

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 витаминов и коферментов»

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:
доцент кафедры БХС

О.В. Манаенков

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 витаминов и коферментов» является изучение основ технологии химического и биотехнологического синтеза витаминов и коферментов.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний об основных типах природных и синтетических витаминов и коферментов, технологических приемах и схемах синтеза витаминов и коферментов, механизмах протекания химических реакций образования этих веществ;

- формирование способности выбирать рациональную схему производства витамина, оценивать технологическую эффективность производства; выбирать основное и вспомогательное производственное оборудование, производить его расчет;

- формирование навыков владения методами расчета основных параметров технологических процессов и оборудования; методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

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», «Кинетика ферментативного катализа», «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:

31.1. Основные типы природных и синтетических витаминов и коферментов, механизм протекания химических реакций образования этих веществ.

Уметь:

У1.1. Выбирать рациональную схему производства витамина, оценивать технологическую эффективность производства.

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. Технологические приемы и схемы синтеза витаминов и коферментов.

Уметь:

У2.1. Выбирать основное и вспомогательное производственное оборудование, производить его расчет.

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. Характеристики основных продуцентов витаминов.

Уметь:

У3.1. Подобрать оптимальный состав питательных сред и условия для культивирования микроорганизмов-продуцентов витаминов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП3.1. Расчёт основных параметров технологических процессов и оборудования.

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 ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

34.1. Характеристики ферментных препаратов и области их применения.

Уметь:

У4.1. Определять активность ферментных препаратов.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП4.1. Определения активности ферментных препаратов, их нормализации.

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
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
Аудиторные занятия (всего)		120
В том числе:		
Лекции		60
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		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)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		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
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
Аудиторные занятия (всего)		20
В том числе:		
Лекции		10
Практические занятия (ПЗ)		10
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		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)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		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	Общая характеристика химической технологии лекарственных веществ.	7	4	-	-	1+2 (экз)
2	Основные принципы правильного построения технологии производства.	7	4	-	-	1+2 (экз)
3	Технология производства синтетического витамина А.	15	4	6	-	2+3 (экз)
4	Технология производства синтетического β – каротина.	15	4	6	-	2+3 (экз)
5	Технология производства витаминов группы В (В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₁₅).	23	12	6	-	2+3 (экз)
6	Технология производства фолиевой кислоты.	13	4	4	-	2+3 (экз)
7	Технология производства липоевой кислоты.	13	4	4	-	2+3 (экз)
8	Технология производства аскорбиновой кислоты (витамина С).	15	4	6	-	2+3 (экз)
9	Технология производства витаминов D ₂ и D ₃ .	15	4	6	-	2+3 (экз)
10	Технология производства витамина Е.	15	4	6	-	2+3 (экз)

11	Технология производства витамина К.	15	4	6	-	2+3 (экз)
12	Общие подходы производства витаминных препаратов из природного сырья.	12	4	4	-	2+2 (экз)
13	Производство синтетической никотиновой кислоты.	15	4	6	-	2+3 (экз)
Всего на дисциплину		180	60	60	-	24+36(экз)

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	Общая характеристика химической технологии лекарственных веществ.	12	1	-	-	10+1(экз)
2	Основные принципы правильного построения технологии производства.	12	1	-	-	10+1(экз)
3	Технология производства синтетического витамина А.	15	1	1	-	12+1(экз)
4	Технология производства синтетического β – каротина.	13	-	1	-	12+0(экз)
5	Технология производства витаминов группы В (В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₁₅).	15	1	1	-	12+1(экз)
6	Технология производства фолиевой кислоты.	15	1	1	-	12+1(экз)
7	Технология производства липоевой кислоты.	14	-	1	-	12+1(экз)
8	Технология производства аскорбиновой кислоты (витамина С).	15	1	1	-	12+1(экз)
9	Технология производства витаминов D ₂ и D ₃ .	15	1	1	-	12+1(экз)
10	Технология производства витамина Е.	14	1	1	-	12+0(экз)
11	Технология производства витамина К.	14	-	1	-	12+1(экз)
12	Общие подходы производства витаминных препаратов из природного сырья.	12	1	-	-	11+0(экз)
13	Производство синтетической никотиновой кислоты.	14	1	1	-	12+0(экз)
Всего на дисциплину		180	10	10	-	151+9(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ»

Общая характеристика технологии лекарственных веществ. Требования к специалисту в химико-фармацевтической промышленности. Физико-химические особенности процессов, оптимальные условия их проведения. Механизмы реакций. Глубина превращения, селективность.

МОДУЛЬ 2 «ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРАВИЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА (БАВ)»

Основные принципы правильного построения технологии производства. Чистота технических полупродуктов и продуктов. Адсорбционный и кристаллизационный процессы очистки. Оптическая плотность продукта. Выбор рационального метода синтеза. Использование недефицитного сырья. Регенерация органических растворителей.

МОДУЛЬ 3 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО ВИТАМИНА А»

Технология производства синтетического витамина А. Терпеноиды. Строение витамина А. Природные источники. Химические методы синтеза витамина А. Технологическая схема производства.

МОДУЛЬ 4 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО В – КАРОТИНА»

Технология производства синтетического β – каротина. Физико-химические свойства, строение β – каротина. Однокомпонентный метод синтеза. Технологическая схема производства.

МОДУЛЬ 5 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИТАМИНОВ ГРУППЫ В (В₁, В₂, В₃, В₁₅)»

Технология производства витаминов группы В (В₁, В₂, В₃, В₁₅). Строение и физико-химические свойства витаминов группы В: тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, пангамовая кислота. Природные источники. Химические методы синтеза витаминов. Технологические схемы производства.

МОДУЛЬ 6 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФОЛИЕВОЙ КИСЛОТЫ»

Технология производства фолиевой кислоты. Физико-химические свойства фолиевой кислоты. Методы синтеза фолиевой кислоты и выбор рационального метода для производства. Технологическая схема производства синтетической фолиевой кислоты.

МОДУЛЬ 7 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИПОЕВОЙ КИСЛОТЫ»

Технология производства липоевой кислоты. Физико-химические свойства липоевой кислоты. Методы синтеза липоевой кислоты и выбор рационального

метода для производства. Технологическая схема производства синтетической липоевой кислоты. Производные липоевой кислоты.

МОДУЛЬ 8 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ (ВИТАМИНА С)»

Технология производства аскорбиновой кислоты (витамина С). Физико-химические свойства аскорбиновой кислоты. Природные источники. Методы синтеза аскорбиновой кислоты и выбор рационального метода для производства. Технологическая схема производства.

МОДУЛЬ 9 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИТАМИНОВ D₂ И D₃»

Технология производства витаминов D₂ и D₃. Физико-химические свойства витаминов D₂ и D₃, стероидные соединения. Методы синтеза эргокальциферола (D₂) и холекальциферола (D₃). Технологические схемы производства витаминов группы D.

МОДУЛЬ 10 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИТАМИНА Е»

Технология производства витамина Е. Токоферолы. Строение, свойства. Природные источники. Физиологическая активность. Химический метод синтеза витамина Е. Технологическая схема производства.

МОДУЛЬ 11 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИТАМИНА К»

Технология производства витамина К. Заменители плазмы крови. Витамин К и вещества, влияющие на свертываемость крови. Методы синтеза витамина К и выбор рационального метода для производства. Технологическая схема производства.

МОДУЛЬ 12 «ОБЩИЕ ПОДХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВИТАМИННЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ»

Общие подходы производства витаминных препаратов из природного сырья. Природные источники сырья. Методы выделения витаминов из природных источников. Технологические схемы производства витаминных препаратов.

МОДУЛЬ 13 «ПРОИЗВОДСТВО СИНТЕТИЧЕСКОЙ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ»

Производство синтетической никотиновой кислоты. Методы синтеза, выбор рационального метода для производства.

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
Модуль 3. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина А	Изучение технологической схемы производства синтетического витамина А.	6
Модуль 4. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза β – каротина	Изучение технологической схемы производства синтетического β–каротина.	6
Модуль 5. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витаминов группы В	Изучение технологической схемы производства витаминов В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₁₅ .	6
Модуль 6. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза фолиевой кислоты	Изучение технологической схемы производства синтетической фолиевой кислоты.	4
Модуль 7. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза липоевой кислоты	Изучение технологической схемы производства синтетической липоевой кислоты.	4
Модуль 8. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина С	Изучение технологической схемы производства аскорбиновой кислоты.	6
Модуль 9. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витаминов группы D	Изучение технологической схемы производства витаминов D ₂ и D ₃ .	6
Модуль 10. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина Е	Изучение технологической схемы производства синтетического витамина Е.	6
Модуль 11. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина К	Изучение технологической схемы производства синтетического витамина К.	6
Модуль 12. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей получения β – каротина	Изучение технологической схемы производства β – каротина	4
Модуль 13. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза никотиновой кислоты	Изучение технологической схемы производства никотиновой кислоты	6

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
Модуль 3. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина А	Изучение технологической схемы производства синтетического витамина А.	1
Модуль 4. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза β – каротина	Изучение технологической схемы производства синтетического β –каротина.	1
Модуль 5. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витаминов группы В	Изучение технологической схемы производства витаминов В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₁₅ .	1
Модуль 6. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза фолиевой кислоты	Изучение технологической схемы производства синтетической фолиевой кислоты.	1
Модуль 7. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза липоевой кислоты	Изучение технологической схемы производства синтетической липоевой кислоты.	1
Модуль 8. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина С	Изучение технологической схемы производства аскорбиновой кислоты.	1
Модуль 9. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витаминов группы D	Изучение технологической схемы производства витаминов D ₂ и D ₃ .	1
Модуль 10. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина Е	Изучение технологической схемы производства синтетического витамина Е.	1
Модуль 11. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза витамина К	Изучение технологической схемы производства синтетического витамина К.	1
Модуль 13. Цель: изучение теоретических и технологических особенностей синтеза никотиновой кислоты	Изучение технологической схемы производства никотиновой кислоты	1

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. Новокшанова, А.Л. Пищевая химия : учебник для вузов / А.Л. Новокшанова. - Москва : Юрайт, 2022. - 307 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-15351-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/497660> . - (ID=148765-0)

2. 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)

3. Химическая технология фармацевтических субстанций : учебное пособие / А.А. Иозеп [и др.]. - 3-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 08.08.2022. - ISBN 978-5-8114-9937-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/201629> . - (ID=134196-0)

4. 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)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Коваленко, Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учеб. пособие для вузов по специальности "Химическая технология синтетических биологически активных веществ" / Л.В. Коваленко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 228, [1] с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0097-6 : 246 р. 40 к. - (ID=83546-6)

2. Рогов, И.А. Химия пищи : учебник для вузов по напр. 249000 "Биотехнология", спец. 240902 "Пищевая биотехнология" : в составе учебно-методического комплекса / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. - М. : КолосС, 2007. - 853 с. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр. : с. 839 - 840. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9532-0408-8 : 891 р. - (ID=76977-4)

3. 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)

4. 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)

5. 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 р. 80 к. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/89363> . - (ID=89363-76)

6. Методы анализа биологически активных веществ : конспект лекций / Восточно-Сибирский гос. технол. ун-т, Каф. Неорганическая и аналитическая химия ; сост.: Т.П. Анцупова, Г.Б. Ендонова. - Улан-Удэ : Восточно-Сибирский гос. технол. ун-т, 2007. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL:

<https://zzapomni.com/ancupova-metody-analiza-biologiches-2007-4141/1> . - (ID=76652-0)

7. 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)

8. 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 р. 64 к. - (ID=61003-120)

9. Нечаев, А.П. Пищевая химия : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова; под ред. А.П. Нечаева. - СПб. : ГИОРД, 2001. - 586 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 566 - 574. - ISBN 5-901065-16-6 : 252 р. - (ID=10642-14)

10. 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)

11. 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)

12. 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)

13. 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)

7.3. Методические материалы

1. Манаенков, О.В. Технология синтеза витаминов и коферментов : раздаточный графико-иллюстрационный материал по дисциплине "Технология синтеза витаминов и коферментов" по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология / О.В. Манаенков, О.В. Кислица; Тверской государственный технический университет, Кафедра БТиХ. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 39 с. - Текст : непосредственный. - 155 р. - (ID=134494-45)

2. Манаенков, О.В. Технология синтеза витаминов и коферментов : раздаточный графико-иллюстрационный материал по дисциплине "Технология синтеза витаминов и коферментов" по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология / О.В. Манаенков, О.В. Кислица; Тверской государственный технический университет, Кафедра БТиХ. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/134233> . - (ID=134233-1)

3. Биологически активные вещества растительного и животного происхождения : метод. указ. по курсу "Биологически активные вещества растительного и животного происхождения" для студентов спец. 020101 "Химия" / сост.: С.В. Карцова, 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/65288> . - (ID=65288-1)

4. Приложение к рабочей программе дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 «Технология синтеза витаминов и коферментов» 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. О.В. Манаенков. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122379> . - (ID=122379-0)

5. Учебно-методический комплекс дисциплины по выбору вариативной части Блока 1 "Технология синтеза витаминов и коферментов" направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология, Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология : ФГОС 3++ / Тверской государственный технический университет, Кафедра БТиХ ; составил О.В. Манаенков. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122376> . - (ID=122376-1)

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 p. - (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/122376>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Технология синтеза витаминов и коферментов» 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) Физико-химические особенности процессов и условия их проведения. Селективность, глубина превращения, механизмы реакций.

2) Опишите принципы правильного построения технологии производства. Укажите основные показатели эффективности производства.

3) Опишите физико-химические свойства витамина В3. Методы синтеза пантотеновой кислоты. Выберите рациональный метод производства витамина В3.

4) Общая характеристика технологии лекарственных веществ.

5) Опишите принципы выбора рационального метода синтеза.

6) Опишите физико-химические свойства витамина А. Методы синтеза. Выберите рациональный метод производства витамина А.

7) Требования к специалисту химико-фармацевтической промышленности.

8) Опишите принципы регенерации органических растворителей.

9) Физико-химические свойства витамина В1. Выберите рациональный метод производства витамина В1.

10) Качество целевого продукта, низкая себестоимость, высокая производительность труда.

11) Опишите принципы использования недефицитного сырья.

12) Опишите технологию производства синтетического витамина А из β -иона.

13) Чистота технических полупродуктов и продуктов.

14) Опишите принципы сохранения качества витаминных продуктов при длительном хранении.

15) Опишите технологию производства синтетического β -каротина.

16) Опишите принципы составления технологического регламента.

17) Опишите технологию производства синтетического β -каротина однокомпонентным методом Ингоффера.

18) Лекарственные соединения алициклического ряда. Терпеноиды.

19) Опишите принципы составления технологических схем производства препаратов.

20) Опишите физико-химические свойства витамина В2. Выберите рациональный метод производства витамина В2.

21) Химические методы синтеза витамина А.

22) Опишите общие подходы производства витаминных препаратов из природного сырья.

23) Опишите физико-химические свойства витамина В15. Методы синтеза. Выберите рациональный метод производства витамина В15.

- 24) Физико-химические свойства, строение β – каротина.
- 25) Опишите химические методы синтеза витаминов.
- 26) Опишите физико-химические свойства фолиевой кислоты. Выберите рациональный метод производства фолиевой кислоты.
- 27) Строение и физико-химические свойства витаминов группы В: тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, пангамовая кислота.
- 28) Опишите методы выделения витаминов из природных источников.
- 29) Опишите технологическую схему производства синтетической фолиевой кислоты.
- 30) Физико-химические свойства фолиевой кислоты. Методы синтеза фолиевой кислоты.
- 31) Опишите принципы правильного построения технологии производства. Укажите основные показатели эффективности производства.
- 32) Опишите технологию производства липоевой кислоты.
- 33) Физико-химические свойства липоевой кислоты. Методы синтеза липоевой кислоты. Производные липоевой кислоты.
- 34) Опишите принципы выбора рационального метода производства.
- 35) Опишите технологическую схему производства витамина С.
- 36) Физико-химические свойства аскорбиновой кислоты. Природные источники. Методы синтеза аскорбиновой кислоты.
- 37) Опишите общие подходы производства витаминных препаратов из природного сырья.
- 38) Опишите технологическую схему производства синтетической липоевой кислоты.
- 39) Токоферолы. Строение, свойства. Природные источники. Физиологическая активность.
- 40) Опишите методы выделения витаминов из природных источников.
- 41) Опишите методы синтеза аскорбиновой кислоты и выбор рационального метода для производства.
- 42) Технология производства витамина К. Заменители плазмы крови. Витамин К и вещества, влияющие на свертываемость крови.
- 43) Опишите технологическую схему производства витамина D2.
- 44) Опишите технологию производства витамина D3.
- 45) Физико-химические свойства витаминов D2 и D3, стероидные соединения.
- 46) Методы синтеза эргокальциферола (D2) и холекальциферола (D3).
- 47) Опишите технологию производства витамина Е.
- 48) Токоферолы. Строение, свойства. Химический метод синтеза витамина Е.
- 49) Дайте общую характеристику технологии лекарственных веществ.
- 50) Опишите методы синтеза, выбор рационального метода для производства никотиновой кислоты.
- 51) Производство синтетической никотиновой кислоты.
- 52) Опишите технологию производства витамина К.

53) Физиологическое действие тиамина, суточная потребность в витамине человека.

54) Физико-химические свойства тиамина. Методы синтеза тиамина.

55) Опишите общие подходы производства витаминных препаратов из природного сырья.

56) Опишите технологию синтеза липоевой кислоты по методу Шмидта и Графена.

57) Порядок расчёта материального баланса химического производства.

58) Роль витаминов в производстве продуктов питания и кормов для животных.

59) Опишите технологию синтеза липоевой кислоты по методу Аскера.

60) Производные витамина К3. Викасол.

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) Получение синтетической аскорбиновой кислоты (витамина С) из L-сорбозы.

2) Технология синтеза β -каротина.

3) Технология синтеза витамина ретинола-ацетата (витамина А).

4) Технология синтеза α -токоферилацетата (витамина Е).

5) Технология синтеза эргокальциферола (витамина D₂).

6) Технология синтеза холекальциферола (витамина D₃).

7) Технология синтеза метинона (витамина К₃).

8) Технология синтеза липоевой кислоты.

9) Технология синтеза никотиновой кислоты.

10) Технология синтеза пангамовой кислоты.

- 11) Технология синтеза пантотената кальция (витамина В₅).
- 12) Технология синтеза пиридоксина (витамина В₆).
- 13) Технология синтеза рибофлавина (витамина В₂).
- 14) Технология синтеза тиамин (витамина В₁).
- 15) Технология синтеза фолиевой кислоты.
- 16) Получение витаминов из природных источников.
- 17) Технология производства цианкобаламина (витамина В₁₂).
- 18) Использование витаминов в производстве функциональных продуктов питания, медицине, производстве кормов.
- 19) Биотехнологические способы синтеза витаминов и коферментов.
- 20) Технологическая аппаратура для производства витаминов.

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, материального баланса)	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 витаминов и коферментов»
Семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Физико-химические особенности процессов и условия их проведения.
Селективность, глубина превращения, механизмы реакций.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Физико-химические свойства витамина В3. Методы синтеза пантотеновой кислоты. Выберите рациональный метод производства витамина В3.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Рассчитайте основные технологические показатели процесса ферментации по следующим данным:

Объем ферментатора (геом.), м ³	Объем ферментатора (рабочий), м ³ (V _f)	Время цикла работы ферментатора, ч (t)	Концентрация биомассы, г/л (X)	Концентрация продукта в культуральной жидкости, г/л (C)	Скорость слива культуральной жидкости, м ³ /ч (W _{cf})
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: доц. кафедры БХС

О.В. Манаенков

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сильман