

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Компьютерное моделирование»**

Направление подготовки бакалавров 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) – Стандартизация и подтверждение соответствия

Тип задач профессиональной деятельности – производственно-технологический

Форма обучения – очная и заочная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 202\_

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

Разработчик программы:  
профессор кафедры БХС

Ю.Ю. Косивцов

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 «Компьютерное моделирование» является изучение методов математического и компьютерного моделирования и способов их применения в профессиональной деятельности.

**Задачами дисциплины** являются:

- формирование знаний об основах компьютерного моделирования и численного эксперимента;
- формирование способности применять математические методы для решения практических задач в области технического регулирования и метрологии с применением стандартных программных средств;
- формирование навыков владения численными методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, методами аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики; навыками применения стандартных программных средств в области технического регулирования и метрологии.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной дисциплине Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Информатика», «Математика».

Знания, полученные в данном курсе необходимы для последующего изучения таких дисциплин учебного процесса, как «Планирование и организация эксперимента», «Организация и технология испытаний», «Системный анализ», «Программные статистические комплексы», «Программные средства в области технического регулирования и метрологии». 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:**

**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. Основы поиска научно-технической информации по заданной теме.

31.2. Основные приемы и методы анализа литературных данных по заданной теме.

**Уметь:**

У1.1. Проводить поиск и анализ научно-технической информации по заданной теме.

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

**УК-4.** Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

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

**ИУК-4.3.** *Использует современные информационно-коммуникативные технологии.*

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

#### **Знать:**

32.1. Основы деловой коммуникации в профессиональной деятельности.

32.2. Современные программные средства деловой коммуникации в профессиональной деятельности.

#### **Уметь:**

У2.1. Использовать современные программные средства для поиска анализа и обработки информации.

У2.2. Использовать современные программные средства для деловой коммуникации в профессиональной деятельности.

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

**ОПК-9.** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

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

**ИОПК-9.2.** *Применяет математические методы и современные ИТ-технологии для моделирования и оптимизации технологических процессов в сфере решения задач профессиональной деятельности.*

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

#### **Знать:**

33.1. Основы математического моделирования и оптимизации технологических процессов в области специализации.

#### **Уметь:**

У3.1. Разрабатывать математические модели технологических процессов, проводить оптимизацию процессов на основе разработанных моделей.

### **3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

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

#### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

##### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		90
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		60
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		90+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		30
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным занятиям		35
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		25+36(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

##### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		14
В том числе:		
Лекции		6
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		8
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		193+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		60
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к лабораторным занятиям		60 40
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		33+9(экз)
<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	Современные проблемы применения математических методов	10	2	-	2	4+2(экз)
2	Основы алгоритмизации, программирования и математического моделирования	41	6	-	14	15+6(экз)
3	Методы оптимизации и численного эксперимента	37	6	-	10	15+6(экз)
4	Применение ЭВМ для динамических расчетов	36	6	-	10	14+6(экз)
5	Применение методов искусственного интеллекта	28	4	-	6	14+4(экз)
6	Компьютерное планирование. Формально-логические и эмпирические методы планирования	36	6	-	10	14+6(экз)
7	Математическое моделирование технологических процессов	32	4	-	8	14+6(экз)
Всего на дисциплину		<b>216</b>	<b>30</b>	-	<b>60</b>	<b>90+36(экз)</b>

#### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Современные проблемы применения математических методов	8	-	-	-	8
2	Основы алгоритмизации, программирования и математического моделирования	41	2	-	2	35+2(экз)
3	Методы оптимизации и численного эксперимента	38	1	-	1	34+2(экз)
4	Применение ЭВМ для динамических расчетов	31	-	-	1	28+2(экз)
5	Применение методов искусственного интеллекта	29	-	-	-	28+1(экз)
6	Компьютерное планирование. Формально-логические и эмпирические методы планирования	34	1	-	2	30+1(экз)

7	Математическое моделирование технологических процессов	35	2	-	2	30+1(экз)
Всего на дисциплину		<b>216</b>	<b>6</b>	-	<b>8</b>	<b>193+9(экз)</b>

## **5.2. Содержание дисциплины**

### **МОДУЛЬ 1 «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ»**

Введение. Современные проблемы применения математических методов. Тенденции развития вычислительной техники и ее применения. Понятие модели и моделирования. Роль моделирования в профессиональной деятельности. Особенности применения математических методов и моделей в теории и практике. Практическое значение и эффективность использования ЭВМ при решении прикладных тематических задач.

### **МОДУЛЬ 2 «ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ, ПРОГРАММИРОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

Особенности выполнения вычислений на ЭВМ. Диапазон и точность представления чисел. Машинный ноль. Ошибки округления. Абсолютная и относительная погрешность результатов основных математических операций. Алгоритмы и блок-схемы алгоритмов. Основные свойства и формы представления алгоритмов. Устойчивость вычислительных алгоритмов. Структура программы: раздел описания и раздел операторов. Логические выражения. Типы величин. Константы и переменные. Массивы переменных. Стандартные математические функции. Программная реализация алгоритмов.

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Способы сглаживания экспериментальных данных. Основные алгоритмы численного интегрирования. Численное дифференцирование, его связь с интерполяцией и аппроксимацией функций. Поиск минимума и максимума функции одной переменной. Поиск минимума и максимума функции многих переменных. Методы решения систем линейных уравнений. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем уравнений.

Основы математического моделирования. Понятие модели. Классификация математических моделей. Виды моделирования. Основные этапы математического моделирования. Создание математической модели. Реализация математической модели. Тестирование и отладка математической модели. Погрешности математического моделирования. Неустраняемая погрешность (погрешность модели) и устранимая погрешность (погрешность численного метода и погрешность вычислительная).

### **МОДУЛЬ 3 «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**

Постановка задачи и понятие оптимизационной модели. Структура оптимизационной модели (целевая функция, система ограничений, условия неотрицательности переменных). Линейные статистические модели и линейное

программирование. Формулировка задач и их графическое решение. Алгебраический метод решения оптимизационных задач и симплекс-метод. Базисное решение. Условие оптимизации. Прикладные программы для решения задач методами линейного программирования.

Необходимые и достаточные условия существования экстремума. Классические методы оптимизации. Метод Гаусса-Зейделя. Симплексный метод. Градиентные методы оптимизации. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Расчетные методы моделирования. Изучение динамических параметров: концепции использования расчетных методов метод инкрементов; метод Монте-Карло, квантовые методы исследования.

#### **МОДУЛЬ 4 «ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ»**

Применение ЭВМ для динамических расчетов. Исследование механизмов протекания процессов: понятия о динамических и кинетических расчетах, планирование экспериментов, обратная задача (виды параметрической идентификации в зависимости от имеющихся представлений), метод решения обратной задачи (построение целевых функций).

#### **МОДУЛЬ 5 «ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Применение методов искусственного интеллекта для моделирования. Экспертные системы, фреймы и семантические сети»

#### **МОДУЛЬ 6 «КОМПЬЮТЕРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ. ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКИЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ»**

Компьютерное планирование на примере органического синтеза. Формально-логические и эмпирические методы планирования. Синтетический и ретросинтетический подходы.

#### **МОДУЛЬ 7 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Математическое моделирование теплообменных процессов. Математическое моделирование кинетики химических реакций. Математическое моделирование массообменных процессов. Математическое моделирование процессов переноса субстанции в пористых средах. Математическое моделирование химических реакторов. Разностные методы решения прямой кинетической задачи. Методы локальной линеаризации. Постановка обратной кинетической задачи. Построение функционалов и методы их минимизации при решении обратной кинетической задачи. Анализ чувствительности применительно к уравнениям химической кинетики.



### 5.3. Лабораторные работы

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> Знакомство с основными правилами поведения в компьютерном классе.	Техника безопасности.	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> формирование представлений об основах алгоритмизации и программирования	1. Алгоритмы и блок-схемы алгоритмов. Основные свойства и формы представления алгоритмов. 2. Программная реализация алгоритмов. 3. Принципы математического моделирования.	14
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> формирование представлений о принципах оптимизации и численного эксперимента	1. Методы оптимизации. 2. Интерфейсы программ для оптимизации математических моделей. 3. Исследование динамических параметров.	10
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> изучение компьютерных методов решения прямой и обратной задач	1. Решение задачи параметрической идентификации моделей. 2. Изучение методов исследования поведения целевой функции при параметрической идентификации.	10
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> формирование представлений о методах искусственного интеллекта	1. Применение методов искусственного интеллекта для исследований.	6
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> формирование навыков планирования эксперимента	1. Компьютерное планирование. Формально-логические и эмпирические методы планирования. 2. Построение деревьев синтеза с применением синтетического подхода. 3. Изучение формально-логического подхода компьютерного планирования	10
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> формирование представлений о принципах построения моделей технологических процессов	1. Примеры моделирования технологических процессов.	8

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> формирование представлений об основах алгоритмизации и программирования	Алгоритмы и блок-схемы алгоритмов. Программная реализация алгоритмов. Принципы математического моделирования.	2
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> формирование представлений о принципах оптимизации и численного эксперимента	Методы оптимизации. Интерфейсы программ.	1
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> изучение компьютерных методов решения прямой и обратной задач	Решение задачи параметрической идентификации моделей.	1
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> формирование навыков планирования эксперимента	Компьютерное планирование. Формально-логические и эмпирические методы планирования. Изучение формально-логического подхода компьютерного планирования	2
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> формирование представлений о принципах построения моделей технологических процессов	Примеры моделирования технологических процессов.	2

### 5.4. Практические занятия

Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

## 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 лабораторным занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке курсовой работы, доклада и презентации; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на лабораторные занятия. Лабораторные работы охватывают модули 1-7. В рамках

дисциплины выполняется 13 лабораторных работ, которые защищаются устным опросом. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы лабораторных занятий.

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. Зубова, Е.Д. Информационные технологии в профессиональной деятельности : учебное пособие для вузов / Е.Д. Зубова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 03.08.2022. - ISBN 978-5-8114-9347-0. - URL: <https://e.lanbook.com/book/25468> 1. - (ID=149273-0).

2. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р.Ф. Маликов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-15279-1. - URL: <https://urait.ru/bcode/488153> . - (ID=148222-0).

3. Петраков, Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 220100 - Системный анализ и упр. / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. - М. : Машиностроение, 2008. - 336 с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-217-03391-1 : 605 p. - (ID=92562-4)

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

1. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М.А. Фаддеев; Фаддеев М.А. - Нижний Новгород : Нижний Новгород : ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152927> . - (ID=81446-0).

2. Цымбал, В.П. Синергетическая концепция создания моделей и технологий : учебное пособие для вузов / В.П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-15011-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/486387> . - (ID=145706-0).

3. Пен, Р.З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / Р.З. Пен, В.Р. Пен. - 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-8369-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/175505> . - (ID=141007-0).

4. Стрельцова, Е.Д. Методология научных исследований. Математическое моделирование как метод научного познания : учебное пособие / Е.Д. Стрельцова; Южно-Российский государственный политехнический университет

имени М.И. Платова. - Новочеркасск : Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова, 2016. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9997-0610-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180935> . - (ID=145340-0).

5. Основы компьютерного моделирования и визуализации + Электронное приложение : учебное пособие для вузов / А.А. Борзяк [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.11.2022. - ISBN 978-5-507-44951-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/275831> . - (ID=151441-0)

6. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : учебное пособие / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. - 3-е изд. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-4497-0888-5. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102015.html> . - (ID=146062-0)

7. Косивцов, Ю.Ю. Применение ЭВМ в химии, химической технологии и биотехнологии : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Ю.Ю. Косивцов, А.И. Сидоров, В.В. Алферов; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - 142 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 142. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0313-9 : [б. ц.]. - (ID=59422-107)

8. Стефанова, И.А. Обработка данных и компьютерное моделирование : учебное пособие / И.А. Стефанова; Стефанова И.А. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-4010-8. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/126939/#1> . - (ID=136064-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Компьютерное моделирование лекарственных препаратов. Работа с комплексным программным пакетом ACD/ChemSketch 5.11 : учеб.-метод. пособие по спец. 020101 "Химия" : в составе учебно-методического комплекса / сост. О.В. Манаенков ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 18 с. - (УМК-М). - CD. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - (ID=82393-3)

2. Приложение к рабочей программе дисциплины вариативной части Блока 1 «Компьютерное моделирование» направление подготовки бакалавров 27.03.01 Стандартизация и метрология. Профиль – Стандартизация и сертификация. Заочная форма обучения. Семестр 5 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ССиУК ; разработ. Ю.Ю. Косивцов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-ПП). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/121516> . - (ID=121516-0)

3. Учебно-методический комплекс дисциплины «Компьютерное моделирование» направление подготовки бакалавров 27.03.01 Стандартизация и метрология. Направленность (профиль) – Стандартизация и подтверждение соответствия : ФГОС 3++ / Каф. Стандартизации, сертификации и управления

качеством ; сост. Ю.Ю. Косивцов. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00.  
- URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/121514> . - (ID=121514-1)

#### **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.

Avogadro 1.0.1 (Freeware version) - 3D визуализация.

Кинетика v1.2.

ACD ChemSketch 10 (Freeware version).

SpinWorks 2.53.

Model ChemLab 2.6.2.

3D Angles 3.0.

«Экспериментальная установка-ЭВМ».

ISIS Draw 2.4 (Freeware version).

ArgusLab 4.0.1 (Freeware version).

SALOME Version 9.9.0 (бесплатная версия).

Eigenmath (бесплатная версия).

StatEx (бесплатная версия).

ConceptDraw Professional (бесплатная версия).

AnyLogic 6.4.1 (бесплатная версия).

#### **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/121514>

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

При изучении дисциплины «Компьютерное моделирование» 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.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории с персональными компьютерами (наличие локальной вычислительной сети необязательно).

## **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.

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

1. Основы математического моделирования. Понятие модели. Классификация математических моделей. Виды моделирования.

2. Особенности применения математических методов и моделей в теории и практике.

3. Основные этапы и принципы тестирования и отладки математической модели.

4. Основные свойства и формы представления алгоритмов.

5. Прикладные программы для решения задач методами линейного программирования.

6. Способы сглаживания экспериментальных данных.

7. Диапазон и точность представления чисел. Машинный ноль. Ошибки округления.

8. Методы поиска минимума и максимума функции одной и многих переменных.

9. Метод Гаусса-Зейделя.

10. Абсолютная и относительная погрешность результатов основных математических операций.

11. Симплексный метод оптимизации.

12. Необходимые и достаточные условия существования экстремума.

13. Виды параметрической идентификации в зависимости от имеющихся представлений.

14. Формально-логические и эмпирические методы планирования.

15. Алгоритмы и блок-схемы алгоритмов. Основные свойства и формы представления алгоритмов. Устойчивость вычислительных алгоритмов.

16. Принцип формулировки задач и их графического решения.

17. Математическое моделирование массообменных процессов.

18. Применение ЭВМ для динамических расчетов.

19. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.

20. Алгебраический метод решения оптимизационных задач.

21. Метод неопределенных множителей Лагранжа.

22. Построение функционалов и методы их минимизации при решении обратной кинетической задачи.

23. Структура оптимизационной модели (целевая функция, система ограничений, условия неотрицательности переменных).

24. Градиентные методы оптимизации.

25. Численное дифференцирование, его связь с интерполяцией и аппроксимацией функций.

26. Математическое моделирование процессов переноса субстанции в пористых средах.

27. Погрешности математического моделирования. Неустраняемая погрешность (погрешность модели) и устранимая погрешность (погрешность численного метода и погрешность вычислительная).

28. Формально-логические и эмпирические методы планирования.

29. Синтетический и ретросинтетический подходы компьютерного планирования.

30. Структура программы: раздел описания и раздел операторов.

31. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем уравнений.

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. Гетеросинтетический подход к коммуникативному планированию.

2. Формальнологический подход к коммуникативному планированию.

3. Эмпирический подход к коммуникативному планированию.

4. Методы кибернетики в химической технологии.

5. Экспертные системы и искусственный интеллект.

6. Распознавание образов.

7. Методы численного эксперимента.

8. Методы количественного и качественного анализа функционирования системы.

9. Имитационная модель как вид математической модели.

10. Методологические основы применения метода имитационного моделирования.

11. Применение экспертной системы в гетерогенном катализе.

12. Современные математические методы обработки спектроскопической информации.

13. Сетевая модель и ее основные элементы.

14. Иерархический подход к моделированию химико-технологических процессов.

15. Планирование эксперимента и получение статической информации в исследовании.



16. Сетевая модель и её основные элементы. Порядок и правила построения сетевых графиков.

17. Тестирование марковских моделей на примере экономики.

18. Задача Римана для двумерной гидродинамики без давления.

19. Рациональное конструирование новых биологически активных соединений в рамках вычислительного эксперимента.

20. Алгебраические методы расчета резонансных наноловушек.

21. Молекулярно-динамическое моделирование систем заряженных частиц с использованием графических ускорителей.

22. Сложные сети с безмасштабным распределением узлов по связности и их исследование в большом каноническом ансамбле.

23. Асимметричный случайный процесс с запретами: влияние внутренних степеней свободы частиц.

24. Факторизация симметричных матриц и сжатые состояния.

25. Модели распределений с тяжелыми хвостами.

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.

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

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	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 (характерные системы или результаты исследований с их подробной интерпретацией)	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

«отлично» – при сумме баллов от 17 до 18;

«хорошо» – при сумме баллов от 14 до 16;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 11 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 курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

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

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

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

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

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

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

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

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

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

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

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

Направление подготовки бакалавров – 27.03.01 Стандартизация и метрология  
Направленность (профиль) – Стандартизация и подтверждение соответствия  
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»  
Дисциплина «Компьютерное моделирование»  
Семестр 3

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:  
Основы математического моделирования. Понятие модели.  
Классификация математических моделей. Виды моделирования.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Описать основные этапы и принципы тестирования и отладки  
математической модели.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Рассказать о трех возможных схемах параметрической идентификации,  
исходя из информации о явном виде уравнений.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

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

Составитель: проф. кафедры БХС

Ю.Ю. Косивцов

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман