

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 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

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 и биотехнологическом производстве 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 биотехнологическими процессами;
- 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 биотехнологии», «Основы биотехнологии», «Общая биотехнология», «Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ», «Технология синтеза витаминов и коферментов».

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, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-2.** Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности.

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

**ИОПК-2.2.** *Использует стандартное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, включая проведение расчетов и моделирование.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31.1.Основное содержание нормативно-технической документации, регламентирующей процесс получения биотехнологической продукции.

**Уметь:**

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

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

**ОПК-3.** Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.

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

**ИОПК-3.1.***Владеет навыками разработки алгоритмов и программ, предназначенных для практического применения при решении задач профессиональной деятельности.*

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

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

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

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

33.1.Структуру производствбиотехнологической продукции.

**Уметь:**

У3.1.Выбирать рациональную схему производства заданного продукта и оценивать технологическую эффективность производства.

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

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

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

**Уметь:**

У4.1. Проводить расчеты основных параметров химического и биотехнологического производства.

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

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

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

**Уметь:**

У5.1. Проводить расчеты основных параметров химического производства.

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

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

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

**ИОПК-5.1.** *Владеет навыками эксплуатации технологического оборудования, выполнения технологических операций и управления биотехнологическими процессами.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

36.1. Структуру биотехнологического оборудования и способы управления биотехнологическими процессами.

**Уметь:**

У6.1. Выполнять технологические операции и управлять биотехнологическими процессами.

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

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

37.1. Специфичность технических средств, методов испытаний для контроля параметров биотехнологического процесса, свойств сырья и готовой биотехнологической продукции.

**Уметь:**

У7.1. Выбирать соответствующие технические средства для получения целевого биотехнологического продукта.

**ИОПК-5.3.** *Владеет навыками контроля количественных и качественных показателей получаемой биотехнологической продукции.*

### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

#### **Знать:**

38.1.Стандартный перечень нормативов для осуществления контроля количественных и качественных показателей получаемой биотехнологической продукции.

#### **Уметь:**

У8.1.Проводить соответствие нормируемых и получаемых количественных и качественных показателей получаемой биотехнологической продукции.

### **Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-6.** Способен разрабатывать составные части технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с учетом действующих стандартов, норм и правил.

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

**ИОПК-6.1.** Осуществляет поиск и компетентный выбор положений технических регламентов и действующих стандартов, норм и правил и разрабатывает составные части технической документации (в том числе и в электронном виде) в сфере профессиональной деятельности.

### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

#### **Знать:**

39.1. Положения технических регламентов и действующих стандартов, нормы и правил в целях разработки составных частей технической документации, регламентирующей получение качественного биотехнологического целевого продукта.

#### **Уметь:**

У9.1. Разрабатывать составные части технической документации (в том числе и в электронном виде) на целевую биотехнологическую продукцию.

### **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**

### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Зачетные единицы</b>	<b>Академические часы</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		91
В том числе:		
Лекции		39
Практические занятия (ПЗ)		52
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		17
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена

Курсовой проект		10
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		3
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		4
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		не предусмотрен
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		20
В том числе:		
Лекции		8
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		84+4(зач)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		40
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к практическим занятиям		20 10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		14+4(зач)
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

#### 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. Структура биотехнологических производств	8	3	4	-	1
2	Организация проектирования	9	3	4	-	2
3	Системы и методы проектирования	9	3	4	-	2

4	Разработка технологической схемы производства	9	3	4	-	2
5	Компоновка технологического оборудования	8	3	4	-	1
6	Методы исследования процессов и аппаратов в биотехнологическом производстве	8	3	4	-	1
7	Генеральный план предприятия	8	3	4	-	1
8	Общие сведения по специальным разделам проекта	8	3	4	-	1
9	Оборудование складских и транспортных операций	8	3	4	-	1
10	Оборудование для подготовки питательных сред	8	3	4	-	1
11	Биореакторы	7	3	3	-	1
12	Оборудование для концентрирования, выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза и придания им товарных форм	6	2	3	-	1
13	Обеспечение асептических условий производства	6	2	3	-	1
14	Обеспечение качества продукции биотехнологических производств		2	3	-	1
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>108</b>	<b>39</b>	<b>52</b>	<b>-</b>	<b>17</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. Структура биотехнологических производств	7	-	1	-	6
	Организация проектирования	8	-	1	-	6+1(зач)
3	Системы и методы проектирования	9	1	1	-	6+1(зач)
4	Разработка технологической схемы производства	9	1	1	-	6+1(зач)
5	Компоновка технологического оборудования	9	1	1	-	6+1(зач)

6	Методы исследования процессов и аппаратов в биотехнологическом производстве	8	1	1	-	6
7	Генеральный план предприятия	8	1	1	-	6
8	Общие сведения по специальным разделам проекта	8	1	1	-	6
9	Оборудование складских и транспортных операций	8	1	1	-	6
10	Оборудование для подготовки питательных сред	8	1	1	-	6
11	Биореакторы	7	-	1	-	6
12	Оборудование для концентрирования, выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза и придания им товарных форм	7	-	1	-	6
13	Обеспечение асептических условий производства	6	-	-	-	6
14	Обеспечение качества продукции биотехнологических производств	6	-	-	-	6
<b>Всего на дисциплину</b>		<b>108</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>84+4(зач)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### **МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. СТРУКТУРА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Введение. Задачи курса и его содержание. Структура биотехнологических производств. Структура инженерного проектирования. Задачи технологического и конструкционного проектирования.

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

Организация проектирования. Жизненный цикл проекта. Формирование инвестиционного замысла проекта. Ходатайство о намерениях. Выбор земельного участка для строительства. Обоснование инвестиций. Технико-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 биотехнологического предприятия. Общая стратегия системного исследования. Математические модели биотехнологических объектов. 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 БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»**

Методы исследования процессов и аппаратов в биотехнологическом производстве. Лабораторные исследования. Исследования на опытных установках. Масштабирование опытных работ. Пассивный и активный эксперименты. Методы экспериментального исследования биореакторов. Лабораторные биореакторы. Технологический регламент. Моделирование и масштабирование биотехнологических 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 ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД»**

Оборудование для подготовки питательных сред: при поверхностном методе культивирования, при глубинном методе культивирования.

## **МОДУЛЬ 11 «БИОРЕАКТОРЫ»**

Биореакторы. Классификация. Аппараты для аэробного культивирования в жидких питательных средах: с подводом энергии к газовой фазе, с подводом энергии к жидкой фазе, с комбинированным подводом энергии. Аппараты для поверхностного культивирования на твердых питательных средах. Аппараты для анаэробного культивирования. Вспомогательные устройства биореакторов. Выбор типа биореактора. Тепло - и массообменные расчеты биореакторов. Схема оптимального расчета биореактора.

## **МОДУЛЬ 12 «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ, ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА И ПРИДАНИЯ ИМ ТОВАРНЫХ ФОРМ»**

Оборудование для концентрирования, выделения и очистки целевых продуктов биосинтеза 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 биосинтеза (конвективной, контактной, сублимационной). Придание товарных форм продукции биотехнологических производств, фасовка и упаковка ее. Выбор и расчет проектируемого оборудования.

## **МОДУЛЬ 13 «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 14 «ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Обеспечение качества продукции биотехнологических производств. Основные правила организации производства(GMP). Система управления качеством продукции и организация контроля производства. Методы и приборы контроля автоматизации биотехнологических производств.

### **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

## 5.4. Практические занятия

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> ознакомление со структурой предприятий	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: обсуждение структуры конкретных производств.	2
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков моделирования реакторов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: составление математических моделей реакторов.	2
<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков составления схем производственных процессов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: составление различных видов схем процесса по заданной функциональной схеме.	4
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> формирования навыков составления материального и энергетического баланса	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: материальные и энергетические балансы. Расчет числа единиц оборудования.	4
<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> формирования навыков компоновки оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: составление предварительного варианта компоновки оборудования по заданной аппаратурно-технологической схеме.	4
<b>Модуль 6.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков вывода уравнений изменения масштаба биореакторов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: вывод уравнений изменения масштаба конкретных типов биореакторов в условиях полного и частичного подобия.	4
<b>Модуль 7.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с генпланами биотехнологических производств	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: ознакомление с генпланами конкретных биотехнологических производств.	4
<b>Модуль 8.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков определения величины складского запаса сырья	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: определение величины складского запаса сырья по заданной производительности предприятия и условиям поставки.	4
<b>Модуль 9.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выбора типа транспортного оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: выбор типа транспортного оборудования для заданного вида материала, расчет производительности и потребляемой мощности.	4
<b>Модуль 10.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков определения основных размеров	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: определение основных размеров смесителя	4

смесителя и затрат мощности для приготовления жидкой питательной среды	и затрат мощности для приготовления жидкой питательной среды.	
<b>Модуль 11.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета биореакторов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: тепло – массообменные и прочностные расчеты биореакторов.	4
<b>Модуль 12.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выбора и расчета оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: выбор и расчет оборудования для концентрирования, выделения, очистки и придания товарных форм продуктам биосинтеза.	4
<b>Модуль 13.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: определение длительности и надежности тепловой стерилизации жидких сред. Расчет оборудования. Расчет стерилизаторов для твердых сыпучих сред. Элементы расчета аэрозольного фильтра.	4
<b>Модуль 14.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков оценки действующих производств с точки зрения правил GMP	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: оценка действующих производств с точки зрения правил GMP	4

### 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 1.</b> <b>Цель:</b> ознакомление со структурой предприятий	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: обсуждение структуры конкретных производств.	1
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков моделирования реакторов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: составление математических моделей реакторов.	1
<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков составления схем производственных процессов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: составление различных видов схем процесса по заданной функциональной схеме.	1
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> формирования навыков составления материального и энергетического баланса	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: материальные и энергетические балансы. Расчет числа единиц оборудования.	1
<b>Модуль 5.</b> <b>Цель:</b> формирования навыков компоновки оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: составление предварительного варианта компоновки оборудования по заданной аппаратурно-технологической схеме.	1

<b>Модуль 6.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков вывода уравнений изменения масштаба биореакторов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: вывод уравнений изменения масштаба конкретных типов биореакторов в условиях полного и частичного подобия.	1
<b>Модуль 7.</b> <b>Цель:</b> ознакомление с генпланами биотехнологических производств	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: ознакомление с генпланами конкретных биотехнологических производств.	1
<b>Модуль 8.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков определения величины складского запаса сырья	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: определение величины складского запаса сырья по заданной производительности предприятия и условиям поставки.	1
<b>Модуль 9.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выбора типа транспортного оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: выбор типа транспортного оборудования для заданного вида материала, расчет производительности и потребляемой мощности.	1
<b>Модуль 10.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков определения основных размеров смесителя и затрат мощности для приготовления жидкой питательной среды	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: определение основных размеров смесителя и затрат мощности для приготовления жидкой питательной среды.	1
<b>Модуль 11.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков расчета биореакторов	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: тепло – массообменные и прочностные расчеты биореакторов.	1
<b>Модуль 12.</b> <b>Цель:</b> формирование навыков выбора и расчета оборудования	Презентация доклада, решение задач, построение производственных схем: выбор и расчет оборудования для концентрирования, выделения, очистки и придания товарных форм продуктам биосинтеза.	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 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 p. 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 p. - (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 p. - (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 p. - (ID=85717-41).

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

1. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов / И.М. Кузнецова [и др.]; под редакцией Х.Э. Харлампи. - 2-е изд. ; перераб. - Санкт-Петербург [и др.] : 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. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для химико-технологических направлений подготовки и специальностей вузов : в составе учебно-методического комплекса / И.М. Кузнецова [и др.]; под редакцией Х.Э. Харлампи. - 2-е изд. ; перераб. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. -

(Учебник для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 21.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1479-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211571> . - (ID=106020-0)

3. 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)

4. 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)

5. 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)

6. Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учеб. пособие для вузов по хим.-технол. 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)

7. 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)

8. 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)

9. Кутепов, А.М. Общая химическая технология: учебник для вузов по спец. хим.-технол. профилю: 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)

10. 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 р. 29 к. - (ID=85856-52)

11. 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)

### 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)

4. Приложение к рабочей программе дисциплины вариативной части Блока 1 «Проектирование и оборудование предприятий химической промышленности» направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология. Заочная форма обучения. Семестр 9 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; разработ. В.Ю. Долуда. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122436> . - (ID=122436-0)

5. Долуда В.Ю. Процессы и аппараты биотехнологии : практикум для самостоятельной подготовки к практ. занятиям студентов по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология / В.Ю. Долуда, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 23 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 33 р. - (ID=113473-95)

6. Долуда, В.Ю. Процессы и аппараты биотехнологии : практикум для самостоятельной подготовки к практ. занятиям студентов по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология / В.Ю. Долуда, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/113206> . - (ID=113206-1)

#### **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, имеющей 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 E.
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 C.
12. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина C.
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 B<sub>12</sub>.
16. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина B<sub>12</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 B<sub>1</sub>.
20. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству витамина B<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 азитромицина.
24. Составить материальный баланс основной технологической стадии участка по производству азитромицина.

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 глутамата натрия.
- 2) Производство биоэтанола.
- 3) Производство сыра.
- 4) Производство сметаны.
- 5) Производство ряженки.
- 6) Производство пива.
- 7) Производство эля.
- 8) Производство удобрений методом промышленной ферментации.
- 9) Производство биогаза.
- 10) Аэробная очистка сточных вод.
- 11) Анаэробная очистка сточных вод.
- 12) Производство молочной кислоты.
- 13) Производство творога.
- 14) Производство лимонной кислоты.
- 15) Производство биодизеля.
- 16) Производство вакцин.
- 17) Производство биотехнологического инсулина.
- 18) Производство лактобионовой кислоты
- 19) Производство глюконовой кислоты
- 20) Производство азитромицина

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	Выше базового – 6

	(технологические и конструкционные расчеты по теме выбранного курсового проекта)	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.

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 «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 биотехнологического производства.
2. Задание для проверки уровня «знать» – 0 или 1 балл:  
Способы инженерного и конструкционного расчета основного технологического оборудования биотехнологических производств.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – 0 или 1 балл:  
Составить технологическую схему производства стрептомицина.

**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