

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
И.А. Новиков  
« 20 » 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и  
защиты в чрезвычайных ситуациях**

Специальность:

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация:

**Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных  
ситуациях**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**очная**

Институт Транспортно-технологический

Кафедра Технологические комплексы, машины и механизмы

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного приказа Минобрнауки России от 11 августа 2020 г. № 935;
- Учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): старший преподаватель  
(ученая степень и звание, подпись)  Перельгин Д.Н.  
(инициалы, фамилия)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание, подпись)  Севостьянов В.С.  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание, подпись)  Орехова Т.Н.  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-1 Способен планировать и организовывать разработку конструкций наземных транспортно-технологических средств и их компонентов	ПК-1.2 Планирует необходимые ресурсы для разработки конструкций НТТС и их компонентов	<b>Знать:</b> программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. <b>Уметь:</b> рассчитывать узлы, агрегаты и системы транспортно-технологических средств и их технологического оборудования. <b>Владеть:</b> прикладными программами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования
		ПК 1.7. Анализирует результаты выполненных расчетов НТТС и их компонентов	<b>Знать:</b> программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств <b>Уметь:</b> рассчитывать узлы, агрегаты и системы транспортно-технологических средств. <b>Владеть:</b> прикладными программами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен планировать и организовывать разработку конструкций наземных транспортно-технологических средств и их компонентов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Конструкции и расчёт рабочего оборудования наземных транспортно-технологических средств
2	Теория технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях
3	Проектирование металлических конструкций технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях

4	Организация ремонтных работ технических средств природообустройства
5	Организация работ при чрезвычайных ситуациях
6	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях
7	Мобильные производственные модули для переработки техногенных материалов
8	Спасательное оборудование
9	Альтернативные технологии и технические средства в природообустройстве
10	Учебно-технологическая (производственно-технологическая) практика
11	Производственная конструкторская практика
12	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 (пять) зач, единицы, 180 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ дифференцированный зачет \_\_\_\_\_  
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	88	88
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	92	92
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	92	92
Зачет дифференцированный		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
<b>Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях</b>					
1	Введение. Структура дисциплины, ее цель и задачи. Основные тенденции внедрения компьютерных технологий машиностроении.	2			7
2	Автоматизация конструкторской (КПП) и технологической подготовки производства (ТПП). Понятие единого информационного пространства предприятия.	4	2	2	8
3	Геометрическое моделирование. Векторные графические модели. Растровые графические модели.	4	2	2	8
4	Классификация моделей, используемых в технике: инженерно-физические, структурные, геометрические, информационные. Основные свойства моделей.	4	2	3	9
5	Методология имитационного моделирования. Методы формализации в компьютерном моделировании. Основные этапы и подходы к реализации имитационного моделирования. Программные средства имитационного моделирования	4	2	3	9
6	Понятие и структура расчётной модели МКЭ. Глубина моделирования. Основные понятия МКЭ. Понятие о конечных элементах (КЭ), типы и атрибуты КЭ.	4	2	4	10
7	Теоретические основы МКЭ. Основные понятия вариационного исчисления. Вариация функции. Функционал. Вариация функционала. Уравнение Эйлера. Метод Релея-Рица. Уравнения теории упругости (ТУ) в векторно-матричной форме. Уравнения плоской задачи ТУ.	4	2	3	9
8	Программные комплексы на основе МКЭ для расчёта в машиностроении	4	2	8	14
9	Практические вопросы построения и реализации конечноэлементных моделей. Источники погрешностей и ошибок МКЭ. Методы решения линейных алгебраических уравнений с разреженными матрицами коэффициентов.	4	3	9	16
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>92</b>

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к
-------	---------------------------------	---	------------	--

<sup>1</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

				аудиторным занятиям
Семестр №9				
1	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Конструкционный анализ. Влияние различных факторов на точность конечно-элементных расчетов.	2	2
2	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Конструкционный анализ. Влияние различных факторов на точность конечно-элементных расчетов. Препроцессинг и генерация конечно-элементной сетки. Статический конструкционный анализ	2	2
3	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Виды источников энергии и функциональные зависимости, описывающие интенсивность распределения тепла: 1. Основные разновидности объемных и поверхностных источников энергии; 2. Параметры, описывающие распределение тепла в материале при действии различных источников энергии.	3	3
4	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Применение МКЭ для расчета фермы. Применение МКЭ для расчета плоского напряженного состояния пластины. Применение МКЭ для решения задачи теплопроводности. Студенты	3	3
5	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Применение МКЭ для расчета Аэродинамических параметров конструкции	4	4
6	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Моделирование процессов сварки	3	3
7	Компьютерное проектирование технических средств	Построение цифровой модели узла (агрегата) машины для природообустройства	8	8

	природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях			
8	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Построение цифровой модели рабочего органа машины для природообустройства	9	9
ВСЕГО:			34	34

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Семестр №9</b>				
1	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Основы построения моделей	2	2
2	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Применение МКЭ для расчета фермы.	2	2
3	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Применение МКЭ для расчета плоского напряженного состояния пластины..	2	2
4	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Применение МКЭ для решения задачи теплопроводности	2	2
5	Компьютерное проектирование технических средств	Конструкционный анализ	2	2

	природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях			
6	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Тепловой анализ	2	2
7	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Модальный анализ	2	2
8	Компьютерное проектирование технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях	Аэродинамический анализ	3	3
ВСЕГО:			17	17

#### **4.4. Содержание курсового проекта/работы**

Не предусмотрено учебным планом.

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом.



## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-1** Способен планировать и организовывать разработку конструкций наземных транспортно-технологических средств и их компонентов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2 Планирует необходимые ресурсы для разработки конструкций НТТС и их компонентов	Собеседование, выполнение практических работ, защита лабораторных работ, дифференцированный зачет.
ПК-1.7 Анализирует результаты выполненных расчетов НТТС и их компонентов	Собеседование, выполнение практических работ, защита лабораторных работ, дифференцированный зачет.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Современные методы инженерных и научных расчетов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Расчётная модель конструкции. Аналитические и численные методы расчёта.</li><li>2. Идея метода конечных элементов (МКЭ). Основные понятия: конечный элемент (КЭ), узел, функция формы (базисная функция), локальная и глобальная системы координат.</li><li>3. Основные типы конечных элементов.</li><li>4. Современные программные комплексы МКЭ. Понятия: препроцессор, процессор, постпроцессор.</li><li>5. Структура расчётной модели. Глубина моделирования.</li><li>6. Основные понятия вариационного исчисления: вариация функции, функционал, вариация функционала. Уравнение Эйлера. Метод Релея-Рица.</li><li>7. Основные уравнения теории упругости в операторно-матричном виде. Уравнения метода перемещений.</li><li>8. Принцип возможных перемещений. Вариационный принцип Лагранжа.</li><li>9. Метод конечных элементов в форме метода перемещений. Понятие матрицы жёсткости конечного элемента.</li><li>10. Матрица жёсткости простейшего стержневого КЭ.</li><li>11. Преобразование матриц жесткостей КЭ при переходе от локальной к глобальной системе координат.</li><li>12. Матрица жёсткости треугольного КЭ для плоской задачи теории упругости.</li></ol>

		<p>13. Формирование глобальной матрицы жёсткости, её свойства. Учёт граничных условий.</p> <p>14.14. Точность МКЭ. Ошибки решения. Понятия о h-методе и p-методе МКЭ.</p>
--	--	---

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных определений и терминологии в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения материала
Умения	Умение производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.
Владение	Владение навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основных определений и терминологии в области надёжности современных технических систем и методики испытаний машин на надёжность	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.	Не умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.	Умеет производить сбор и анализ статистических данных о надёжности механических систем.	Умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем, ограниченным количеством	Умеет производить сбор, анализ и обработку статистических данных о надёжности механических систем.

			методов	
--	--	--	---------	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Не владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Владеет базовыми навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации	Владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации, допускает погрешности в оценке и прогнозировании	Владеет навыками оценки и прогнозирования надёжности по результатам испытаний и эксплуатации

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория кафедры ТКММ (017 и 018 УКЗ)	Презентационная техника и оборудование, лабораторные установки двигателя внутреннего сгорания, демонстрационные модели установок переработки природных и техногенных материалов; оборудование для определения физико-механических свойств материалов; мобильный аппарат для определения свойств нефтепродуктов, оборудование для аддитивных технологий ленточные конвейеры; элеваторы; винтовые конвейеры; оборудование пневмотранспорта.
2	Аудитория компьютерного проектирования (109 УКЗ)	Персональные компьютеры с предустановленным специализированными программными продуктами.
3	Компьютерный класс НТБ	Помещение для самостоятельной работы.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	AutoCAD	<a href="https://wiki.freecadweb.org/Licence">https://wiki.freecadweb.org/Licence</a>
2	The open-source Arduino Software (IDE)	<a href="https://docs.arduino.cc">https://docs.arduino.cc</a>

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Кудрявцев Е.М. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования: Учеб. для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 383 с.
2. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Тупик. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 230 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016.html> Хейфец А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика. - М.: Юрайт, 2013.
3. Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Ф. Авлукова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 221 с. — 978-985-06-2316-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24071.html>
4. Основы САПР [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Крысова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2016. — 92 с. — 978-5-8149-2423-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78451.html>

#### **6.4. Перечень дополнительной литературы**

1. Шандров, Борис Васильевич. Технические средства автоматизации [Текст]: учебник для вузов: допущено МО РФ. - Москва: Academia, 2007 (Саратов ОАО "Саратов. полиграф. комбинат", 2006). - 360 с.
2. Евтюков С.А. Построение математических моделей и систем автоматизированного проектирования подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Евтюков С.А., Овчаров А.А., Замараев И.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 44 с. — ЭБС «IPRbooks».
3. Ездаков А.Л. Экспертные системы САПР : учебное пособие : допущено УМО. – Москва : Форум, 2014. – 159 с.
4. Боголюбов С.К. «Чтение и детализирование сборочных чертежей» Учебное пособие. Альбом. - М.: Машиностроение, 1986.-84 с.

#### **6.5. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru/>
2. Сайт Электронно-библиотечной системы издательства «Лань»: <http://edanbook.com/>
3. <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=МОТР>
4. Сайт Электронно-библиотечной системы «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>2</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>3</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>2</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>3</sup> Нужно подчеркнуть