

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**

элективной дисциплины, части формируемой участниками образовательных  
отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ»**

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.

Разработчик программы:  
профессор кафедры БХС

А.И. Сидоров

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 «Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ» является изучение основ технологии химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ.

**Задачами дисциплины** являются:

- формирование знаний об основных типах природных и синтетических биологически активных веществ (БАВ), критериях, оценивающих их активность; теоретических основах биосинтеза синтеза биологически активных веществ.

- формирование способности осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции; расчета основных технологических показателей биосинтеза БАВ;

- формирование навыков владения технологическими приемами синтеза биологически активных веществ; современной аппаратурой, навыками ведения химического и физико-химического эксперимента.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам, части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Общая химическая технология», «Органическая химия», «Химия биологически активных веществ», «Процессы и аппараты биотехнологии», «Основы биотехнологии».

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:**

З1.1. Теоретические основы химического и биохимического синтеза биологически активных веществ.

**Уметь:**

У1.1. Проводить анализ информации в области синтеза биологически активных веществ.

**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-2.1.** *Определяет совокупность задач в рамках поставленной цели проекта.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

32.1. Основные источники биологически активных веществ.

**Уметь:**

У2.1. Выбирать наиболее подходящий способ синтеза биологически активных веществ.

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

**ПК-3.** Способен подготовить оборудование, биологические объекты и материалы, питательные среды для осуществления биотехнологического процесса по получению БАВ.

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

**ИПК-3.1.** *Демонстрирует знания в сфере ферментов, продуцентов, технологии получения биологически активных веществ, основ генной, клеточной и эмбриональной инженерии.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

33.1. Основы технологии получения биологически активных веществ с помощью ферментов, продуцентов генной, клеточной и эмбриональной инженерии.

**Уметь:**

У3.1. Проектировать технологические схемы синтеза биологически активных веществ с помощью ферментов, продуцентов генной, клеточной и эмбриональной инженерии.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП3.1. Расчета и подбора основного технологического оборудования для синтеза биологически активных веществ.

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

**ПК-4.** Способен осуществлять биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных.

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

**ИПК-4.1.** *Демонстрирует знания в сфере получения готовых форм биопрепаратов, предназначенных для использования в различных отраслях.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

34.1. Теоретические основы получения готовых форм ферментных препаратов и лекарственных средств.

**Уметь:**

У4.1. Обоснованно выбирать готовые решения и разрабатывать новые способы получения готовых форм ферментных препаратов и лекарственных средств.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП4.1. Оценки эффективности способов получения готовых форм ферментных препаратов и лекарственных средств.

### 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>	5	180
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		120
В том числе:		
Лекции		60
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		24+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		14
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		4
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		6+36(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		74
Курсовая работа		14
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	5	180
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		20
В том числе:		
Лекции		10
Практические занятия (ПЗ)		10
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		151+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		50 20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		31+9(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		60
Курсовая работа		50
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		10
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

## 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	Введение. Цель и задачи дисциплины	10	4	-	-	2+4(экз)
2	Классификация, структура и функции биологически активных веществ (БАВ)	14	8	-	-	2+4(экз)
3	Теоретические основы биосинтеза и синтеза биологически активных веществ	59	16	25	-	8+10(экз)
4	Теоретические основы оснащения биопроизводств	47	16	15	-	6+10(экз)
5	Расчет основных технологических показателей биосинтеза БАВ	50	16	20	-	6+8(экз)
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>180</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	-	<b>24+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	Введение. Цель и задачи дисциплины	9	-	-	-	8+1(экз)
2	Классификация, структура и функции биологически активных веществ (БАВ)	18	1	-	-	16+1(экз)
3	Теоретические основы биосинтеза и синтеза биологически активных веществ	55	4	4	-	44+3(экз)
4	Теоретические основы оснащения биопроизводств	51	3	3	-	43+2(экз)
5	Расчет основных технологических показателей биосинтеза БАВ	47	2	3	-	40+2(экз)
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>180</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>151+9(экз)</b>

### 5.2. Содержание дисциплины

#### **МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ»**

Введение. Предмет изучения. Цели и задачи.

#### **МОДУЛЬ 2 «КЛАССИФИКАЦИЯ, СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (БАВ)»**

Биологически активное вещество. Понятие. Критерий биологической активности.

Типы природных и синтетических биологически активных веществ (БАВ), особенности технологии синтеза и биосинтеза лекарственных препаратов и их предшественников.

Основные технологические приемы и схемы синтеза БАВ и их предшественников, механизм протекания химических реакций образования этих веществ.

Общие закономерности синтеза. Источники сырья для синтеза и биосинтеза. Разработка химической схемы синтеза. Выбор метода проведения химических реакций. Выбор метода очистки целевого продукта. Идентификация целевого продукта.

Технология синтеза БАВ алифатического ряда. Синтез галогенпроизводных углеводородов. Хлорирование метана. Хлорирование кислородсодержащих соединений. Синтез хлороформа. Синтез хлоральгидрата. Синтез бромурала. Хлорирование углеводородов методом присоединения.

Технология синтеза кислородсодержащих БАВ. Окисление парафиновых углеводородов. Окисление метана. Синтез альдегидов (формальдегида) методом окислительного дегидрирования спиртов (метилового). Синтез этилового спирта методом прямой гидратации этилена. Синтез этилового эфира. Синтез уксусной кислоты. Технология синтеза БАВ с использованием предшественников. Синтез тиофоса. Синтез метилмеркаптана. Синтез уротропина.

### **МОДУЛЬ 3 «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОСИНТЕЗА СИНТЕЗА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Классификация методов биосинтеза БАВ, принципы и основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ, классификация методов биосинтеза БАВ.

Технологические особенности биосинтеза БАВ. Принципы микробиологического синтеза БАВ. Основные технологические показатели биосинтеза БАВ. Основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ. Предферментация. Технология подготовки питательных сред. Технология подготовки посевного материала. Ферментация. Технология выделения и очистки конечных продуктов

### **МОДУЛЬ 4 «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОСНАЩЕНИЯ БИОПРОИЗВОДСТВ»**

Принципы технического оснащения. Аппаратурное оформление микробиологических производств. Управление технологическими процессами биосинтеза БАВ. Отходы биотехнологических производств и их обезвреживание.

### **МОДУЛЬ 5 «РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОСИНТЕЗА БАВ»**

Расчет основных технологических показателей биосинтеза биологически активных веществ.

#### **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 3.</b> <b>Цель:</b> изучение теоретических основ и технологических особенностей синтеза БАВ	1. Разработка химической схемы синтеза. 2. Технологические приемы синтеза БАВ	25
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> изучение принципов технического оснащения биопроизводств	1. Методы очистки целевого продукта и идентификация целевого продукта. 2. Отходы биотехнологических производств и их обезвреживание	15
<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета основных технологических показателей	1. Моделирование механизма протекания химических реакций. 2. Тонкий органический синтез.	20

## 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 3.</b> <b>Цель:</b> изучение теоретических основ и технологических особенностей синтеза БАВ	3. Разработка химической схемы синтеза. 4. Технологические приемы синтеза БАВ	4
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> изучение принципов технического оснащения биопроизводств	3. Методы очистки целевого продукта и идентификация целевого продукта. 4. Отходы биотехнологических производств и их обезвреживание	3
<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета основных технологических показателей	3. Моделирование механизма протекания химических реакций. 4. Тонкий органический синтез.	3

### 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. Быков, В.А. Биотехнология : учеб. пособие для вузов : в 8 кн. Кн. 6 : Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков, И.А. Крылов, М.Н. Манаков; под ред.: Н.С. Егорова,

В.Д. Самуилова. - М. : Высшая школа, 1987. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/83262> . - (ID=83262-1)

2. Иванова, Л.А. Пищевая биотехнология : учеб. пособие для вузов по спец. "Пищевая биотехнология". Кн. 2 : Переработка растительного сырья / Л.А. Иванова, Л.И. Войно, И.С. Иванова. - М. : КолосС, 2008. - 472 с. - (Учебная литература для студентов вузов). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9532-0489-7 : 358 p. - (ID=83460-6)

3. Иозеп, А.А. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ : учебное пособие / А.А. Иозеп и др. - 3-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 12.09.2022. - ISBN 978-5-8114-2037-7. - <https://e.lanbook.com/book/130488> . - (ID=134195-0)

4. Краснюк, И.И. Фармацевтическая технология: Технология лекарственных форм : учебник для студентов вузов по спец. 040500 "Фармация" / под ред.: И.И. Краснюка, Г.В. Михайловой. - 2-е изд. ; стер. - Москва : Академия, 2006. - 590 с. - (Высшее профессиональное образование. Медицина). - Библиогр. : с. 586 - 586. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-3228-9 - (ID=22578-12)

## 7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Теоретические основы биотехнологии и производства биологически активных веществ - стимуляторов роста растений : учеб. пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: Е.В. Ожимкова, И.В. Ущаповский, А.А. Степачева, Э.М. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - 95 с. : ил. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0992-7 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/132733> . - (ID=132733-1)

2. Теоретические основы биотехнологии и производства биологически активных веществ - стимуляторов роста растений : учебное пособие / Е.В. Ожимкова [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - 95 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0992-7 : [б.ц.]. - (ID=132527-75)

3. Громова, Н.Ю. Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Н.Ю. Громова, Ю.Ю. Косивцов, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - 82 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 81 - 83. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0345-7 : 54 p. 64 к. - (ID=61003-120)

4. Громова, Н.Ю. Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Н.Ю. Громова, Ю.Ю. Косивцов, Э.М. Сульман. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - (ID=61195-1)

5. 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)

6. Современная биотехнология: основные методы и направления развития : учебное пособие / Тверской государственной технической 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)

7. Ожимкова, Е.В. Биотехнологические аспекты получения биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Е.В. Ожимкова, Е.А. Прутенская, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0797-8 : 0-00. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/110789> . - (ID=110789-1)

8. Ожимкова, Е.В. Биотехнологические аспекты получения биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Е.В. Ожимкова, Е.А. Прутенская, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - 151 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0797-8 : [б. ц.]. - (ID=110729-73)

9. Самсонова, Т.И. Методы тонкого органического синтеза в технологии биологически активных веществ : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1 / Т.И. Самсонова, Э.М. Сульман, Е.В. Ожимкова; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2007. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 127. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 5-7995-0386-4 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/65638> . - (ID=65638-1)

10. Самсонова, Т.И. Методы тонкого органического синтеза в технологии биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1 / Т.И. Самсонова, Э.М. Сульман, Е.В. Ожимкова; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2007. - 127 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 127. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0386-4 : [б. ц.]. - (ID=65200-77)

11. Самсонова, Т.И. Методы тонкого органического синтеза в технологии биологически активных веществ : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 2 / Т.И. Самсонова, Л.Ж. Никошвили, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - 127 с. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0603-2 : 82 p. 80 к. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/89363> . - (ID=89363-76)

12. Химические реакторы : учебное пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; составители: В.Ю. Долуда, А.В. Быков, М.Е. Григорьев, Л.Ж. Никошвили, Э.М. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 159 с. : ил. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1061-9 : 0-00. - URL:  
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/135454> . - (ID=135454-1)

13. Химические реакторы : учебное пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; составители: В.Ю. Долуда, А.В. Быков, М.Е. Григорьев, Л.Ж. Никошвили, Э.М.

Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 159 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1061-9 : 402 p. - (ID=135604-72)

14. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ : учебное пособие / А.А. Иозеп [и др.]. - 3-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 12.09.2022. - ISBN 978-5-8114-2037-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/130488> . - (ID=134195-0)

15. Кузнецова, И.М. Общая химическая технология: материальный баланс химико-технологического процесса : учебное пособие для вузов по напр. "Хим. технология и биотехнология" и хим.-технол. напр. подготовки дипломир. спец. : в составе учебно-методического комплекса / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампиди, Н.Н. Батыршин. - М. : Логос, 2007. - 263 с. - (Новая студенческая библиотека) (УМК-У). - Библиогр. : с. 263. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-98704-175-9 : 121 p. - (ID=63532-19)

16. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов хим-технол. спец. вузов : в 2 ч. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. - 2-е изд. - Москва : Химия, 1995. - 400 с. : ил. - ISBN 5-7245-1006-5 : 9 p. 40 к. - (ID=6378-35)

17. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов хим.-технол. спец. вузов : в 2 кн. : в 2 ч. Ч. 2 : Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. - 2-е изд. - Москва : Химия, 1995. - 368 с. : ил. - (Для высшей школы). - ISBN 5-7245-1007-3 : 9 p. 40 к. - (ID=6395-39)

### 7.3. Методические материалы

1. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по дисциплине по выбору студента "Технология синтеза и биосинтеза БАВ" для студентов специальности 240901 – Биотехнология, направления 240100.62 – Химическая технология и биотехнология : примерная тематика : в составе учебно-методического комплекса / сост. Ю.Ю. Косивцов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ. - Тверь : ТвГТУ , 2012. - (УМК-КП). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94874> . - (ID=94874-1)

2. Контрольные вопросы для самостоятельной проверки по дисциплине по выбору студента "Технология синтеза и биосинтеза БАВ" для студентов специальности 240901 – Биотехнология, направления 240100.62 – Химическая технология и биотехнология : тесты : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. Ю.Ю. Косивцов. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-Т). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94875> . - (ID=94875-1)

3. Учебно-методический комплекс дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 "Технология синтеза и биосинтеза биологически активных

веществ" направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология, Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология : ФГОС 3++ / Тверской государственной технической университет, Кафедра БТиХ ; составитель А.И. Сидоров. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122380> . - (ID=122380-1)

4. Приложение к рабочей программе дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 «Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ» 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. А.И. Сидоров. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122383> . - (ID=122383-0)

5. Прутенская, Е.А. Биологические агенты в биотехнологии, их свойства, практическое применение : методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу "Продуценты биологически активных веществ" по специальности 19.03.01 Биотехнология, профиль подготовки "Промышленная биотехнология" / Е.А. Прутенская, В.А. Базулева; Тверской государственной технической университет, Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/142750> . - (ID=142750-1)

6. Прутенская, Е.А. Биологические агенты в биотехнологии, их свойства, практическое применение : методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу "Продуценты биологически активных веществ" для студентов, обучающихся по специальности 19.03.01 Биотехнология, профиль подготовки "Промышленная биотехнология" / Е.А. Прутенская, В.А. Базулева; Тверской государственной технической университет, Кафедра БХС. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 36 с. - Текст : непосредственный. - 153 р. - (ID=142542-45)

7. Биологически активные вещества : метод. указ. к лаб. занятиям по курсу "Химия биол. активных веществ" для студентов спец. 240901 "Биотехнология" / сост.: О.В. Манаенков, О.В. Кислица, Е.В. Ожимкова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ. - Тверь : ТвГТУ, 2007. - Дискета. - Сервер. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/67099> . - (ID=67099-1)

#### **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/122380>

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

При изучении дисциплины «Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ» 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, имеющей 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) Биологически активные вещества. Классификация.
- 2) Биологически активное вещество. Понятие. Критерий биологической активности.
- 3) Типы природных и синтетических биологически активных веществ (БАВ).
- 4) Классификация методов биосинтеза БАВ.
- 5) Основные технологические приемы и схемы синтеза БАВ и их предшественников.
- 6) Механизмы протекания химических реакций образования БАВ.
- 7) Источники сырья для синтеза и биосинтеза БАВ.
- 8) Технология синтеза БАВ алифатического ряда.
- 9) Синтез галогенпроизводных углеводов. Хлорирование метана.
- 10) Синтез галогенпроизводных углеводов. Хлорирование кислородсодержащих соединений.
- 11) Технология синтеза кислородсодержащих БАВ. Окисление парафиновых углеводов.
- 12) Синтез альдегидов (формальдегида) методом окислительного дегидрирования спиртов (метилового).
- 13) Технология синтеза БАВ с использованием предшественников.
- 14) Расчет основных технологических показателей биосинтеза биологически активных веществ.
- 15) Управление технологическими процессами биосинтеза БАВ.
- 16) Основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ. Предферментация.
- 17) Основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ. Технология подготовки питательных сред.
- 18) Основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ. Технология подготовки посевного материала.
- 19) Основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ. Ферментация.
- 20) Особенности технологии синтеза и биосинтеза лекарственных препаратов.

- 21) Технологические особенности биосинтеза БАВ.
- 22) Принципы разработки химической схемы синтеза.
- 23) Принципы выбора метода очистки целевого продукта.
- 24) Принципы выбора метода проведения химических реакций.
- 25) Принципы моделирования механизма протекания химических реакций.
- 26) Принципы составления технологического регламента.
- 27) Принципы составления технологических схем производства.
- 28) Принципы и основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ.
- 29) Принципы технического оснащения микробиологических производств.
- 30) Принципы аппаратного оснащения микробиологических производств.
- 31) Принципы микробиологического синтеза БАВ.
- 32) Основные технологические стадии микробиосинтеза БАВ.
- 33) Основные технологические показатели биосинтеза БАВ.
- 34) Технология выделения и очистки конечных продуктов.
- 35) Отходы биотехнологических производств и их обезвреживание.
- 36) Принципы обезвреживания отходов биотехнологических производств.
- 37) Аппараты производства этилового спирта прямой гидратацией этилена
- 38) Аппараты производства хлороформа.
- 39) Аппараты производства хлоральгидрата.
- 40) Аппараты производства бромурала.
- 41) Аппараты производства формальдегида методом окислительного дегидрирования метанола.
- 42) Аппараты производства уксусной кислоты.
- 43) Аппараты производства тиофоса.
- 44) Аппараты производства метилмеркаптана.
- 45) Аппараты производства уротропина.

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) Производство бензилпеницилина.  
2) Производство стрептоцида из фенилуретана.  
3) Получение синтетической аскорбиновой кислоты из L-сорбозы.  
4) Производство витамина В2. Стадия конденсации 3,4-ксилил-6-фенилазо-1-рибамина с барбитуровой кислотой.

5) Производство витамина Д3. Стадия получения бензоат холестерина.

6) Производство никотиновой кислоты. Стадия – окислительный аммонолиз.

7) Производство липоевой кислоты. Стадия – получение хлорангидридноэтилового эфира адипиновой кислоты.

8) Производство фолиевой кислоты. Стадия конденсации трех компонентов: p-аминобензоилглутаминовая кислота + 2,3-дибромпропионовый альдегид + 2,4,5-триамино-6-оксипиримидин-сульфат

9) Получение технологических ферментных препаратов методом поверхностного культивирования.

10) Технология производства лимонной кислоты методом поверхностного культивирования.

11) Технология ферментативного производства фруктозной патоки.

12) Биосинтез БАВ из хлореллы.

13) Технология стадии подготовки гидролизата для культивирования микроорганизмов.

14) Технология гидролиза растительного сырья (JjD). Технология синтеза пенициллина.

15) Производство искусственных подсластителей и заменителей сахара.

16) Технология получения иммобилизованных ферментов.

17) Технология сапонинов (на примере производства полиспонина, сапарала, глицирама или др. сапонинсодержащих препаратов).

18) Производство антрагликозидов (на примере рамнилы, кофранала, антрасеннина или др.).

19) Фитогормоны. Технология производства (на примере производства фитостероидов, ауксинов, гибберилинов, брасинов или др. фитогормонов).

20) Производство препаратов группы адонизида (на примере, адонита, абицина, лантозида, строфантина-К или др.).

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
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (описание основных процессов и стадий производства, расчет технологических параметров)	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
	Приложения (при необходимости)	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 20 до 22;

«хорошо» – при сумме баллов от 15 до 19;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 11 до 14;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 11, а также при любой другой сумме, если по 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.

## Приложение

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 «Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ»  
Семестр 7

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:  
Типы природных и синтетических биологически активных веществ (БАВ).

2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
По каким технологическим показателям осуществляют контроль биосинтеза БАВ?

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Рассчитайте основные технологические показатели процесса ферментации по следующим данным:

Объем ферментатора (геом.), м <sup>3</sup>	Объем ферментатора (рабочий), м <sup>3</sup> (V <sub>f</sub> )	Время цикла работы ферментатора, ч (t)	Концентрация биомассы, г/л (X)	Концентрация продукта в культуральной жидкости, г/л (C)	Скорость слива культуральной жидкости, м <sup>3</sup> /ч (W <sub>cf</sub> )
10	8	24	3,5	1,4	0,15

#### 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: проф. кафедры БХС

А.И. Сидоров

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман