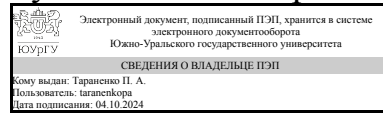


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



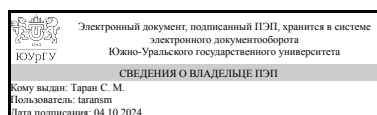
П. А. Тараненко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.03 Цифровые двойники в транспортном машиностроении  
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и  
специальной техники "Сердце Урала"

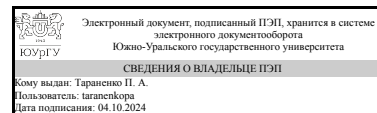
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым  
приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



П. А. Тараненко

## 1. Цели и задачи дисциплины

Данная программа ориентирована на преподавателей практических занятий в области динамики механических систем транспортных средств (базовые механизмы и узлы двигателей, транспортных средств, колесной техники, колесно-гусеничной техники). Предполагается, что слушатели курса обучения владеют основами предметной области и основами компьютерной грамотности на уровне уверенного пользователя.

### Краткое содержание дисциплины

Тема 1. Основы работы в ПК «Универсальный механизм» по оценке динамики механических систем, моделирование динамики транспортных средств  
Тема 2. Оценка динамики транспортных средств в ПК «УМ» с учетом элементов ДВС и Трансмиссии в составе модели  
Тема 3. Оценка динамики транспортных средств с учетом упругости их узлов и элементов в процессе моделирования  
Тема 4. Оценка динамики транспортных средств и их узлов в составе комплексных моделей с учетом систем САУ  
Тема 5. Моделирование динамики транспортных средств в условиях окружающей среды (трассы, полигоны), управление движением ТС в режиме тренажера с учетом подсистем ДВС и трансмиссии

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен разрабатывать комплексные междисциплинарные функциональные модели двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных моделей, работать с современными передовыми системами управления инженерными данными об узлах и агрегатах изделия	Знает: методы разработки математических моделей автомобиля и его подсистем различного уровня Умеет: использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в автомобиле и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования Имеет практический опыт: разработки и исследования виртуальных моделей автомобиля и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в автомобиле и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.04 Твердотельная динамика	1.Ф.08 Экспериментальный модальный анализ

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.04 Твердотельная динамика	Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования систем, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел Умеет: разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических систем, в максимальной степени учитывающие особенности их конструкции; выполнять расчёт параметров конструкции, определяющих ее работоспособность и точность (перемещения, скорости и ускорения точек, действующие нагрузки); выполнять оптимизацию параметров конструкции Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из абсолютно твердых тел

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
Подготовка к зачету	35,75	35,75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
4	Оценка динамики транспортных средств и их узлов в составе комплексных моделей с учетом систем САУ	16	8	8	0
5	Моделирование динамики транспортных средств в условиях окружающей среды (трассы, полигоны), управление движением ТС в режиме тренажера с учетом подсистем ДВС и трансмиссии	16	8	8	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
09	4	«Применение программного комплекса «Универсальный механизм» для моделирования динамики механических систем совместно с системами автоматического управления (САУ)». Обсуждение особенностей описания и возможностей исследования динамики узлов и элементов ДВС в интеграции с системами САУ (модуль UM Control), работа с интерфейсами интеграции UM с Matlab&Simulink (SimInTech)	4
10	4	«Применение программного комплекса «Универсальный механизм» для моделирования динамики транспортных средств совместно с системами САУ и стабилизации». Обсуждение особенностей описания и возможностей исследования динамики транспортных средств (и элементов ДВС) в интеграции с системами САУ, работа с интерфейсами интеграции UM с Matlab&Simulink (SimInTech)	4
11	5	«Применение программного комплекса «Универсальный механизм» для моделирования движения транспортных средств по трассам (полигонам) с учетом встроенной модели управления, исследование динамики в режиме многовариантных экспериментов». Обсуждение особенностей задания макро- и микро профилей пути, неровностей (полигонов), моделей контакта пневматических шин с дорожным покрытием, рулевого управления, встроенной модели водителя и др. Возможности моделирования элементов трансмиссии в составе подсистем транспортного средства (ДВС, сцепление, коробка передач, карданные валы, ШРУС, главная передача, дифференциалы) (модули UM Automotive, UM Driveline)	4
12	5	Применение программного комплекса «Универсальный механизм» для моделирования динамики транспортных средств в режиме автомобильного тренажера с управлением ДВС и Трансмиссией». Обсуждение особенностей описания и возможностей исследования динамики транспортных средств в режиме простого тренажера транспортного средства.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
10	4	«Комментарии и изучение создания комплексных динамических моделей в UM с использованием интеграции Matlab Import и Matlab CoSimulation (SimIntech Import и SimIntech CoSimulation) по разделу «Начинаем работать». Самостоятельная работа слушателей с моделями.	4
11	4	«Комментарии и изучение создания комплексной динамической модели в UM с системами САУ с использованием MatlabImport и MatlabCosimulation** (SimIntechImport и SimIntechCosimulation) по разделу «Начинаем работать» (Оценка эффективности торможения автомобиля VAZ 2109** с учетом и без учета системы ABS). Самостоятельная работа слушателей с моделями в UM и САУ в режиме интеграции.	4
12	5	«Комментарии и изучение создания динамической модели транспортного средства в UM с элементами трансмиссии автомобиля VAZ 2109** по разделу «Начинаем работать». Моделирование динамики автомобиля при движении по трассе, подготовка модели к моделированию. Самостоятельная работа слушателей с моделями.	4
13	5	«Комментарии и изучение создания динамической модели транспортного	4

	средства в UM в режиме тренажера с учетом параметров ДВС и Трансмиссии автомобиля VAZ 2109** по разделу «Начинаем работать» (Оценка динамики автомобиля с учетом движения в режиме тренажера с параметрами ДВС и трансмиссии). Самостоятельная работа слушателей с моделями в UM Automotive.	
--	--	--

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная литература [1-4], дополнительная литература [1-3]	3	35,75

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
9	3	Текущий контроль	Создание комплексных динамических моделей в UM с использованием интеграции Matlab Import и Matlab CoSimulation (SimIntech Import и SimIntech CoSimulation)	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
10	3	Текущий контроль	Создание комплексной динамической модели в UM с системами САУ с использованием MatlabImport и MatlabCosimulation (SimIntechImport и SimIntechCosimulation). Оценка эффективности торможения автомобиля VAZ 2109 с	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет

			учетом и без учета системы ABS.				
12	3	Текущий контроль	Создание динамической модели транспортного средства в UM с элементами трансмиссии автомобиля VAZ 2109. Моделирование динамики автомобиля при движении по трассе, подготовка модели к моделированию.	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
13	3	Текущий контроль	Создание динамической модели транспортного средства в UM в режиме тренажера с учетом параметров ДВС и Трансмиссии автомобиля VAZ 2109 (Оценка динамики автомобиля с учетом движения в режиме тренажера с параметрами ДВС и трансмиссии)	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
14	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	8	Билет содержит два задания. Максимальное количество баллов равно 8. Шкала оценивания каждого практического задания: каждое задание оценивается по 4-балльной шкале. 4 балла — задание выполнено правильно, может быть допущена одна несущественная ошибка; 3 балла — при решении задания могут быть допущены 2–3 несущественные ошибки; 2 балла — при решении задания может быть допущена одна существенная ошибка; 1 балл — при решении задания допущены более одной существенной ошибки; 0 баллов — студент не справился с заданием. Время выполнения - два астрономических часа. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного выставления баллов.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид	Процедура проведения	Критерии
-----	----------------------	----------

промежуточной аттестации		оценивания
зачет	<p>При проведении промежуточной аттестации для оценивания результатов учебной деятельности обучающихся используется балльно-рейтинговая система. (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09 и от 02.09.2024 № 158-13/09. Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования в ЮУрГУ утверждено приказом ЮУрГУ от 27.02.2024 № 33-13/09). Основанием для выставления зачета является рейтинг обучающегося, который рассчитывается по результатам текущего контроля и отражается в журнале БРС. Студенты, имеющие перед зачетом рейтинг более 60%, могут получить зачет по итогам работы в семестре. Студенты могут улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным.</p> <p>Билет содержит два задания. Шкала оценивания каждого практического задания: каждое задание оценивается по 4-балльной шкале. 4 балла — задание выполнено правильно, может быть допущена одна незначительная ошибка; 3 балла — при решении задания могут быть допущены 2–3 незначительные ошибки; 2 балла — при решении задания может быть допущена одна существенная ошибка; 1 балл — при решении задания допущены более одной существенной ошибки; 0 баллов — студент не справился с заданием. Время выполнения - два астрономических часа. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного выставления баллов.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		9	10	12	13	14
ПК-4	Знает: методы разработки математических моделей автомобиля и его подсистем различного уровня	++	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в автомобиле и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования	++	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: разработки и исследования виртуальных моделей автомобиля и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в автомобиле и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования	++	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний Текст Учебник для вузов по спец."Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с. ил.
2. Каплун, А. Б. Ansys в руках инженера [Текст] практ. рук. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. ил.
3. Макаров Е. Г. Mathcad : учеб. курс / Е. Г. Макаров. - СПб. и др. : Питер, 2009. - 381 с. : ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Басов, К. А. ANSYS [Текст] справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Горелов, В. А. Программные средства автоматизированного анализа динамики наземных транспортно-технологических комплексов : учебное пособие / В. А. Горелов, А. И. Комиссаров, Б. В. Падалкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 33 с. — ISBN 978-5-7038-5072-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172749> (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Горелов, В. А. Программные средства автоматизированного анализа динамики наземных транспортно-технологических комплексов : учебное пособие / В. А. Горелов, А. И. Комиссаров, Б. В. Падалкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 33 с. — ISBN 978-5-7038-5072-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172749> (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90112">https://e.lanbook.com/book/90112</a> (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Павлов, А. С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS : учебное пособие / А. С. Павлов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 34 с. — ISBN 978-5-85546-825-0. —



		Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/63695">https://e.lanbook.com/book/63695</a> (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
--	--	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
5. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
6. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	328а (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор АОС 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD
Лекции	328а (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор АОС 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD. Телевизор Xiaomi Mi Tv.