспирта.
12. Технологии получения биоэтанола с использованием дрожжей.
13. Использование бактерий как продуцентов биоэтанола.
14. Производство ацетона и бутанола.
15. Биоконверсия растительного сырья, отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в растворители.

Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.

1. Получение белка. Технология производства кормового белка.
2. Производство пробиотиков и пребиотиков. Закваски.
3. Получение микробных препаратов для сельского хозяйства и биоремедиации загрязненных почв.
4. Теоретические и практические основы микробиологического получения белковых продуктов.
5. Проблема "белкового дефицита" и способы его ликвидации (поиски перспективных культур).
6. Содержание и состав белков, аминокислот и нуклеиновых кислот в микробной биомассе.
7. Дрожжи как источник получения белковых продуктов.
8. Получение кормовых дрожжей на различном сырье (меласса, целлюлозосодержащие субстраты, углеводородное сырье, этанол, метанол, метан).
9. Получение кормовых белковых продуктов на основе целлюлозоразрушающих мицелиальных грибов и бактерий.
10. Перспективы получения бактериальной биомассы.
11. Теоретические и практические основы микробиологического получения бактериальных удобрений.
12. Роль бактериальных удобрений в повышении урожая сельскохозяйственных культур

Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.

1. Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности.
2. Меры безопасности при работе с биологическими объектами.
3. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов.
4. Основы биотехнологии микроорганизмов.
5. Перспективы использования микроорганизмов для промышленных и пищевых биотехнологий.
6. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов.
7. Методы отбора продуктивных штаммов.

Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств

1. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента.
2. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инаktivированные клетки.
3. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств.

4. Основные источники эмиссии микробиологических производств.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов-продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов.

Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется студенту, если демонстрируются: глубокое и прочное усвоение программного материала полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободное владение материалом, правильно обоснованные принятые решения.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если демонстрируются: знание программного материала грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний; владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если демонстрируются: усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе даются недостаточно правильные формулировки, нарушается последовательность в изложении программного материала, имеются затруднения в выполнении практических заданий.

Ситуационное «Кейс-задание»

1. Выберите на официальном сайте научно-популярного издания сообщение о современном научном достижении, относящемся к тематике изучаемой дисциплины (используйте материалы разделов Новости, Статьи, Обзоры и др.).
2. Напишите рецензию на выбранное сообщение. В рецензии дайте критический анализ и оценку новостного сообщения о научном факте.
3. Представьте новостное сообщение и рецензию эксперту. При обсуждении рецензии отметьте перспективы научных исследований в данной области, выделите актуальные для практики аспекты рассмотренной проблемы.
4. Предложите свое видение проблемы, наметьте свои подходы поиску решений подобных задач.

Оценка за кейс-задание

Оценка за кейс-задание выставляется по четырехбалльной шкале.

«Отлично» – кейс-задание выполнено полностью, студент(ы) приводит (подготовили) полную четкую аргументацию выбранного решения на основе качественно сделанного анализа. Демонстрируются хорошие теоретические знания, имеется собственная обоснованная точка зрения на проблему(ы) и причины ее (их) возникновения. В отчете по выполнению кейс-задания сделан структурированный и детализированный анализ кейса, представлены возможные варианты решения (3-5), четко и аргументировано обоснован окончательный выбор одного из альтернативных решений.

«Хорошо» – кейс–задание выполнено полностью, студент(ы) не приводит (не подготовили) полную четкую аргументацию выбранного решения. Имеет место излишнее теоретизирование, или наоборот, теоретическое обоснование ограничено, имеется собственная точка зрения на проблемы, но не все причины ее возникновения установлены. При письменном отчете по выполнению кейс–задания сделан не полный анализ кейса, без учета ряда фактов, выявлены не все возможные проблемы, для решения могла быть выбрана второстепенная, а не главная проблема, количество представленных возможных вариантов решения – 2-3, затруднена четкая аргументация окончательного выбора одного из альтернативных решений.

«Удовлетворительно» – кейс–задание выполнено более чем на 2/3, студент(ы) расплывчато раскрывает решение, не может четко аргументировать сделанный выбор, показывает явный недостаток теоретических знаний. Выводы слабые, свидетельствуют о недостаточном анализе фактов, в основе решения может иметь место интерпретация фактов или предположения, Собственная точка зрения на причины возникновения проблемы не обоснована или отсутствует.

«Неудовлетворительно» – кейс–задание не выполнено, или выполнено менее чем на треть. Отсутствует детализация при анализе кейса, изложение не структурировано. Если решение и обозначено в отчете, то оно не является решением проблемы, которая заложена в кейсе.

Рабочая тетрадь по дисциплине Б1.В.01.06. «Промышленная микробиология»

1. Рабочая тетрадь для практических занятий по дисциплине Б1.В.01.06. «Промышленная микробиология»: М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025.

2. Рабочая тетрадь для практических занятий по дисциплине Б1.В.01.06. «Промышленная микробиология»: М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025.

Рабочая тетрадь является новым видом учебно-методического пособия. Пособие содержит необходимые материалы по изучению методов микробиологических исследований. Рабочая тетрадь составлена в соответствии с программой дисциплины Б1.В.01.06. «Промышленная микробиология» Часть заданий дана в виде немых таблиц и схем, позволяющих обеспечить программированный контроль за усвоением материала. Кроме того, рабочую тетрадь студенты могут использовать в качестве терминологического словаря. В пособие включены вопросы самоконтроля. Рабочая тетрадь предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

Критерии оценивания рабочей тетради по дисциплине.

✓ На «отлично» оценивается работа, если: работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением последовательности, качественно и

творчески; студент правильно выполнил все условия задания, без ошибок и исправлений.

✓ На «хорошо» оценивается работа, если: работа выполнена с соблюдением последовательности, при выполнении отдельных условий допущены небольшие отклонения; если студент допустил несущественные ошибки или сделаны в работе исправления.

✓ Оценка «удовлетворительно» выставляется, если: работа выполнена в заданное время, самостоятельно, но отдельные условия задания выполнены с ошибками; работа выполнена небрежно или не закончена в срок.

✓ Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если: студент самостоятельно не справился с условиями задания, последовательность выполнения задания нарушена, при выполнении условий задания допущены большие отклонения, работа оформлена небрежно и имеет незавершенный вид; студент только имеет очень слабое представление о дисциплине и недостаточно, или вообще не освоил умения при решении задания.

Контрольная тестовая работа

В качестве текущего контроля знаний по дисциплине предусмотрено тестирование, проводимого в виде контрольной работы. Студентам предлагается ответить на вопросы тестового задания.

Время, отведенное на выполнение теста – 15 минут. Каждый правильный ответ оценивается в один балл. Максимальное количество баллов - 10. Считается, тест сдан, если набрано более 4 баллов.

Примеры тестовых заданий:

1. Периодическое культивирование подразумевает
 - а) выращивание микроорганизмов в закрытой системе в сосуде определенного объема
 - б) выращивание микроорганизмов в системе с периодической подачей питательного субстрата и удалением части биомассы
 - в) выращивание микроорганизмов в проточной системе
 - г) поддержание на постоянном уровне состава среды и условий роста микроорганизмов
2. Установите правильную последовательность стадий развития микроорганизмов при периодическом культивировании
 - 1- лаг-фаза; 2 – стационарная фаза; 3 – фаза отмирания; 4- экспоненциальная (логарифмическая) фаза; 5 – фаза замедление роста.
3. Для микробной биоконверсии с использованием бактерий обычно применяют...
 - а) глубинное культивирование
 - б) поверхностный способ культивирования
4. Для прямой микробной биоконверсии используют сырье...
 - а) без предварительной обработки
 - б) обработанное ферментными препаратами
 - в) после механического измельчения
 - г) после химической предобработки

5. При твердофазном культивировании расход посевной культуры грибов, содержащей 0,5-3 млрд. спор на г сух. культуры, составляет
 - а) 3-10% от массы среды
 - б) 0,002-0,03% от массы среды
 - в) 0,01% от массы среды
 - г) 0,005% от массы среды
6. При глубинном культивировании расход посевной культуры грибов, содержащей 0,5-3 млрд. спор на г сух. культуры, составляет от массы среды.
 - а) 3-10%
 - б) 0,002-0,03%
 - в) 0,01%
 - г) 0,005%
7. В качестве продуцентов микробного белка чаще всего используют.....
 - а) дрожжи; б) бактерии; в) вирусы; г) прионы
8. При производстве этанола из мелассы отсутствует такая стадия технологического процесса как:
 - а) осахаривание;
 - б) дистилляция;
 - в) брожение (ферментация);
 - г) приготовление засевных дрожжей.
9. Сырьем для производства этанола не является:
 - а) картофель;
 - б) зерно;
 - в) древесные отходы;
 - г) рапсовое масло.
10. Установите правильную последовательность технологических этапов производства биоэтанола из зерна:
 - 1) разваривание; 2) дробление зерна; 3) отделение примесей; 4) брожение;
 - 5) ректификация; 6) осахаривание сусла; 7) приготовление дрожжей

Критерии оценивания теста:

Критерии выставления оценок за тест, состоящий из пяти вопросов.

Время выполнения работы: 7-10 мин.

Оценка «отлично» – 5 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 4 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 3 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – 2 правильных ответов.

Критерии выставления оценок за тест, состоящий из десяти вопросов.

Время выполнения работы: 10-15 мин.

Оценка «отлично» – 10 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 9-7 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 6-5 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – менее 5 правильных ответов.

Критерии выставления оценок за тест, состоящий из 14 заданий.

Время выполнения работы: 15-20 мин.

Оценка «отлично» – 14-13 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 12-10 правильных ответов;
Оценка «удовлетворительно» – 9-7 правильных ответов;
Оценка «неудовлетворительно» – менее 6 правильных ответов.

Вопросы к коллоквиуму по разделам 1-3

1. Микроорганизмы, используемые в промышленной микробиологии.
2. Методы селекции и получение новых штаммов с полезными свойствами. Методы хранения культур.
3. Защита культур от поражения фагами.
4. Культуры микроорганизмов-продуцентов. Принципы подбора культур микроорганизмов для различных производств
5. Влияние факторов окружающей среды (рН, Eh, температура, содержание кислорода и др.) на микроорганизмы.
6. Оптимальные и лимитирующие значения.
7. Количественные характеристики микроорганизмов: скорость роста, выход биомассы, метаболический коэффициент.
8. Затраты на поддержание жизни без размножения, константа насыщения, константа ингибирования.
9. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.
10. Культивирование в суспензионных культурах.
11. Периодическое и непрерывное культивирование.
12. Хемостат. Ауксостат. Непрерывная культура с возвратом клеток.
13. Многостадийное проточное культивирование.
14. Конструкции ферментеров и способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов.
15. Твердофазное культивирование и его особенности.
16. Сырье для культивирования промышленных штаммов.
17. Общие принципы иммобилизации.
18. Иммобилизация ферментов как составная часть инженерной энзимологии.
19. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов. 4. Преимущества иммобилизованных клеток.
20. Крупномасштабные промышленные процессы на основе иммобилизованных клеток и ферментов.
21. Требования к материалам, используемым в качестве носителей. Классификация носителей.
22. Природные органические носители: типы, преимущества, недостатки.
23. Основные характеристики полисахаридных природных носителей.
24. Белковые и липидные природные носители.

25. Синтетические органические носители: основные типы, преимущества, недостатки.
26. Носители неорганической природы.
27. Классификация методов иммобилизации. Способы физической и химической, обратимой и необратимой иммобилизации.
28. Адсорбционная иммобилизация: типы носителей, природа взаимодействий, способы, преимущества и недостатки.
29. Иммобилизация путем включения в гели: примеры носителей, техника, преимущества, недостатки.
30. Иммобилизация на основе мембранной технологии: варианты, преимущества и недостатки.
31. Иммобилизация путем включения в двухфазную реакционную среду.
32. Ковалентное связывание биокатализатора с поверхностью носителя.
33. Иммобилизация металлохелатным способом.
34. Сравнительная характеристика разных способов иммобилизации (адсорбция, ковалентное связывание, включение в гели, на основе мембранной технологии).
35. Производство аминокислот путем микробного синтеза.
36. Производство глутаминовой кислоты, лизина, треонина, триптофана, аспартата.
37. Очистка аминокислот.
38. Антибиотики, образуемые грибами и их продуценты.
39. Антибиотики, образуемые бактериями и их продуценты. Антибиотики, продуцируемые актиномицетами.
40. Микроорганизмы-продуценты технических ферментных препаратов.
41. Некоторые ферменты, производимые промышленностью. Амилазы, целлюлазы, пектиназы, протеиназы.
42. Использование ферментных препаратов в пищевой промышленности, медицине, при переработке сельскохозяйственного сырья и др.
43. Микроорганизмы-продуценты витаминов.
44. Технология получения из микробной биомассы водорастворимых витаминов (рибофлавин, тиамин, аскорбиновая кислота и др.).
45. Технология производства жирорастворимых витаминов (витамин А, витамин D, каротиноиды) путем микробного синтеза.
46. Производство уксусной кислоты.
47. Микроорганизмы-продуценты уксусной кислоты.
48. Аэробный способ производства ацетата.
49. Французский и немецкий способы получения пищевого уксуса.

50. Анаэробная технология производства ацетата. Производство молочной кислоты.
51. Свойства промышленных микроорганизмов, способных образовывать молочную кислоту.
52. Сырье для получения молочной кислоты.
53. Технология производства и очистки молочной кислоты.
54. Получение лимонной кислоты. Технологии получения лимонной кислоты при культивировании гриба *Aspergillus niger*.
55. Производство растворителей. Производство биоэтанола.
56. Дрожжи – традиционные продуценты биоспирта.
57. Технологии получения биоэтанола с использованием дрожжей.
58. Использование бактерий как продуцентов биоэтанола.
59. Производство ацетона и бутанола.
60. Биоконверсия растительного сырья, отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в растворители.
61. Получение белка. Технология производства кормового белка.
62. Производство пробиотиков и пребиотиков. Закваски.
63. Получение микробных препаратов для сельского хозяйства и биоремедиации загрязненных почв.
64. Теоретические и практические основы микробиологического получения белковых продуктов.
65. Проблема "белкового дефицита" и способы его ликвидации (поиски перспективных культур).
66. Содержание и состав белков, аминокислот и нуклеиновых кислот в микробной биомассе.
67. Дрожжи как источник получения белковых продуктов.
68. Получение кормовых дрожжей на различном сырье (меласса, целлюлозосодержащие субстраты, углеводородное сырье, этанол, метанол, метан).
69. Получение кормовых белковых продуктов на основе целлюлозоразрушающих мицелиальных грибов и бактерий.
70. Перспективы получения бактериальной биомассы.
71. Теоретические и практические основы микробиологического получения бактериальных удобрений.
72. Роль бактериальных удобрений в повышении урожая сельскохозяйственных культур
73. Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности.
74. Меры безопасности при работе с биологическими объектами.
75. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов.
76. Основы биотехнологии микроорганизмов.

77. Перспективы использования микроорганизмов для промышленных и пищевых биотехнологий.
78. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов.
79. Методы отбора продуктивных штаммов.
80. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента.
81. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инаktivированные клетки.
82. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств.
83. Основные источники эмиссии микробиологических производств.
84. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов-продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов.

Оценка «отлично» ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

6.2 Перечень вопросов к зачету по дисциплине

В конце изучения курса «Промышленная микробиология» предусмотрено проведение итогового контроля по дисциплине в виде дифференцированного зачета.

Вопросы итогового контроля по дисциплине:

1. Основные направления использования бактерий в промышленной микробиологии.
2. Основные направления использования дрожжей в промышленной микробиологии.
3. Основные направления использования мицелиальных грибов в промышленной микробиологии.
4. Основные этапы комплексной оценки промышленных штаммов.
5. Основные стадии микробиологического производства.
6. Принципы культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование. Преимущества и недостатки.
7. Принципы культивирования микроорганизмов. Непрерывное культивирование. Преимущества и недостатки.
8. Общая концепция и теория непрерывных культур.
9. Типы непрерывного культивирования. Хемостат.
10. Типы непрерывного культивирования. Ауксостат.
11. Многостадийная непрерывная культура.
12. Непрерывная культура с возвратом клеток.
13. Аэробные процессы и аппараты микробиологических производств и их особенности.
14. Анаэробные процессы и аппараты микробиологических производств и их особенности.
15. Преимущества и недостатки анаэробного культивирования продуцентов.
16. Твердофазное культивирование. Общая характеристика.
17. Преимущества и недостатки твердофазного культивирования.
18. Использование твердофазного культивирования при производстве антибиотиков.
19. Использование твердофазного культивирования при производстве ферментов.
20. Общие принципы иммобилизации клеток и ферментов.
21. Преимущества и недостатки использования иммобилизованных клеток в микробиологических производствах.
22. Аэробный способ производства уксусной кислоты. Французская и немецкая технология получения пищевого уксуса.
23. Анаэробная технология получения ацетата и ее преимущества.
24. Микроорганизмы-продуценты молочной кислоты и их особенности.
25. Основные этапы технологии производства молочной кислоты.

26. Технология получения лимонной кислоты путем микробного синтеза.
27. Способы очистки аминокислот в биотехнологических производствах.
28. Основные этапы получения этанола из зерна.
29. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.
30. Основные этапы технологии получения спирта из мелассы.
31. Способы концентрирования спиртов и растворителей из культуральной жидкости.
32. Микроорганизмы- продуценты гидролитических ферментов.
33. Применение ферментов микробного происхождения в пищевой промышленности.
34. Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности.
35. Меры безопасности при работе с биологическими объектами.
36. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов.
37. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента.
38. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инаktivированные клетки.
39. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов-продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов.
40. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств.

6.3 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1 Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Оценка знаний студентов проводится по следующим критериям:

Зачет студенту ставится, если:

1. Знания студента отличаются глубиной и содержательностью, им дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные:

- студент логично и последовательно раскрывает вопросы, предложенные в билете;
- студент излагает ответы уверенно, осмысленно и ясно;
- глубокие и обобщенные знания основных понятий психологии, форм и методов организации процесса исследования в психологии.

Студенту зачет по дисциплине не ставится, если:

1. Знания студента не отличаются глубиной и содержательностью, им не дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные:

- студент излагает ответы неуверенно, материал неосмыслен;
- обнаружено незнание или непонимание студентом контрольных вопросов;
- допускаются существенные ошибки при изложении ответов на вопросы, которые студент не может исправить самостоятельно.

При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Фомина, О. В. Культивирование микроорганизмов : учебное пособие / О. В. Фомина, В. В. Лысак. — Минск : БГУ, 2018. — 151 с. — ISBN 978-985-566-536-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180403>
2. Основы консервирования пищевых продуктов : учебное пособие / А. И. Машанов, В. В. Матюшев, Н. А. Величко [и др.]. — Красноярск : КрасГАУ, 2019. — 270 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149601>
3. Стрельчик, Н. В. Микробиология молока и молочных продуктов : учебное пособие / Н. В. Стрельчик. — Омск : Омский ГАУ, 2016. — 72 с. — ISBN 978-5-89764-552-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90734>
4. Гордеева, Л. А. Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов : учебное пособие / Л. А. Гордеева, И. С. Милентьева, Н. С. Величкович. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-8353-2697-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162605>

7.2 Дополнительная литература

1. Бабайлова, Г. П. Технология производства продукции животноводства с основами биотехнологии : учебное пособие для вузов / Г. П. Бабайлова, Е. С. Симбирских, Ю. С. Овсянников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-8738-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200267>
2. Биотехнология переработки сельскохозяйственной продукции : учебно-методическое пособие / Р. Р. Шайдуллин, А. И. Даминава, В. М. Пахомова, А. Б. Москвичева ; составители Р. Р. Шайдуллин [и др.]. — Казань : КГАУ, 2018. — 128 с. — ISBN 978-5-905201-53-0. — Текст : электронный //

Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/138629>

3. Гамаюрова, В. С. Ферменты : учебное пособие / В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Казань : КНИТУ, 2010. — 278 с. — ISBN 978-5-7882-0830-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13347>

4. Механизмы биосинтеза антибиотиков : учебно-методическое пособие / Н. Е. Павловская, И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, О. А. Маркина. — Орел : ОрелГАУ, 2019. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118849>

5. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 676 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20341-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557981>

6. Ким, И. Н. Микробиология переработки водных биологических ресурсов : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. Н. Ким, В. В. Кращенко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 272 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15295-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544497>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. При проведении практических работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, указания преподавателей и лаборантов кафедры.

2. Рабочая тетрадь для практических занятий по дисциплине Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология». М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2016.

3. СП 1.3.2322-08 Безопасность работы с микроорганизмами 3 - 4 групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней

4. ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология

5. ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология

6. Учебный план по направлению 19.03.01 Биотехнология

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология»

1. Электронно-библиотечная система Лань, <http://e.lanbook.com/> Доступ не ограничен.

2. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru Доступ не ограничен

3. Электронная библиотека РГБ <https://search.rsl.ru/ru> Доступ не ограничен.

4. Белорусская цифровая библиотека <https://library.by/> Доступ не ограничен.

5. Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
6. База данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>).
7. База данных «Web of Science» (<http://webofknowledge.com/>)/:<http://elib.timacad.ru> Доступ не ограничен.

8.1 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Информационные технологии:

1. Электронные учебники. 2. Технологии мультимедиа. 3. Технологии Интернет (электронная почта, электронные библиотеки, электронные базы данных).

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение данной дисциплины (модуля) может быть осуществлено частично с использованием дистанционных образовательных технологий: слайд-презентаций лекционных занятий, материалы для самостоятельной работы и контрольно-измерительные материалы.

Программное обеспечение:

1. Операционная система MS Windows XP 2. Операционная система MS Windows 7 3. Операционная система MS Windows 8 Prof 4. Операционная система MS Windows 10 Prof 5. Пакет офисных приложений MS Office 2007 6. Пакет офисных приложений MS Office 2013 7. Пакет программ для просмотра, печати электронных публикаций Acrobat Reader 8. Прикладное программное обеспечение для просмотра электронных документов Foxit Reader 9. Свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных 7-zip

Специализированное программное обеспечение:

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант + (бесплатная онлайн-версия для обучения) 2. Система автоматизированного проектирования и черчения Autocad for Students 3. Система трехмерного моделирования деталей Компас 3D Учебная версия для студентов

Программное обеспечение для лиц с ограниченными возможностями

1. Экранная лупа в операционных системах линейки MS Windows 2. Экранный диктор в операционных системах линейки MS Windows 3. Бесплатная программа экранного доступа NVDA

Информационно-справочные и поисковые системы

1. Яндекс (<http://www.yandex.ru>)
2. Rambler (<http://www.rambler.ru>)
3. АПОРТ (<http://www.aport.ru>)
4. Mail.ru (<https://mail.ru>)
5. Google (<http://www.google.com>)
6. AltaVista (<http://www.altavista.com>)
7. Полнотекстовая база данных ГОСТов (<http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>)
8. Электронный банк книг (<http://bankknig.com>)
9. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)
10. Либрусек (http://lib.rus.ec/g/sci_religion)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществ-

ления образовательного процесса по дисциплине Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология»

Для лекционного курса необходима компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Для проведения практических занятий по дисциплине необходима лаборатория, оснащенная газо -и водопроводом, вентиляцией, УФ-лампами для стерилизации помещений, ламинарами и микробиологическими боксами, стерилизационной техникой (автоклавы, стерилизационные шкафы), термостатами, анаэроостатами, световыми микроскопами, хроматографами, рН-метрами, шейкерами, водяными банями, тест-системами для идентификации микроорганизмов, лабораторной посудой, посудомоечной машиной, дистиллятором, холодильниками для хранения коллекции микроорганизмов и образцов и необходимыми реактивами для приготовления питательных сред, набором красителей, компьютерная техника с мультимедийным обеспечением. Кроме этого, необходима коллекция культур микроорганизмов и компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего специального оборудования: а) для лиц с нарушением слуха (акустические колонки, мультимедийный проектор); б) для лиц с нарушением зрения (мультимедийный проектор: использование презентаций с укрупненным текстом).

Таблица 7

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (9 учебного корпуса, №228, 229, 231 аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корп. № 9, ауд. 228	1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/16, Инв. № 553890/17, Инв. № 553890/18, Инв. № 553890/19). 2. Микроскоп «Аквелон» 15 шт. (Инв. № 558457/29, Инв. № 558457/30, Инв. № 558457/31, Инв. № 558457/32, Инв. № 558457/33, Инв. № 558457/34, Инв. № 558457/35, Инв. № 558457/36, Инв. № 558457/37, Инв. № 558457/38, Инв. № 558457/39, Инв. № 558457/40, Инв. № 558457/41, Инв. № 558457/42, Инв. № 558457/43). 3. Термостат биологический BD 115 2 шт. (Инв. № 558444/4, Инв. № 558444/5). 4. Весы технические электронные SPU 401 OHAUS 1 шт. (Инв. № 35078/3). 5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (558453/1). 6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626/2). 7. Ламинарный бокс ВЛ-22-600 1 шт. (Инв. № 558459/1). 8. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. №

	558623/4). 9. Стулья 13 шт. 10. Столы 15 шт.
Корп. № 9, ауд. 229	1. Микроскоп ЛОМО 10 шт. (Инв. № 553890/5, Инв. № 553890/6, Инв. № 553890/7, Инв. № 553890/8, Инв. № 553890/9, Инв. № 553890/10, Инв. № 553890/11, Инв. № 553890/12, Инв. № 553890/13, Инв. № 553890/14, Инв. № 553890/15). 2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/15, Инв. № 558457/16, Инв. № 558457/17, Инв. № 558457/18, Инв. № 558457/19, Инв. № 558457/20, Инв. № 558457/21, Инв. № 558457/22, Инв. № 558457/23, Инв. № 558457/24, Инв. № 558457/25, Инв. № 558457/26, Инв. № 558457/27, Инв. № 558457/28). 3. Термостат биологический BD 115 3 шт. (Инв. № 558444/1, Инв. № 558444/2, Инв. № 558444/3). 4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/2). 5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/2). 6. Инфракрасная горелка Bacteria safe 1 шт. (Инв. № 558456). 7. Прибор вакуумного фильтрования для анализа воды (вакуумная станция) ПВФ 35/3Б 1 шт. (Инв. № 558454). 8. Ламинарный бокс ВЛ-22-1200 1 шт. (Инв. № 558451/2). 9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/2-3). 10. Стулья 13 шт.

Корп. № 9, ауд. 231	1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/1, Инв. № 553890/2, Инв. № 553890/3, Инв. № 553890/4). 2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/1, Инв. № 558457/2, Инв. № 558457/3, Инв. № 558457/4, Инв. № 558457/5, Инв. № 558457/6, Инв. № 558457/7, Инв. № 558457/8, Инв. № 558457/9, Инв. № 558457/10, Инв. № 558457/11, Инв. № Инв. № Инв. № 558457/12, Инв. № 558457/13, Инв. № 558457/14). 3. Термостат биологический BD 115 1 шт. (Инв. № 558444/4). 4. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/1). 5. Весы технические электронные SPU401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/1). 6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626). 7. Шкаф вандалоустойчивый 1 шт. 8. Мультимедийный проектор 1 шт. 9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/1). 10. Стулья 13 шт. 11. Столы– 17 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Читальный зал периодических изданий (каб. № 132)	Компьютеры – 1 шт. Столы – 28 шт. Периодические издания в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Компьютерный читальный зал (каб. № 133)	Компьютеры – 17 шт. Столы – 28 шт. Учебная литература в открытом доступе
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Компьютерный читальный зал (каб. № 144)	Компьютеры – 20 шт. Столы – 39 шт. Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Справочно – библиографический отдел (каб. № 138)	Компьютеры – 2 шт. Столы – 13 шт. Справочные и библиографические издания в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Холл 2 этажа (зал традиционных каталогов)	Столы – 8 шт. Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению механики и энергетики (27 уч. корпус) Читальный зал (каб. № 202)	Компьютеры – 4 шт. Столы – 12 шт. Справочные и библиографические издания, учебная литература в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению природообустройство (28 уч. корпус) Учебный читальный зал (каб. № 223)	Компьютеры – 3 шт. Столы – 15 шт. Справочные и библиографические издания, периодика в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению природообустройство (29 уч. корпус) Научный читальный зал (каб. № 123)	Компьютеры – 13 шт. Столы – 45 шт. Справочные и библиографические издания, периодика в открытом доступе Wi-fi

9.1 Музейные штаммы микроорганизмов

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Micrococcus agilis</i> | 2. <i>Proteus</i> spp. |
| 3. <i>Bacillus subtilis</i> . | 4. |
| 5. <i>Clostridium butyricum</i> | 6. <i>Bacillus mycoides</i> |
| 7. <i>Candida krusei</i> | 8. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . |
| 9. <i>Leptothrix ochracea</i> | 10. <i>Erwinia herbicola</i> |
| 11. <i>Streptococcus</i> spp. | 12. <i>Schizosaccharomyces pombe</i> |
| 13. <i>Exphiala nigra</i> . | 14. <i>Rhizopus stolonifer</i> |
| 15. <i>Clostridium</i> spp | 16. <i>Bacillus</i> spp. |
| 17. <i>Streptococcus Lactis</i> | 18. <i>Sarcina flava</i> |
| 19. <i>Azotobacter chroococcum</i> | 20. <i>Streptomyces chromogenes</i> |
| 21. <i>Nocardia rubra</i> | 22. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| 23. <i>Candida kefiri</i> | |

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованной лаборатории. Для допуска к проведению практического занятия учащиеся должны быть ознакомлены с техникой безопасности и правилами работы в микробиологической лаборатории. На всех занятиях студенты обязаны быть в белых халатах, каждый имеет свое рабочее место, оснащенное всем необходимым для проведения практического занятия. Работа в лаборатории требует внимания и аккуратности. Учащиеся после выполнения работы, заносят полученные результаты в рабочую тетрадь, оформляют их в соответствии с предъявляемыми требованиями, после чего защищают работу у преподавателя.

Сложность усвоения материала дисциплины заключается в большом объеме информации, которую необходимо запоминать (латинские названия, физиологические особенности, распространение в природе, морфологию и т.д.) поэтому усвоение материала дисциплины должно происходить постепенно и непрерывно от занятия к занятию. От изучения свойств и особенностей микроорганизмов к пониманию их роли в биосфере и жизни человека.

10.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие, обязан в двухнедельный срок во внеурочное время, в соответствии с расписанием отработок, выполнить пропущенное ПР. Для этого необходимо самостоятельно проработать пропущенную тему, отработать ПР и защитить работу у дежурного преподавателя. После этого сделать соответствующую запись в журнале по учету отработанных занятий.

При невозможности отработать занятие в рекомендуемые сроки, студент пишет конспект и заполняет в рабочей тетради таблицы, относящиеся к пропущенной теме, затем защищает работу у преподавателя.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для освоения практических занятий по дисциплине необходимо делить студентов на небольшие группы (10-12 человек) для обеспечения безопасности проводимых работ и повышения качества обучения.

С целью создания условий для обеспечения эффективного использования учебного времени, данные группы на занятиях делятся на бригады по 2-3 человека. Работа бригадами создает условия для одновременного включения в учебный процесс всех студентов без исключения, происходит совместная познавательная деятельность, создаётся среда образовательного общения и реализуется принцип обратной связи.

12 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-педагогический состав знакомится с психологофизиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Согласно требованиям, установленным Минобрнауки России к порядку реализации образовательной деятельности в отношении инвалидов и лиц с ОВЗ, необходимо иметь в виду, что:

1. инвалиды и лица с ОВЗ по зрению имеют право присутствовать на занятиях вместе с ассистентом, оказывающим обучающемуся необходимую помощь;
2. инвалиды и лица с ОВЗ по слуху имеют право на использование звукоусиливающей аппаратуры.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не являющимися инвалидами, если это не создает трудностей для инвалидов и иных обучающихся при промежуточной аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с экзаменатором);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении промежуточной аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность прохождения испытания промежуточной аттестации (зачета.) обучающимся инвалидом может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи испытания, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

В зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся с ОВЗ Университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении аттестации:

а. для слепых:

- задания и иные материалы для прохождения промежуточной аттестации оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б. для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи зачета оформляются увеличенным шрифтом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

с. для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

по их желанию испытания проводятся в письменной форме;

d. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей)

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

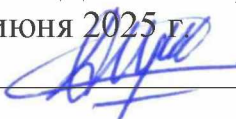
- по их желанию испытания проводятся в устной форме.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации). При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Программу разработали

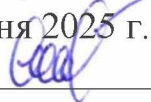
ст. преп. Д.В. Снегирев

«08» июня 2025 г.



к.б.н., доцент О. В. Селицкая

«08» июня 2025 г.



Рецензия

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.06 ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, по направленности (профилю): Агропромышленная биотехнология (квалификация выпускника – бакалавр)

Мосиной Людмилой Владимировной профессором кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева), доктор биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины Б1.В.01.06 «Промышленная микробиология» ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, по направленности (профилю): Агропромышленная биотехнология разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре микробиологии и иммунологии (разработчик Снегирев Д.В. старший преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии, к.б.н. доцент кафедры микробиологии и иммунологии Селицкая О.В.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Промышленная микробиология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология.

2. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

3. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – **Б1.В.01.06**

4. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.03.01 Биотехнология, по направленности (профилю): Агропромышленная биотехнология. В соответствии с Программой за дисциплиной «Промышленная микробиология» **3 профессиональные компетенции**. Дисциплина «Промышленная микробиология» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Промышленная микробиология» составляет 3 зачётных единицы (108 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Промышленная микробиология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология, по направленности (профилю): Агропромышленная биотехнология и

возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области микробиологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Промышленная микробиология» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология, по направленности (профиль): Агропромышленная биотехнология.

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и участие в аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета в 5 семестре, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.01.06 ФГОС по направлению 19.03.01 Биотехнология, по направленности (профиль): Агропромышленная биотехнология

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 7 наименования, и соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология.

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Промышленная микробиология» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

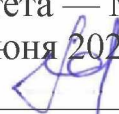
16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Промышленная микробиология».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Промышленная микробиология» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология Направленность (профиль): Агропромышленная биотехнология (квалификация (степень) выпускника – бакалавр)), разработанная ст. преп. кафедры микробиологии и иммунологии, Снегиревым Д. В, и доцентом кафедры микробиологии и

иммунологии Селицкой О.В. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Мосина Людмила Владимировна д.б.н., профессор кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ–МСХА им К. А. Тимирязева «09» июня 2025 г.



Рецензия рассмотрена на заседании кафедры микробиологии и иммунологии, протокол № 7 от 16 июня 2025 г.

Заведующий кафедрой
Микробиологии и иммунологии

д.б.н., доцент А. В. Козлов
«16» июня 2025 г.

