

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Автоматизированное проектирование»**  
Направление подготовки бакалавров  
15.03.02 **Технологические машины и оборудование**  
Профиль подготовки – **Технологические машины и оборудование**  
**для разработки торфяных месторождений**

Типы задач профессиональной деятельности – **Проектно-конструкторская;**  
**научно-исследовательская**

Форма обучения – очная.

Факультет природопользования и инженерной экологии  
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Тверь 2021

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

Разработчик программы: д.т.н., проф.

К.В. Фомин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО  
« » 2022 г., протокол № .

Заведующий кафедрой ТМО

Б.Ф. Зюзин

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

**Основной целью** изучения дисциплины «Автоматизированное проектирование» является освоение знаний в области математических методов, статистического анализа экспериментальных и производственных данных с формулированием обоснованных выводов и рекомендаций по усовершенствованию анализируемых процессов.

**Задачами дисциплины** являются:

- ознакомить студентов с принципами автоматизированного проектирования механических систем, современными компьютерными системами, архитектурой и принципами работы современного персонального компьютера;
- освоение программного обеспечения современного персонального компьютера для автоматизированного проектирования;
- научить студентов применению компьютерных технологий в инженерной деятельности и при проектировании торфяных машин.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП.**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания дисциплины «Математика», «Информатика», «Компьютерные технологии в проектировании».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

### **3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

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

ОПК-14. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

#### **Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

ИОПК-14.1. Алгоритмизирует решение практических задач.

ИОПК-14.2. Разрабатывает компьютерные программы для решения практических задач.

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

ИОПК-14.1.

##### **Знать:**

З1. Современные системы автоматизированного проектирования и способы получения математических моделей для описания явлений, имеющих место в эксплуатируемых объектах техники и их элементах при эксплуатации.

##### **Уметь:**

У1. Использовать системы автоматизированного проектирования математические модели в области технологических машин и оборудования для разработки торфяных месторождений.

ИОПК-14.2.

**Знать:**

32. Современные системы автоматизированного проектирования и способы разработки компьютерных программ для анализа явлений, имеющих место в эксплуатируемых объектах техники и их элементах при эксплуатации.

**Уметь:**

У2. Использовать компьютерные программы в области автоматизированного проектирования технологических машин и оборудования для разработки торфяных месторождений.

**3.2. Технологии формирования компетенций:** проведение лекционных занятий, выполнение практических работ и курсовой работы.

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

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрен
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		48
В том числе:		
Курсовая работа		38
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графическая работа		не предусмотрена
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы		не предусмотрены
Контроль текущий и промежуточный (зачет)		10

#### 5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

##### 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	Принципы построения САПР. Математическое и программное обеспечение САПР	26	6	8	-	12
2	Численные методы в исследовании математических моделей. Графические редакторы САПР.	30	10	8	-	12

3	Трехмерное моделирование.	30	10	8	-	12
4	Пакеты прикладных программ Компас-3D в задачах САПР	22	4	6		12
Всего на дисциплину		<b>108</b>	30	30	-	48

## 5.2. Содержание дисциплины.

### **МОДУЛЬ 1. Этапы создания машин. Автоматизированное проектирование**

Место проектирования в процессе создания новой техники. Особенности проектирования как творческого процесса. Теоретические основы проектирования. Этапы процесса создания машины. Научные исследования как этап в создании новой техники. Стадии разработки конструкторской документации. Методика разработки проектной документации. Этапы и задачи проектирования на каждом этапе. Компьютерные технологии в проектировании. Автоматизированное проектирование. Математические модели – основа автоматизированного проектирования. Моделирование как способ исследования технических систем: моделирование физическое и математическое – преимущества и недостатки; методы исследования математических моделей; этапы разработки математической модели; этапы решения задачи моделирования и исследования математической модели с применением компьютерной техники; компьютерный эксперимент. Современное математическое программное обеспечение САПР: основные виды, возможности, области применения.

### **МОДУЛЬ 2. Численные методы в исследовании математических моделей**

Решение задачи определения минимально-необходимых размеров жесткого цилиндрического колеса с использованием численных методов и вычислительной техники: постановка задачи; получение математической модели; выбор численного метода; алгоритм численного метода. Силовой расчет фрезы, отражающий пульсацию нагрузки на фрезе: основные положения и особенности; расчет текущей толщины стружки – теоретические основы, математическая модель, алгоритм; расчет текущих сопротивлений, действующих на нож фрезы – теоретические основы, математическая модель, алгоритм. Обзор графических систем, анализ, сравнительная характеристика. Проектирование в среде Компас-график. Интерфейс, сервис, типы документов. Машиностроительные приложения к системе Компас-график.

### **МОДУЛЬ 3. Компьютерная графика в исследовании математических моделей**

Метод поэтапной оптимизации как универсальный метод оптимизации при проектировании. Роль наглядных представлений при проектировании. Единство представления объекта производства на основе использования трехмерных (3D) моделей. Использование систем автоматизированного проектирования (CAD/CAM/CAE). Структура и требования, предъявляемые к ним. Преимущества 3D моделей по сравнению с 2D изображениями. Виды 3D моделей: твердотельные и полигональные. Их достоинства и недостатки. Области применения. Способы

интеграции с использованием 3D моделей. Понятие параметризации. Автоматизированное формирование сборочного чертежа.

#### **Модуль 4. Пакеты прикладных программ Компас-3D (библиотеки)**

Работа с прикладными библиотеками Компас-SHAFT и Компас-SPRING. Система *APM FEM* для конечно-элементного анализа трехмерной твердотельной модели (детали или сборки).

### **5.3. Лабораторные работы.**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

### **5.4. Практические занятия.**

Таблица 3. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

Учебно-образовательный модуль. Цель практических занятий	№ п/п	Содержание практического занятия	Трудоёмкость час.
<b>Модуль 1</b> Математическое и программное обеспечение САПР	1	Расчеты на прочность элементов конструкции механических систем. Методы оптимизации.	8
<b>Модуль 2</b> Графические редакторы САПР.	2	Параметрические возможности графических редакторов. Обработка растровых чертежей.	8
<b>Модуль 3</b> Трехмерное моделирование.	3	Методы построения 3D моделей. Понятие параметризации. Автоматизированное формирование сборочного чертежа.	8
<b>Модуль 4</b> Пакеты прикладных программ Компас-3D	4	Работа с прикладными библиотеками Компас-SHAFT, Компас-SPRING, системой <i>APM FEM</i> для конечно-элементного анализа трехмерной твердотельной модели (детали или сборки).	6

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых 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 работам, к текущему контролю успеваемости, зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика, практическая значимость, особенности математических методов в торфяном производстве, студентам выдается задание на курсовую работу «Автоматизированное проектирование» с различными исходными данными. Работа состоит из задания, соответствующего модулям 1-2, оформляется на листах формата А4 методом компьютерного набора в редакторе Word с применением графического и математического редактора формул. Максимальная оценка за выполненную работу – 10 баллов, в т.ч. 5 баллов – за оформительскую часть, 5 баллов – за устный ответ на вопросы по содержанию работы.

В рамках дисциплины проводится 4 практических занятия, которые оцениваются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое практическое занятие – 5 баллов, минимальная – 2 балла.

Выполнение всех практических заданий обязательно. В случае пропуска по уважительной причине практического занятия студент выполняет практические работы самостоятельно и сдает преподавателю.

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

### **7.1. Основная литература**

1. Математические методы и модели исследования операций : учебник для вузов по спец. "Мат. методы в экономике" : в составе учебно-методического комплекса / под ред. В.А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2008. - 592 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 588. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-238-01325-1 : 269 p. 10 к. - (ID=66258-12)
2. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации : учебник для строит. спец. вузов / С.С. Добронравов, В.Г. Дронов. - Москва : Высшая школа, 2001. - 575 с. : ил. - ISBN 5-06-003857-2 : 99 p. - (ID=7801-100)
3. Кудрявцев, Е.М. Компас-3D : проектирование в машиностроении : в составе учебно-методического комплекса / Е.М. Кудрявцев. - М. : ДМК Пресс, 2009. - 350 с. - (Проектирование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94074-480-0 : 225 p. - (ID=76277-10)
4. Дементьев, Ю.В. САПР в автомобиле- и тракторостроении : учебник для вузов по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" / Ю.В. Дементьев, Ю.С. Щетинин. - М. : Академия, 2004. - 218 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 215 - 216. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-1758-1 : 183 p. 70 к. - (ID=64421-10)
5. Копенкин, В.Д. Практикум по математическим методам в торфяном производстве : учеб. пособие для вузов по спец. "Открытые горные работы" напр. подготовки "Горное дело" : в составе учебно-методического комплекса / В.Д. Копенкин, А.Н. Васильев. - 2-е изд. ; перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 124 с. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 103. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0480-9 : 82 p. 81 к. - (ID=79234-109)

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Сеницын, В.Ф. Автоматизированный расчет и проектирование торфяных машин [Текст]: учеб. пособие для вузов по спец. 170100 "ГМО" / Тверской гос. техн. ун-т - Тверь: ТГТУ, 2002. - 115 с. - (12163-12)

2. Богатов, Б.А. Математические методы в торфяном производстве : учеб. пособие для горн. спец. вузов : в составе учебно-методического комплекса / Б.А. Богатов, В.Д. Копенкин. - Москва : Недра, 1991. - 240 с. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - ISBN 5-247-01679-3 : 20 р. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/12413> . - (ID=12413-193)

3. Математические методы в торфяном производстве : метод. указ. по курсовой работе для студентов, обучающихся по напр. Т.06 "Горн. дело" / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТКМРТМ ; сост. А.Н. Васильев [и др.]. - Тверь : ТвГТУ, 2001. - 16 с. - Библиогр. : с. 5. - [б. ц.]. - (ID=8716-7)

4. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов по напр. подготовки дипломир. специалистов "Информатика и выч. техника" : в составе учебно-методического комплекса / И.П. Норенков. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2002. - 334 с. - (Информатика в техн. ун-те) (УМК-У). - Библиогр.: с. 324. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-2090-1 : 86 р. - (ID=12120-18)

5. Шпынев, В.М. Проектирование торфяных машин : учеб. пособие / В.М. Шпынев, В.Ф. Сеницын, В.С. Волков; Калининский политехн. ин-т. - Калинин : КГУ, 1986. - 96 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 25 к. - (ID=60363-42)

6. Церна, И.А. Автоматизированное проектирование объектов машиностроительного производства : учебное пособие / И.А. Церна, Г.В. Чумаченко. - Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7890-1735-7. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/117695.html> . - (ID=150343-0)

7.

### 7.3. Методические материалы

1. Сеницын, В.Ф. Автоматизированное проектирование : монография / В.Ф. Сеницын, Л.В. Копенкина; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - 176 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0999-6 : [б.ц.]. - (ID=132832-69)

2. Сеницын, В.Ф. Автоматизированное проектирование : монография / В.Ф. Сеницын, Л.В. Копенкина; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0999-6 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/132731> . - (ID=132731-1)

### 7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

2. 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: <http://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <http://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.)]. Диск 1, 2, 3, 4. – М. : Технорматив, 2014. – (Документация для профессионалов). – CD. – Текст : электронный. – 119600 p. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112492>

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

При изучении дисциплины «Автоматизированное проектирование» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы, презентации. Возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультимедийного проектора. На лекциях и практических занятиях используются плакаты, наглядные пособия и альбомы чертежей. На практических занятиях используется пакет компьютерных программ по расчету и проектированию параметров торфяных машин, разработанный кафедрой «Технологические машины и оборудование». Кафедрой используется компьютерный класс факультета ПиЭ. Копии чертежей. Компьютерный класс. Программное обеспечение Компас3D.

### **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**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».
2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.  
Вид промежуточной аттестации устанавливается:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

3. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех практических работ и курсовой работы.

### **9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсовой работы: разработка проекта сложного технического изделия (типа многоступенчатого редуктора) используя средства САПР и 3-D моделирования. Вариант задания выдается студенту преподавателем в соответствии со списком группы.

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	Построение 3-D модели изделия	Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
2	Использование библиотек Компас для расчета	Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
3	Использование метода конечных элементов для прочностного расчета	Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
4	Оформление согласно требованиям ЕСКД	Выше базового – 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
-	Выводы по работе	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
-	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

«отлично» – при сумме баллов от 16 до 18;

«хорошо» – при сумме баллов от 13 до 15;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 11 до 12;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 10, а также при любой другой сумме, если по любому разделу работа имеет 0 баллов.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре ТМО.

Курсовая работа состоит из титульного листа, содержания, введения, основной части, заключения, списка использованных источников. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсовой работы. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Во введении необходимо отразить актуальность темы исследования, цель и задачи курсовой работы. Объем должен составлять 2-3 страницы.

Графическая часть курсовой работы выполняется на 1,5-2 листах формата А1 и состоит из следующих частей:

- 3-D модели деталей;
- 3-D модель сборки изделия;

В заключении необходимо сделать выводы по работе.

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

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовая работа не подлежат обязательному внешнему рецензированию.

Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа.

Курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

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

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения зачета по результатам текущей успеваемости, выполнению заданий практических занятий, курсовой работы.

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

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к практическим занятиям, а также всех видов самостоятельной работы.

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

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых

утверждена Положением о рабочих программ дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.