

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФЭАТ

А.С. Баранов

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.11 «Численные методы расчета конструкций автомобилей и тракторов»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **23.05.01**

**Наземные транспортно-технологические средства**

Направленность (профиль, специализация): **Автомобили и тракторы**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.В. Горбачев
Согласовал	Зав. кафедрой «НТТС»	С.А. Коростелев
	руководитель направленности (профиля) программы	С.А. Коростелев

г. Барнаул

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-6	способностью использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	прикладное программное обеспечение для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	обоснованно выбирать прикладное программное обеспечение для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	навыками расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с помощью прикладного программного обеспечения
ПК-7	способностью разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	программное обеспечение для разработки конструкторско-технологической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	разрабатывать конструкторско-технологическую документацию новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с помощью прикладного программного обеспечения	навыками разработки конструкторско-технологической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с помощью прикладного программного обеспечения
ПК-9	способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности	критерии для оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности	определять критерии оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности	навыками определения критериев для оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности
ПСК-1.2	способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов	теоретические и экспериментальные методы исследования автомобилей и тракторов	применять теоретические и экспериментальные методы научного исследования при поиске и проверке новых идей	теоретическими и экспериментальными методами научного исследования при поиске и проверке новых идей совершенствования

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
			совершенствования автомобилей и тракторов	автомобилей и тракторов
ПСК-1.5	способностью использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов	прикладное программное обеспечение для расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов	обоснованно выбирать прикладное программное обеспечение для расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов	навыками расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов с помощью прикладного программного обеспечения

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Детали машин и основы конструирования, Информатика, Математика, Сопротивление материалов
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Конструирование и расчет автомобилей и тракторов, Конструирование и расчет ходовой части гусеничных машин, Научно-исследовательская работа, Проектирование автомобилей и тракторов

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	17	0	17	110	44

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Лекционные занятия (17ч.)**

- 1. Введение. {беседа} (1ч.)[3,4,5]** Этапы развития численных методов расчета конструкций. Примеры применения численных методов в расчете конструкций автомобилей и тракторов. Краткий обзор существующих методов. Основные сведения о матрицах и матричных операциях.
- 2. Метод конечных элементов (МКЭ). {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[3,4,5]** История развития метода. Основная концепция МКЭ. Преимущества и недостатки. Типы конечных элементов. Разбиение области на элементы. Нумерация узлов. Топология элементов.
- 3. Определения и основные операции с элементами.(1ч.)[3,4,5]** Система координат. Идеализация с помощью основных конечных элементов. Работа и энергия. Соотношения между силами и перемещениями для элемента. Преобразование соотношений жесткости и податливости. Преобразование степеней свободы.
- 4. Способы глобального анализа конструкций.(1ч.)[3,4,5]** Прямой метод жесткости. Основные понятия. Общая методика. Специальные операции.
- 5. Основные соотношения теории упругости.(1ч.)[3,4,5]** Дифференциальные уравнения равновесия. Соотношения, связывающие деформации с перемещениями. Уравнения состояния материала. Граничные условия.
- 6. Прямые методы построения элементов.(1ч.)[3,4,5]** Прямой метод. Треугольный плосконапряженный элемент. Ограничения в прямом методе.
- 7. Представление функций поведения элементов и его геометрии.(2ч.)[3,4,5]** Требования к представлению функций поведения элемента. Треугольные элементы. Тетраэдральные элементы. Изопараметрическое представление.
- 8. Плосконапряженное состояние. Треугольные элементы. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5]** Дифференциальные уравнения и уравнения состояния. Потенциальная энергия. Дополнительная энергия. Элементы, построенные на базе предполагаемых перемещений. Топология элементов. Координаты узлов. Расчет коэффициентов матрицы жесткости треугольного элемента. Построение глобальной матрицы жесткости конструкции. Кинематические граничные условия. Учет кинематических граничных условий, редуцирование глобальной матрицы жесткости конструкции, формирование матрицы для определения сил реакции. Задание силовых граничных условий. Формирование глобального вектора сил.
- 9. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.(1ч.)[3,4,5]**

Тип глобальной матрицы жесткости, свойства. Метод Гаусса и его модификации. Метод Холецкого. Учет свойств глобальной матрицы жесткости. Диагональная схема записи элементов.

**10. Трехмерные элементы.(2ч.)[3,4,5]** Уравнения теории упругости. Потенциальная энергия. Построение тетраэдральных элементов. Элемент с линейным полем перемещений. Прямоугольные шестигранные элементы. Прямоугольный шестигранник с линейным полем перемещений. Примеры расчетов элементов конструкции автомобилей и тракторов.

**11. Сплошные элементы.(2ч.)[3,4,5]** Плоско-деформированное состояние. Осесимметричные тела. Осесимметричный элемент с треугольным поперечным сечением. Примеры расчетов элементов конструкции автомобилей и тракторов.

**12. Элементы для описания поведения пластин. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5]** Требования к прочности кузовов автомобилей и кабин тракторов. Построение конечно-элементных моделей кузовов автомобилей и кабин тракторов. Примеры расчетов элементов конструкции кузовов автомобилей и кабин тракторов.

#### **Практические занятия (17ч.)**

**1. Практическое занятие 1- Операции над матрицами.(2ч.)[1,2,5]** Изучение алгоритмов сложения, умножения, транспонирования матриц.

**2. Практическое занятие 2- Разбиение области на конечные элементы.(2ч.)[1,2,5]** Треугольные элементы. Четырехсторонние изопараметрические 8-узловые элементы.

**3. Практическое занятие 3(2ч.)[1,2,5]** Вычисление коэффициентов матрицы жесткости треугольного элемента.

**4. Практическое занятие 4(2ч.)[1,2,5]** Построение глобальной матрицы жесткости конструкции.

**5. Практическое занятие 5(2ч.)[1,2,5]** Учет граничных условий и формирование системы линейных алгебраических уравнений. Решение системы.

**6. Практическое занятие 6(2ч.)[1,2,5]** Вычисление сил реакции. Вычисление деформаций и напряжений.

**7. Практическое занятие 7(5ч.)[1,2,5]** Расчет напряженно-деформированного состояния элементов конструкции автомобилей и тракторов с помощью метода конечных элементов.

#### **Самостоятельная работа (110ч.)**

**1. Проработка материалов лекций(24ч.)[3,4,5,6]**

**2. Подготовка к практическому занятию(24ч.)[1,2,5]**

**3. Подготовка к контрольному опросу(17ч.)[3,4,5,6]**

**4. Подготовка к сдаче экзамена.(45ч.)[3,4,5,6]**

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Коростелев, С.А. Методы отыскания решений нелинейных уравнений. [Текст]: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Численные методы и их программная реализация» методические указания для студентов специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / С.А. Коростелев // Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013.- 8 с.  
[http://elib.altstu.ru/eum/download/ntts/Korostelev\\_mornu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ntts/Korostelev_mornu.pdf)

2. Коростелев, С.А. Численное интегрирование. [Текст]: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Численные методы и их программная реализация» методические указания для студентов специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / С.А. Коростелев // Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013.- 12 с.  
[http://elib.altstu.ru/eum/download/ntts/Korostelev\\_integrir.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ntts/Korostelev_integrir.pdf)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Шарипов, В.М. Конструирование и расчет тракторов [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Шарипов. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2009. — 752 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/787>.

### **6.2. Дополнительная литература**

4. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190>.

5. Турчак, Л.И. Основы численных методов : учебное пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2002. - 304 с. - ISBN 5-9221-0153-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69329>

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	Windows
2	Microsoft Office
3	SOLIDWORKS 2015
4	LibreOffice
5	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».