

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Общая биотехнология»**

Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология

Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологический

Форма обучения – очная и заочная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20\_\_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчики программы:  
доцент кафедры БХС

Е.А. Прутенская

старший преподаватель  
кафедры БХС

П.Ю. Стадольникова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Общая биотехнология» является формирование у студентов знаний и навыков по использованию биотехнологических процессов в промышленности.

**Задачами дисциплины** являются:

- приобретение знаний о современных биотехнологических методах получения целевых продуктов;
- формирование у студентов практических умений и навыков изготовления целевых продуктов методами биотехнологии, оценки качества сырья, приготовления питательных сред, полупродуктов и целевых продуктов;
- формирование способности осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;
- формирование способности применять полученные знания, умения и навыки для реализации и управления биотехнологическими процессами.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной дисциплине Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Общая биология и микробиология», «Органическая химия», «Химия биологически активных веществ», «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Основы биотехнологии».

Знания, полученные в данном курсе необходимы для последующего изучения таких дисциплин учебного процесса, как «Фармацевтическая биотехнология», «Биотехнология переработки биомассы, получение продуктов сельскохозяйственного назначения», «Проектирование и оборудование предприятий химической промышленности», «Основы генной, клеточной и эмбриональной инженерии». Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИУК-1.2.** Осуществляет поиск и критический анализ необходимой информации, обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31.1. Схемы получения продуктов основных биотехнологических производств, особенности этапов получения основных групп продуктов

микробиологического синтеза, экологическую безопасность биотехнологических производств.

31.2. Знает методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода, основанного на научном мировоззрении при решении задач профессиональной деятельности

**Уметь:**

У1.1. Осуществлять поиск, сбор, обобщение и систематизацию исходных данных для решения биотехнологических задач.

У1.2 Самостоятельно выделять проблему и на основе анализа ситуации разрабатывать проектные решения.

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**УК-2.** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИУК-2.2.** *Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

32.1. Знать систему норм, правил и указаний в отношении производства лекарственных средств, медицинских устройств, изделий диагностического назначения, продуктов питания, пищевых добавок и активных ингредиентов

**Уметь:**

У2.1. Выбирать методы защиты продукции, сырья и материалов от перекрестной контаминации в биотехнологическом процессе.

У2.2. Характеризовать виды технологической документации на биохимическом производстве.

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-4.** Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-4.1.** *Использует знание основных принципов организации химического и биотехнологического производства, его иерархической структуры, общих закономерностей организации и реализации химических и биотехнологических процессов, основных биотехнологических производств на основе применения базовых инженерных и технологических знаний.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

33.1. Особенности организации биотехнологического производства.

**Уметь:**

У3.1. Выбирать и использовать различные технологии разработки биотехнологических процессов.

**ИОПК-4.2.** Демонстрирует умение рассчитывать и проектировать основные характеристики биотехнологического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта и оценивать технологическую эффективность производства.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

34.1. Знать основные типовые схемы биотехнологических производств.

**Уметь:**

У4.1. Определять возможные пути биосинтеза ключевых интермедиатов и целевых продуктов для выбора оптимальных условий биотехнологического процесса.

У4.2. Выбирать оптимальные методы выделения и очистки целевого продукта.

У4.3. Устанавливать последовательность действий при технологической инженерной подготовке биотехнологического производства.

**ИОПК-4.3.** Проводит выбор оптимального типа реактора и рассчитывает технологические параметры для заданного процесса.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

35.1 Основные типы оборудования, используемые в биотехнологических процессах.

**Уметь:**

У5.1. Пользоваться каталогами и справочниками для выбора оборудования

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-5.** Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-5.2.** Выбирает технические средства, методы испытаний для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

36.1 Основные особенности сырья, полупродуктов, материалов используемых на биотехнологических предприятиях, его свойства и требования, предъявляемое к нему.

36.2 Задачи и основные пути обеспечения качества целевого продукта.

**Уметь:**

У6.1. Выбирать метод испытаний для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.

У6.2. Определять факторы, влияющие на качество выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для биотехнологической промышленности.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; выполнение курсовой работы; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		135
В том числе:		
Лекции		60
Практические занятия (ПЗ)		75
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		45+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		25
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		10+36(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

#### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		26
В том числе:		
Лекции		10
Практические занятия (ПЗ)		16
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		181+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		50
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к практическим занятиям		70 30
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и		31+9(экз)

промежуточная аттестация (экзамен)		
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Представления об общей биотехнологии	6	2	2	-	1+1(экз)
2	Получение аминокислот	17	5	6	-	4+2(экз)
3	Производство органических кислот	19	5	7	-	4+3(экз)
4	Биотехнология биотоплива и органических растворителей	25	7	9	-	5+4(экз)
5	Технология ферментных препаратов	30	8	12		5+5(экз)
6	Производствомикробного белка и белково-витаминных концентратов	25	7	9	-	5+4(экз)
7	Основы промышленного получения лекарственных препаратов	23	7	8	--	4+4(экз)
8	Биотехнологическое получение полисахаридов	10	3	3		2+2(экз)
9	Биосенсорные технологии	24	6	7	-	6+5(экз)
10	Основы сельскохозяйственной биотехнологии	21	6	7	-	4+4(экз)
11	Экологическая биотехнология	16	4	5	-	5+2(экз)
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>216</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>-</b>	<b>45+36(экз)</b>

#### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Представления об общей биотехнологии	6	-	-	-	5+1(экз)
2	Получение аминокислот	21	2	-	-	18+1(экз)
3	Производство органических кислот	21	2	-	-	18+1(экз)
4	Биотехнология биотоплива и органических растворителей	25	-	2	-	22+1(экз)

5	Технология ферментных препаратов	25	2	3	-	19+1(экз)
6	Производство микробного белка и белково-витаминных концентратов	22	1	2	-	18+1(экз)
7	Основы промышленного получения лекарственных препаратов	22	1	2	-	18+1(экз)
8	Биотехнологическое получение полисахаридов	11	-	-	-	10+1(экз)
9	Биосенсорные технологии	24	2	3	-	18+1(экз)
10	Основы сельскохозяйственной биотехнологии	19	-	2	-	18+1(экз)
11	Экологическая биотехнология	20	-	2	-	17+1(экз)
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>216</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>181+9(экз)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **МОДУЛЬ 1 «ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОБЩЕЙ БИОТЕХНОЛОГИИ»**

Общая биотехнология: цели и задачи предмета. Научные достижения в области биотехнологии. Направления биотехнологии и продукты, получаемые с помощью ее.

Современная классификация биотехнологических методов и производств.

Основные принципы организации биотехнологических процессов на производстве. Основные технологические стадии биотехнологического производства. Типовые приемы подготовки биологических объектов.

### **МОДУЛЬ 2 «ПОЛУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТ»**

Сферы применения аминокислот. Характеристика различных способов производства препаратов аминокислот. Микробиологическое производство аминокислот, достоинства и недостатки. Типовые схемы производства аминокислот (L-лизина, глутаминовой кислоты и глутамата натрия, D,L-метионина): характеристика основных продуцентов; механизмов регуляции биосинтеза; основных питательных сред и сырья; режимов производственного культивирования; основных стадий выделения и очистки целевого продукта. Основные технические характеристики и потребительские свойства готовой продукции.

Иммобилизация ферментов и клеток. Приемы создания иммобилизованного состояния. Методы иммобилизации. Проблемы иммобилизованных биокаталитических систем разных типов. Типовые схемы получения L-аланина, L-аспарагиновой кислоты.

### **МОДУЛЬ 3 «ПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ»**

Сферы применения органических кислот. Характеристика различных способов производства органических кислот. Микробиологическое производство



органических кислот, достоинства и недостатки. Типовые схемы производства органических кислот (лимонной, молочной, пропионовой и уксусной кислот): характеристика основных продуцентов; механизмов регуляции биосинтеза; основных питательных сред и сырья; режимов производственного культивирования; основных стадий выделения и очистки целевого продукта. Основные технические характеристики и потребительские свойства готовой продукции.

#### **МОДУЛЬ 4 «БИОТЕХНОЛОГИЯ БИОТОПЛИВА И ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ»**

Классификация сырьевых источников для производства биотоплив. Производство твердых биотоплив. Производство газообразных биотоплив (биогаз и биометан). Получение жидких биотоплив: схема производства биодизеля. Характеристика производства органических растворителей: ацетона и биобутанола (ферментация АБЭ); биоэтанола (спиртовое брожение). Особенности селекции промышленных штаммов рода *Clostridium* в производстве бутанола. Основные пути интенсификации производства биоэтанола и биобутанола, регулирование биосинтеза. Характеристика продуцентов и используемого сырья (сахаро-, крахмало- и целлюлозосодержащего), его подготовка. Современные способы выделения органических растворителей из культуральной жидкости.

#### **МОДУЛЬ 5 «ТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ»**

Основные сферы применения ферментов. Применение ферментов в пищевой промышленности. Номенклатура ферментных препаратов. Особенности поверхностного и глубинного способов получения ферментов.

Получение ферментативных препаратов (неочищенных, технических и очищенных) из культур микроорганизмов. Технологические особенности получения индивидуальных ферментных препаратов (П2х, Г2х, П3х, Г3х, П10х, Г10х). Типовые схемы производства ферментных препаратов с указанными индексами.

Технологии продуктов трансформации органических соединений ферментамикробных клеток: сорбит в производстве аскорбиновой кислоты; гидрокортизон и превращение его в преднизолон; продукты дегидрирования, восстановления и гидроксирования стероидов; продукты окисления производных индола и пиридина.

#### **МОДУЛЬ 6 «ПРОИЗВОДСТВА МИКРОБНОГО БЕЛКА И БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ КОНЦЕНТРАТОВ»**

Преимущества использования микробного белка.

Получение БВК из дрожжей. Характеристика дрожжей и преимущества их использования для получения БВК. Требования к дрожжам, используемых для получения белка. Основные питательные среды, характеристика сырья. Типовая схема производства БВК на основе дрожжей: режимы производственного культивирования и основные стадии. Основные технические характеристики и потребительские свойства готовой продукции.

Водоросли как перспективные продуценты биотехнологии. Характеристика микроводорослей и преимущества их использования для получения белковых препаратов. Методы культивирования микроводорослей, сравнение открытых и закрытых систем. Особенности условий культивирования микроводорослей. Основные этапы получения кормового белка из водорослей.

## **МОДУЛЬ 7 «ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ»**

Лекарственные препараты, получаемые в фармацевтической промышленности биотехнологическими способами. Перспективные технологические схемы производства антибиотиков, вакцин, гормонов, витаминов и др. препаратов., эргокальциферол) в кормовой и кристаллической формах: характеристика основных продуцентов; особенностей биосинтеза; основных питательных сред и сырья; режимов производственного культивирования; основных стадий производства.

Характеристика антибиотиков (АБ). Сферы применения, классификация. Направленный биосинтез АБ. Основные стадии промышленного процесса получения АБ. Типовые схемы производства антибиотиков немедицинского назначения (низина, гризина).

## **МОДУЛЬ 8 «БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ»**

Микробиотехнологическое получение гликанов. Сферы применения микробных полисахаридов. Основы биосинтеза гликанов. Технологические особенности производства экзополисахаридов. Основы технологии получения микробных полисахаридов на примере декстрана, ксантана.

## **МОДУЛЬ 9 «БИОСЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Биосенсоры. Классификация биосенсорных технологий на основе на основе чувствительных элементов. Краткая характеристика принципа работы. Применение биосенсоров.

Бактериальные биосенсоры. Неспецифические и индуцируемые стрессорными воздействиями биосенсорные системы для определения экотоксикантов. Бактериальные цельноклеточные тест - системы, отвечающие на стресс. Специфические биосенсорные системы. Применение бактериальных биосенсоров для экологического мониторинга.

## **МОДУЛЬ 10 «ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ»**

Значение биотехнологии для сельского хозяйства.

Производство биоудобрений. Типовые технологические схемы производства бактериальных удобрений (нитрагина, азотобактерина, фосфоробактерина). Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.

Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых (инсектициды, фунгициды). Биотехнологии антибиотиков против корневой гнили и мучнистой росы.

Биотехнологическая переработка твердых отходов. Биодеструкция природных и синтетических биоматериалов. Основные виды компостирования. Вермикультивирование.

### **МОДУЛЬ 11 «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

Экологическая биотехнология. Технологии и методы экобиотехнологии. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Микроорганизмы-биодеструкторы.

Очистка сточных вод. Основные принципы работы, методы и сооружения анаэробной и аэробной очистки сточных вод. Комбинированные методы очистки воды.

Биологические методы очистки газовой воздушной выбросов. Биологическая дезодорация газов.

Классификация методов ремедиации почв. Характеристика основных методов биоремедиации. Фиторемедиация.

Биогеотехнология. Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, биосорбция металлов из растворов. Повышение нефтеотдачи.

Мониторинг окружающей среды. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге

### **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

### **5.4. Практические занятия**

#### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> обобщение знаний по подготовке биологических объектов на биотехнологическом производстве	1. Типовые приемы подготовки биологических объектов.	2
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> рассмотреть основные типовые схемы производства аминокислот	1. Регуляция биосинтеза аминокислот 2. Сырье в производстве аминокислот 3. Технологические схемы производства аминокислот	6
<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> рассмотреть основные типовые схемы производства органических кислот	1. Регуляция биосинтеза органических кислот 2. Подготовка мелассы в производстве лимонной кислоты 3. Технологические схемы производства органических кислот	7

<p><b>Модуль 4.</b>  <b>Цель:</b> изучить методы получения различных биотоплив</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы получения газообразных, твердых, жидких биотоплив из различного сырья.</li> <li>2. Селекция промышленных микроорганизмов в производстве бутанола.</li> <li>3. Методы выделения бутанола из культуральной жидкости.</li> </ol>	<p>9</p>
<p><b>Модуль 5.</b>  <b>Цель:</b> ознакомиться с методами выделения и очистки ферментных препаратов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассмотреть методы выделения и очистки белков.</li> <li>2. Технологические схемы получения ферментных препаратов П2х, Г2х.</li> <li>3. Технологические схемы получения ферментных препаратов П3х, Г3х.</li> <li>4. Технологические схемы получения ферментных препаратов П10х, Г10х.</li> <li>5. Технологические схемы получения ферментных препаратов П15х, Г15х.</li> <li>6. Технологические схемы получения ферментных препаратов П20х, Г20х.</li> <li>7. Получение кристаллических ферментных препаратов.</li> </ol>	<p>12</p>
<p><b>Модуль 6.</b>  <b>Цель:</b> рассмотреть особенности получения микробного белка различного происхождения</p>	<p>Технологические схемы производства микробного белка с помощью одноклеточных организмов</p>	<p>6</p>
<p><b>Модуль 7.</b>  <b>Цель:</b> рассмотрение технологических схем получения антибиотиков</p>	<p>Технологические схемы производства антибиотиков кормового назначения.  Технологические схемы производства антибиотиков пенициллинового ряда.</p>	<p>8</p>
<p><b>Модуль 8.</b>  <b>Цель:</b> рассмотреть применение полисахаридов в различных сферах человеческой деятельности</p>	<p>Примеры и описание промышленно значимых полисахаридов (доклады студентов)</p>	<p>3</p>
<p><b>Модуль 9.</b>  <b>Цель:</b> ознакомиться с принципами работы и практическим использованием бактериальных биосенсоров</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация бактериальных биосенсоров.</li> <li>2. Практическое применение биосенсоров.</li> <li>3. Принцип работы бактериальных биосенсоров.</li> </ol>	<p>7</p>
<p><b>Модуль 10.</b>  <b>Цель:</b> изучение технологий получения препаратов для нужд растениеводства</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные способы получения ростстимулирующих препаратов.</li> <li>2. Компостирование твердых отходов животноводства в удобрения.</li> <li>3. Получение инсектицидов.</li> </ol>	<p>7</p>
<p><b>Модуль 11.</b>  <b>Цель:</b> ознакомиться с основными методами ремедиации</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация методов ремедиации</li> <li>2. Методы биоремедиации</li> </ol>	<p>2</p>

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> изучить методы получения различных биотоплив	Методы выделения бутанола из культуральной жидкости.	2
<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> ознакомиться с методами выделения и очистки ферментных препаратов	1. Рассмотреть методы выделения и очистки белков. 2. Технологические схемы получения ферментных препаратов П10х, Г10х.	3
<b>Модуль 6.</b> <b>Цель:</b> рассмотреть особенности получения микробного белка различного происхождения	Технологические схемы производства микробного белка с помощью одноклеточных водорослей	2
<b>Модуль 7.</b> <b>Цель:</b> рассмотрение технологических схем получения антибиотиков	Технологические схемы производства антибиотиков кормового назначения.	2
<b>Модуль 9.</b> <b>Цель:</b> ознакомиться с принципами работы и практическим использованием бактериальных биосенсоров	1. Практическое применение биосенсоров. 2. Принцип работы бактериальных биосенсоров.	3
<b>Модуль 10.</b> <b>Цель:</b> изучение технологий получения препаратов для нужд растениеводства	Получение инсектицидов.	2
<b>Модуль 11.</b> <b>Цель:</b> ознакомиться с основными методами ремедиации	1. Классификация методов ремедиации 2. Методы биоремедиации	2

### 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

#### 6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

#### 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям; подготовке курсовой работы, доклада и презентации; к текущему контролю успеваемости; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение

семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

После вводных лекций студентам выдаются темы курсовой работы, определяется порядок подготовки доклада и презентации для его защиты.

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

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / Е.А. Живухина [и др.]; под редакцией Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.12.2022. - ISBN 978-5-534-13546-6. - URL: <https://urait.ru/book/biotehnologiya-519554> . - (ID=152054-0)

2. Биотехнология : учебник для вузов по спец. 310700 - Зоотехния и 310800 - Ветеринария : в составе учебно-методического комплекса / И.В. Тихонов [и др.]; под ред. Е.С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2005. - 703 с., [24 л.] : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 686 - 699. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-98879-005-4 : 465 р. 50 к. - (ID=59121-49)

3. Сельскохозяйственная биотехнология = Agricultural biotechnology : учебник для вузов по с.-х., естеств.-науч. и пед. спец. и магистер. программам : в составе учебно-методического комплекса / В.С. Шевелуха [и др.]; под ред. В.С. Шевелухи. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2003. - 470 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-06-004264-2 : 108 р. 30 к. - (ID=4003-10)

### **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Елинов, Н.П. Основы биотехнологии / Н.П. Елинов. - СПб. : Наука, 1995. - 600 с. - ISBN 5-02-026027-4 : 30800 р. - (ID=1340-5)

2. Экология микроорганизмов : учебник для ун-тов по спец. 012400 "Микробиология" и др. биол. спец. / А.И. Нетрусов [и др.]; под ред. А.И. Нетрусова. - Москва : Академия, 2004. - 267 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-7695-1566-X : 118 р. 75 к. - (ID=16472-4)

3. Чечина, О.Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов / О.Н. Чечина. - 3-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-13660-9. - URL: <https://urait.ru/book/obschaya-biotehnologiya-494460> . - (ID=136964-0)

### **7.3 Методические материалы**

1. Современная биотехнология: основные методы и направления развития : учебное пособие / Тверской государственный технический университет ; составители: О.В. Гребенникова, А.М. Сульман, Е.В. Ожимкова, М.Г. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 160 с. - Сервер. - Текст : электронный. -

ISBN 978-5-7995-1227-9 : 0-00. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/150298> . - (ID=150298-1)

2. Современная биотехнология: основные методы и направления развития: учебное пособие / Тверской государственный технический университет; составители: О.В. Гребенникова, А.М. Сульман, Е.В. Ожимкова, М.Г. Сульман. - Тверь: ТвГТУ, 2022. - 160 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1227-9 : 1369 p. - (ID=150393-22)

3. Биотехнологические методы получения микробиологических удобрений: практикум для студентов по направлениям подготовки 19.03.01 Биотехнология (дисциплины "Современные проблемы биотехнологии", "Методологические основы исследований в биотехнологии") / составители: Е.В. Ожимкова, И.В. Ушаповский; Тверской государственный технический университет, Кафедра БХС. - Тверь: ТвГТУ, 2021. - 32 с. - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/142623> . - (ID=142623-1)

4. Биотехнологические методы получения микробиологических удобрений: Практикум для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 19.03.01 Биотехнология (дисциплины "Современные проблемы биотехнологии", "Методологические основы исследований в биотехнологии") / Тверской государственный технический ун-т, Кафедра БХС; составители Е.В. Ожимкова, И.В.Ушаповский. - Тверь: ТвГТУ, 2021. - 31 с. - Текст: непосредственный. - 136 p. - (ID=142557-45)

5. Приложение к рабочей программе дисциплины вариативной части Блока 1 «Общая биотехнология» направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология, профиль – Промышленная биотехнология. Заочная форма обучения. Семестр 8: в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ; разработ. Е.А. Прутенская. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-РП). - Сервер. - Текст: электронный. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122304> . - (ID=122304-0)

6. Учебно-методический комплекс дисциплины вариативной части Блока 1 «Общая биотехнология» направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология, Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология: ФГОС 3++ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ; сост. Е.А. Прутенская, П.Ю. Стадольникова. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122301> . - (ID=122301-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет** ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122301>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины «Общая биотехнология» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:  
для категории «знать»:



выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

#### **5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:**

- 1) Технология производства ферментных препаратов. Поверхностный способ.
- 2) Технология производства ферментных препаратов. Глубинный способ.
- 3) Технология производства ферментных препаратов. Получение кристаллических ферментных препаратов.
- 4) Технология производства ферментных препаратов. Получение препаратов с индексом Г10х
- 5) Технология производства ферментных препаратов. Получение препаратов с индексом П2х, Г2х.
- 6) Технология производства ферментных препаратов. Получение препаратов с индексом П3х, Г3х
- 7) Технология производства ферментных препаратов. Получение препаратов с индексом П10х.
- 8) Использование ферментных препаратов в пищевой промышленности.
- 9) Сравнительная характеристика (поверхностный и глубинный) способов производства амилолитических ферментных препаратов .
- 10) Технология получения очищенных ферментных препаратов на примере амилазы.
- 11) Основные пути (способы) получения аминокислот. Недостатки и преимущества.
- 12) Технология производства аминокислот. Основные продуценты лизина. Производство кормового L-лизина.
- 13) Технология производства аминокислот. Производство кристаллического лизина.
- 14) Технология производства аминокислот. Влияние различных факторов на синтез глутаминовой кислоты. Основные продуценты глутаминовой кислоты. Производство глутаминовой кислоты
- 15) .Технология производства глутамата натрия.
- 16) Технология производства аминокислот. Производство D,L – метионина.

- 17) Технология получения аминокислот с использованием иммобилизованных ферментов.
- 18) Производство этанола из мелассы. Пути интенсификации производства спирта. Основные продуценты спирта.
- 19) Производство этанола из крахмалосодержащего сырья.
- 20) Производство этанола из растительного сырья.
- 21) Получение кормового белка из одноклеточных организмов. Основы культивирования водорослей.
- 22) Основы производства антибиотиков.
- 23) Антибиотики. Основные пути синтеза антибиотиков. Производство низина.
- 24) Технология производства кормовых антибиотиков (гризин).
- 25) Технология производства органических кислот. Достоинства и недостатки производства органических кислот различными способами.
- 26) Технология производства органических кислот. Производство молочной кислоты. Основные продуценты молочной кислоты.
- 27) Технология производства органических кислот. Производство лимонной кислоты глубинным способом культивирования.
- 28) Технология производства органических кислот. Производство лимонной кислоты поверхностным способом культивирования.
- 29) Технология производства органических кислот. Характеристика пропионовокислых бактерий. Практическое применение пропионовой кислоты. Основные этапы получения пропионовой кислоты.
- 30) Биотопливо. Основные виды топлива. Технологии получения биотоплива.
- 31) Производство витаминов. Получение витамина D.
- 32) Получение органических растворителей. Получение бутанола и ацетона. Основные продуценты ацетона и бутанола. Влияние различных факторов на выход ацетона и бутанола.
- 33) Получение органических растворителей. Методы выделения бутанола и ацетона из культуральной жидкости.
- 34) Технология получения полисахаридов.
- 35) Производство кормовых дрожжей.
- 36) Биосенсоры. Классификация.
- 37) Ферментные биосенсоры. Принципы работы.
- 38) Биотехнологические методы защиты окружающей среды.
- 39) Производство витаминов. Технология получения рибофлавина.
- 40) Технология получения бактериальных удобрений (фосфоробактерин, нитрагин).
- 41) Фиторемедиация. Основные методы.
- 42) Биовыщелачивание руд.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть

пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовой работы.

1) Технология получения метионина с помощью бактериальных культур.

2) Технология получения рекомбинантных препаратов с помощью генномодифицированных клеток дрожжей.

3) Усовершенствование технологии получения яблочной кислоты.

4) Получение рекомбинантного препарата инсулина с помощью генномодифицированных клеток *E. coli*.

5) Производство аспарагина с помощью иммобилизованных клеток микроорганизмов.

6) Разработка технологии получения кормового белка с помощью микроскопических водорослей.

7) Разработка технологии переработки твердых отходов с помощью биокомпостирования.

8) Биоконверсия органических отходов с/х производства с целью получения биотоплива.

9) Производство пробиотических препаратов сельскохозяйственного назначения.

10) Очистка сточных вод, содержащих золото, с помощью иммобилизованных микробных клеток.

11) Усовершенствование технологий производства канамицина.

12) Получение антибиотических веществ с помощью *Lactococcus lactis*.

13) Биодобрения на основе клубеньковых бактерий *Rhizobium*.

14) Технология получения препаратов для стимуляции роста растений.

15) Технология получения  $\gamma$ -аминомасляной кислоты биотрансформацией L-глутаминовой кислоты

- 16) Технология получения инсектицидов на основе спорowego материалаэнтомопатогенных грибов.
- 17) Получение эфирных масел с помощью микроскопических грибов
- 18) Получение биопрепаратовдляремедиации загрязненных земель на основе микроорганизмов-нефтедеструкторов.
- 19) Получение белково-витаминных концентратов на основе метаноокисляющих бактерий.
- 20) Получение молокосвертывающих ферментных препаратов.
- 21) Технология получения щелочной рибонуклеазы с помощью бактериальной культуры

Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовая работа может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

### 3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графического материала.

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Нормативные ссылки	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы и нормативно-технических документов по теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (описание усовершенствованного и оптимизированного производства по выбранной теме)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	<b>Графический материал</b>	
	Технологическая схема производства	Выше базового – 6 Базовый – 5 Ниже базового – 0

	Общий вид аппарата	Выше базового – 4 Базовый – 2 Ниже базового – 0
	<b><i>Защита курсовой работы:</i></b>	
	Презентация по теме курсовой работы	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Устный доклад	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Ответы на вопросы по теме курсовой работы	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 40 до 33;  
«хорошо» – при сумме баллов от 32 до 23;  
«удовлетворительно» – при сумме баллов от 22 до 15;  
«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее, а также при любой другой сумме, если по графическим материалам, разделам «Общая часть» и «Специальная часть» работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы, и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по

дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология  
Профиль – Промышленная биотехнология  
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»  
Дисциплина «Общая биотехнология»  
Семестр 7

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:  
Технология производства кормовых антибиотиков (гризин).
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Проведите сравнительную характеристику способов производства ферментных препаратов (поверхностный и глубинный).
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Составьте блок-схему производства технического лизина с указанием основных условий проведения процессов.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

П.Ю. Стадольникова

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман