

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)»

**«Проектирование и оборудование предприятий химической  
промышленности»**

Направление подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) – Химическая технология синтетических  
биологически активных веществ

Типы задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский и  
технологический

Форма обучения – очная

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

В.Ю. Долуда

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 «Проектирование и оборудование предприятий химической промышленности» является подготовка выпускника к производственно-технологической деятельности.

**Задачами** дисциплины являются:

- приобретение знаний о химическом производстве биологически активных веществ на стадиях проектирования и эксплуатации как процессов непрерывного познания, развития и совершенствования;
- овладение основными методами гидродинамических, тепловых и массообменных расчетов, методами моделирования и оптимизации, методами системного проектирования;
- формирование способности владеть культурой мышления, быть способным к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- формирование способности участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива;
- формирование способности применять полученные знания, умения и навыки для реализации и управления химико-технологическими процессами получения биологически активных веществ;
- формирование способности владеть методами конструктивных решений при проектировании продукции.

## 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: «Математика», «Общая химическая технология», «Прикладная механика», «Электротехника и электроника», «Процессы и аппараты химической технологии», «Химическая технология синтеза биологически активных соединений», «Химическая технология лекарственных форм и косметических средств», «Химические реакторы»,

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. Основное содержание нормативно-технической документации, регламентирующей процесс синтеза биологически активных веществ.

**Уметь:**

У1.1.Обобщать результаты анализа изучаемой нормативно-технической документации.

**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 закономерности и способы математического описания технологических процессов и их совокупностей.

**Уметь:**

У2.1.Проводить планирование выбора рациональных технологических режимов эксплуатации действующих производств.

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

**ОПК-4.** Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

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

**ИОПК-4.1.***Использует знание основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры, общих закономерностей организации и реализации химических процессов, основных химических производств при решении задач профессиональной деятельности.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

33.1.Структуру производств синтеза биологически активных веществ.

**Уметь:**

У3.1.Проводить планирование выбора рациональных технологических режимов эксплуатации действующих производств.

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

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

34.1. Основные характеристики химического процесса.

**Уметь:**

У4.1.Выбирать рациональную схему производства заданного продукта и оценивать технологическую эффективность производства.

**ИОПК-4.4.** Проводит выбор оптимального типа реактора и рассчитывает технологические параметры для заданного процесса.

### Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

#### Знать:

35.1. Типы реакторов, применяемые в синтезе биологически активных веществ, а также методы расчета технологических параметров соответствующего процесса синтеза.

#### Уметь:

У5.1. Проводить расчеты основных параметров химического производства.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; выполнение курсового проектирования; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

## 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. 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>		78
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		52
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		102
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		40
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		32
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		30
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		не предусмотрен
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

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

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Введение. Структура производств синтеза биологически активных веществ	11	1	3	-	7

	Организация проектирования	11	1	3	-	7
3	Системы и методы проектирования	11	1	3	-	7
4	Разработка технологической схемы производства	11	1	3	-	7
5	Компоновка технологического оборудования	11	1	3	-	7
6	Методы исследования процессов и аппаратов в производстве биологически активных веществ	11	1	3	-	7
7	Генеральный план предприятия	12	2	3	-	7
8	Общие сведения по специальным разделам проекта	12	2	3	-	7
9	Оборудование складских и транспортных операций	12	2	3	-	7
10	Оборудование для подготовки исходных компонентов при производстве биологически активных веществ	12	2	3	-	7
11	Основное технологическое оборудование для производства биологически активных веществ	13	2	4	-	7
12	Оборудование для концентрирования, выделения и очистки целевых продуктов синтеза и придания им товарных форм	11	2	4	-	5
13	Обеспечение бесперебойной работы и ремонта технологического оборудования производств биологически активных веществ	11	2	4	-	5
14	Особенности освоения и введения в эксплуатацию нового технологического оборудования	11	2	4	-	5
15	Обеспечение асептических условий производства	10	2	3	-	5
16	Обеспечение качества продукции на предприятиях по производству биологически	10	2	3	-	5

	активных веществ.					
	<b>Всего на дисциплину</b>	<b>180</b>	<b>26</b>	<b>52</b>	<b>-</b>	<b>102</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Введение. Задачи курса и его содержание. Структура производств биологически активных веществ. Структура инженерного проектирования. Задачи технологического и конструкционного проектирования.

### **МОДУЛЬ 2 «ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

Организация проектирования. Жизненный цикл проекта. Формирование инвестиционного замысла проекта. Протокол о намерениях. Выбор земельного участка для строительства. Обоснование инвестиций. Техничко-экономическое обоснование строительства. Бизнес-план. Задание на проектирование. Стадии разработки, состав и содержание проектной документации. Экспертиза проекта. Утверждение, выполнение и завершение проекта. Участники проектов. Нормативная база для проектирования. Оценка патентной чистоты проектных решений.

### **МОДУЛЬ 3 «СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

Системы и методы проектирования. Проектирование на основе теории подобия. Проектирование на основе системного подхода. Иерархическая структура предприятия по производству биологически активных веществ. Общая стратегия системного исследования. Математические модели объектов производства биологически активных веществ. Критерии эффективности.

### **МОДУЛЬ 4 «РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА»**

Разработка технологической схемы производства. Виды схем. Порядок разработки. Создание оптимальных технологических схем методами системотехники. Материальные и энергетические расчеты. Выбор оборудования. Расчет числа единиц оборудования. Оформление технологических схем и их описаний.

### **МОДУЛЬ 5 «КОМПОНОВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Компоновка технологического оборудования. Основные положения объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий. Принципы размещения оборудования внутри помещений и вне их.

## **МОДУЛЬ 6 «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Методы исследования процессов и аппаратов в производстве биологически активных веществ. Лабораторные исследования. Исследования на опытных установках. Масштабирование опытных работ. Пассивный и активный эксперименты. Методы экспериментального исследования основного технологического оборудования. Лабораторное технологическое оборудование по синтезу биологически активных веществ. Технологический регламент. Моделирование и масштабирование технологических схем процессов.

## **МОДУЛЬ 7 «ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПРЕДПРИЯТИЯ»**

Генеральный план предприятия. Общие принципы проектирования генеральных планов. Санитарно-гигиенические и противопожарные требования проектирования генерального плана. Транспортные коммуникации. Техно-экономические показатели генерального плана.

## **МОДУЛЬ 8 «ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ ПРОЕКТА»**

Общие сведения по специальным разделам проекта. Отопление и вентиляция. Водоснабжение и канализация. Электроснабжение и освещение. Техника безопасности и охрана труда. Охрана окружающей среды.

## **МОДУЛЬ 9 «ОБОРУДОВАНИЕ СКЛАДСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ»**

Оборудование складских и транспортных операций. Определение величин складских запасов. Оборудование для хранения сырья, полупродуктов и продуктов. Оборудование для транспортирования и дозировки сыпучих материалов и жидких сред. Выбор и определение производительности и затрат мощности.

## **МОДУЛЬ 10 «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Конструкция оборудования для растворения, помола, просеивания исходного сырья при производстве биологически активных веществ.

## **МОДУЛЬ 11 «ОСНОВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Реакторное оборудование. Классификация. Реактора для проведения синтеза биологически активных веществ в кубе, в тонкой пленке, в условиях микропотоков, в сверхкритических условиях, в условиях высокого давления и температуры. Выбор реакторного оборудования. Тепло - и массообменные расчеты реакторов для производства биологически активных веществ. Схема



оптимального расчета расчеты реакторов для производства биологически активных веществ.

## **МОДУЛЬ 12 «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ, ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ СИНТЕЗА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ПРИДАНИЯ ИМ ТОВАРНЫХ ФОРМ»**

Оборудование для концентрирования, выделения и очистки целевых продуктов синтеза биологически активных веществ и придания им товарных форм. Методы и оборудование для разделения жидкой и твердой фаз (флотация, отстаивание, фильтрация, центрифугирование, сепарация). Методы и оборудование для концентрирования, разделения и очистки растворов (выпаривание, мембранное разделение, высаливание, кристаллизация, растворение, адсорбция, ионный обмен, экстракция). Методы и оборудование для измельчения поверхностных культур и готовых продуктов биосинтеза, для дезинтеграции микробных клеток. Оборудование для сушки продуктов синтеза (конвективной, контактной, сублимационной). Придание товарных форм продукции производств синтеза биологически активных веществ, фасовка и упаковка ее. Выбор и расчет проектируемого оборудования.

## **МОДУЛЬ 13 «ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ И РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Особенности обеспечение бесперебойной работы технологического оборудования предприятий по производству биологически активных веществ. Мониторинг состояния основного технологического оборудования. Виды ремонта. Состав работ при проведении различных видов ремонта. Определение межремонтных интервалов. Составление графиков ремонтных и регламентных работ технологического оборудования производств биологически активных веществ. Восстановление рабочих поверхностей технологического оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

## **МОДУЛЬ 14 «ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ И ВВЕДЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Изучение нормативной базы по обеспечению безопасного введения и эксплуатации технологического оборудования по производству биологически активных веществ. Регулирование технологических параметров технологического оборудования в процессе работы и пуска. Особенности освоения и введения в эксплуатацию нового технологического оборудования.

## **МОДУЛЬ 15 «ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСЕПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА»**

Обеспечение асептических условий производства. Методы и оборудование стерилизации сыпучих и жидких сред, тонкой очистки и стерилизации воздуха.

Стерилизация технологического оборудования и коммуникаций. Выбор и расчет оборудования стерилизации технологических потоков. Определение режимов стерилизации и уровня стерильности.

## **МОДУЛЬ 16 «ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Обеспечение качества продукции предприятий по производству биологически активных веществ. Основные правила организации производства(GMP). Система управления качеством продукции и организация контроля производства. Методы и приборы контроля автоматизации предприятий по производству биологически активных веществ.

### **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

### **5.4. Практические занятия**

Таблица 3. 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> ознакомление со структурой предприятий	Обсуждение структуры конкретных производств биологически активных веществ.	3
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков моделирования реакторов	Составление математических моделей реакторов.	3
<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков составления схем производственных процессов	Составление различных видов схем процесса по заданной функциональной схеме.	3
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> формирования навыков составления материального и энергетического баланса	Материальные и энергетические балансы. Расчет числа единиц оборудования.	3
<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> формирования навыков компоновки оборудования	Составление предварительного варианта компоновки оборудования по заданной аппаратурно-технологической схеме.	3
<b>Модуль 6.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков вывода уравнений изменения масштаба реакторов	Вывод уравнений изменения масштаба конкретных типов реакторов в условиях полного и частичного подобия.	3
<b>Модуль 7.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с генпланами производств биологически активных веществ	Ознакомление с генпланами конкретных производств биологически активных веществ.	3
<b>Модуль 8.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков определения величины складского запаса сырья	Определение величины складского запаса сырья по заданной производительности предприятия и условиям поставки.	3

<b>Модуль 9.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выбора типа транспортного оборудования	Выбор типа транспортного оборудования для заданного вида материала, расчет производительности и потребляемой мощности.	3
<b>Модуль 10.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков определения основных размеров смесителя и затрат мощности для приготовления жидкой питательной среды	Определение основных размеров смесителя и затрат мощности для приготовления жидкой питательной среды.	3
<b>Модуль 11.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета реакторов	Тепло – массообменные и прочностные расчеты реакторов.	4
<b>Модуль 12.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выбора и расчета оборудования	Выбор и расчет оборудования для концентрирования, выделения, очистки и придания товарных форм продуктам синтеза биологически активных соединений.	4
<b>Модуль 13.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выполнения планов регламентных и ремонтных работ	Составление перечня и планов проведения регламентных и ремонтных работ.	4
<b>Модуль 14.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков освоения и введения в эксплуатацию нового технологического оборудования	Определение перечня пуско-наладочных работ. План проведения пуско-наладочных работ. Выпуск пробной партии.	4
<b>Модуль 15.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета оборудования	Определение длительности и надежности тепловой стерилизации жидких сред. Расчет оборудования. Расчет стерилизаторов для твердых сыпучих сред. Элементы расчета аэрозольного фильтра.	3
<b>Модуль 16.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков оценки действующих производств с точки зрения правил GMP	Оценка действующих производств с точки зрения правил GMP	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 курсового проекта, доклада и презентации; к текущему контролю успеваемости; подготовке к зачету.

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 курсового проекта, определяется порядок подготовки доклада и презентации для его защиты.

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

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

1. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов: в составе учебно-методического комплекса / В.И. Косинцев [и др.]; под ред. А.М. Михайличенко. - Москва: Академкнига, 2008. - 332 с. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 325 - 332. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-94628-319-9: 373 р. 50 к. - (ID=64681-14).

2. Общая химическая технология: учебник для хим. - технол. спец. вузов: в 2 ч. Ч. 2 : Важнейшие химические производства / И.П. Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. - Москва: Альянс, 2018. - 262 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5903034-79-6: 501 р. - (ID=130940-5)

3. Общая химическая технология: учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 1: Теоретические основы химической технологии / И.П. Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. - Москва: Альянс, 2018. - 256 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-903034-78-9: 511 р. - (ID=130676-5)

4. Кафаров В.В. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств: методология проектирования и теория разработки оптимальных технологических схем: учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин, В.Л. Перов. - Москва: Химия, 1979. - 318 с. - Текст: непосредственный. - 1 р. - (ID=85717-41).

5. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В.В. Кафаров, М.Б. Глебов. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2023. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 03.10.2022. - ISBN 978-5-534-07524-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/516052> . - (ID=150445-0)

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

1. Харлампида, Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов / Х.Э. Харлампида; Харлампида Х.Э. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 09.01.2023. - ISBN 978-5-8114-1478-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213269>. - (ID=153042-0)

2. Лабораторный практикум по общей химической технологии: учебное пособие для вузов обучающихся по напр. и спец. в области хим. технологии: в составе учебно-методического комплекса / В.А. Аверьянов [и др.]; под общ.ред. В.С. Бескова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 278 с. - (Учебник для высшей школы) (УМК-П). - Библиогр.: с. 279. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0109-6 :230 p. - (ID=82196-25)

3. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб.пособие: в составе учебно-методического комплекса / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд.; перераб. и доп. - М.: Логос, 2009. - 302 с. - (УМК-У). -Библиогр.: с. 295 - 297. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-98784-289-5: 234 p. - (ID=76281-15)

4. 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. Харлампида, 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)

5. Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учеб. пособие для вузов по хим.-технолог. напр. подготовки бакалавров и дипломирован. спец.: в составе учебно-методического комплекса / В.И. Игнатенков, В.С. Бесков. - Москва: Академкнига, 2005. - 198 с. - (Учебное пособие для вузов). - Список лит.: с. 195. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-94628-130-5:133 p. - (ID=22623-20)

6. Бесков В.С. Общая химическая технология: учебник для химико-технол. спец. вузов: в составе учебно-методического комплекса / В.С. Бесков. - Москва: Академкнига, 2005. - 452 с.: ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 446. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-94628-150-X: 313 p. 50 к. - (ID=17396-27)

7. Ксензенко В.И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: учебник для вузов по хим.-технол. спец.: в составе учебно-методического комплекса / В.И. Ксензенко, И.М. Кувшинников, В.С. Скоробогатов; под ред. В.И. Ксензенко. - 2-е изд.; стер. - Москва: КолосС, 2003. - 328 с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9532-0088-9: 228 p. - (ID=14950-9)

8. Кутепов, А.М. Общая химическая технология: учебник для вузов по спец. хим.-технол. профиля: в составе учебно-методического комплекса / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. - 3-е изд.; перераб. - Москва: Академкнига, 2003. - 528 с.: ил. - (Учебники для вузов). - Библиогр.: с. 524. - ISBN 5-94628-079-1: 256 p. 50 к. - (ID=15549-32)

9. Кутепов, А.М. Общая химическая технология : учебник для вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Москва : Высшая школа, 1990. - 520 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-06-000493-7 : 17 p. 29 к. - (ID=85856-52)

10. Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 1 : Теоретические основы химической технологии / И.П. Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. - 4-е изд. ; доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1984. - Текст : непосредственный. - 80 к. - (ID=85883-38)

11. Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 2 : Важнейшие химические производства / И.П. Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. - 4-е изд. ; доп. и перераб. - М. : Высшая школа, 1984. - 263 с. - Текст : непосредственный. - 85 к. - (ID=85878-27)

12. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств : учебник для технол. вузов по спец. "Машины и аппараты химических производств". / А.И. Леонтьева. - М. : Химия : КолосС, 2008. - 478 с. - (Учебники и учебные пособия для вузов). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9532-0492-7 : 630 р. - (ID=83437-5)

### 7.3. Методические материалы

1. 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 р. - (ID=135604-72)

2. 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)

3. Учебно-методический комплекс дисциплины "Проектирование и оборудование предприятий химической промышленности" направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, профиль: Промышленная биотехнология. 18.03.01 Химическая технология, Направленность (профиль): Химическая технология синтетических биологически активных веществ : ФГОС 3++ / Каф. Биотехнологии, химии и стандартизации ; сост. В.Ю. Долуда. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/115813> . - (ID=115813-1)

### 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/115813>

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

При изучении дисциплины «Проектирование и оборудование предприятий химической промышленности» 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**

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

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

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты лабораторных работ.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Задание выполняется письменно и с использованием ЭВМ.

**База заданий, предъявляемая обучающимся на зачете:**

1. Размещение основного технологического оборудования в цехах предприятия по производству биологически активных веществ.

2. Инженерный расчет рубашек технологического оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

3. Составить технологическую схему производства витамина D.

4. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина D.

5. Размещение трубопроводов предприятия по производству биологически активных веществ.

6. Инженерный расчет змеевиков и подвесных теплообменников технологического оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

7. Составить технологическую схему производства витамина E.



8. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина Е.

9. Электроснабжение предприятия по производству биологически активных веществ.

10. Инженерный расчет перемешивающих устройств оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

11. Составить технологическую схему производства витамина А.

12. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина А.

13. Вентиляция производственных помещений предприятий по производству биологически активных веществ.

14. Инженерный расчет опор и фундаментов основного оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

15. Составить технологическую схему производства витамина В<sub>6</sub>.

16. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина В<sub>6</sub>.

17. Отопление производственных помещений предприятий по производству биологически активных веществ.

18. Инженерный расчет фланцевых соединений основного оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

19. Составить технологическую схему производства витамина В<sub>1</sub>.

20. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина В<sub>1</sub>.

21. Канализация производственных помещений предприятий по производству биологически активных веществ.

22. Инженерный расчет крышек и люков основного оборудования предприятий по производству биологически активных веществ.

23. Составить технологическую схему производства цианкобаламина.

24. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству цианкобаламина.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

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

1. Шкала оценивания курсового проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсового проекта.

1) Производство аскорбиновой кислоты.

2) Производство витамина D.

3) Производство витамина Е.

4) Производство витамина А.

5) Производство витамина В<sub>6</sub>.

6) Производство витамина В<sub>1</sub>.

- 7) Производство цианкобаламина.
- 8) Производство нестероидных анальгетиков.
- 9) Производство гидрокортизона.
- 10) Производство кортикостерона.
- 11) Производство адреналина.
- 12) Производство атропина.
- 13) Производство папаверина.
- 14) Производство цинхонидина.
- 15) Производство никотиновой кислоты.
- 16) Производство никотиламида.
- 17) Производство витамина К.
- 18) Производство бета-каротина.
- 19) Производство дофамина.
- 20) Производство гамма аминокислоты.

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

Курсовой проект может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

### 3. Критерии итоговой оценки за курсовой проект.

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта

№ 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 курсового проекта)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (технологические и конструкционные расчеты по теме выбранного курсового проекта)	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

Критерии итоговой оценки за курсовой проект:

«отлично» – при сумме баллов от 18 до 20;

«хорошо» – при сумме баллов от 14 до 17;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 13;

«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 курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсового проекта 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 курсового проекта, и его оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсового проекта. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсового проекта 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 проекты 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 Химическая технология  
Направленность (профиль) – Химическая технология синтетических  
биологически активных веществ  
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»  
Дисциплина «Проектирование и оборудование предприятий химической  
промышленности»  
Семестр 8

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:  
Генеральный план предприятия по производству биологически активных  
веществ.
2. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:  
Способы инженерного и конструкционного расчета основного  
технологического оборудования предприятий по производству биологически  
активных веществ.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – 0 или 1 балл:  
Составить технологическую схему производства аскорбиновой кислоты.

**Критерии итоговой оценки за зачет:**  
«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;  
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: проф. кафедры БХС

В.Ю. Долуда

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман