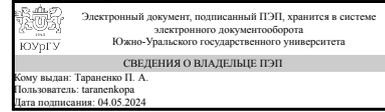


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



П. А. Тараненко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.ПО.20.01 Цифровое моделирование динамики машин и механизмов

**для направления** 15.03.03 Прикладная механика

**уровень** Бакалавриат

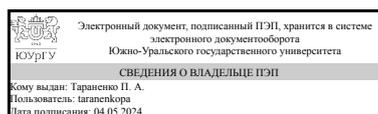
**профиль подготовки** Компьютерное моделирование и испытания высокотехнологичных конструкций

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Техническая механика

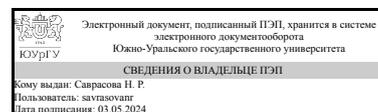
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Н. Р. Саврасова

## 1. Цели и задачи дисциплины

формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по цифровому и виртуальному моделированию и исследованию движения механических систем в программах MathCAD и "Универсальный механизм". Задачи учебной дисциплины – овладеть теоретическими основами и практическими методами цифрового моделирования механических систем и их исследования

## Краткое содержание дисциплины

Знакомство с интерфейсом, установка рабочей среды, создание объекта и его модификация, создание соединений, параметризация модели, моделирование кинематики объекта, моделирование движения под действием заданных сил, моделирование движения при контакте с поверхностью, моделирование колебаний. Сравнение результатов моделирования в двух программах.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен решать профессиональные задачи на основе представлений о процессах и явлениях, происходящих в природе, а также понимания о возможностях современных научных методов познания природы	Знает: современные пакеты 1D и 3D цифрового моделирования динамики сборок из абсолютно твердых тел Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек) Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа систем твердых тел
ПК-4 Способен на научной основе организовать свой труд и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным наукоемким процессам, машинам и конструкциям	Знает: теоретические основы и методы цифрового моделирования Умеет: разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для цифрового компьютерного моделирования динамических систем

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Практикум по кинематике и динамике твердых тел	Теория колебаний, Динамика машин, Основы планирования эксперимента, Численные методы технической механики, Цифровые методы анализа динамики конструкций, Теория колебаний континуальных систем, Практикум по виду профессиональной деятельности, Аналитическая динамика,

	Строительная механика пластин, Основы расчетов на прочность в инженерной практике, Устойчивость механических систем, Регрессионный анализ и планирование эксперимента, Строительная механика машин, Теория упругости, Вычислительные методы решения инженерных задач, Статистическая механика, Строительная механика оболочек
--	---

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

Дисциплина	Требования
Практикум по кинематике и динамике твердых тел	<p>Знает: основные понятия и законы кинематики и динамики твердого тела и механической системы, методы кинематического и динамического анализа механической системы, фундаментальные понятия кинематики и динамики; основные аксиомы, законы и принципы теоретической механики для применения их в профессиональной деятельности</p> <p>Умеет: решать типовые задачи кинематики и динамики материальных объектов, анализировать полученный результат, применять теоремы кинематики, общие теоремы и принципы динамики к исследованию движения твердого тела и механической системы</p> <p>Имеет практический опыт: применения методов кинематического и динамического анализа для математического описания движения материальных объектов и решения полученных математических моделей, математического моделирования кинематического и динамического состояния механических систем и анализа полученных результатов</p>

#### 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
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	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
Задание №3: Силовой анализ в "MathCAD" и "УМ"	5	5
Задание №2: Кинематический анализ в "MathCAD" и "УМ"	5	5
Задание №4: Динамический анализ в MathCAD" и "УМ"	10,75	10.75
Задание №1: создание соединений, конструирование механизма	5	5
Подготовка к зачету	10	10
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
1	Интерфейс пакета "Универсальный механизм"	4	2	2	0
2	Создание и модификация объекта	4	2	2	0
3	Конструирование механизма	8	4	4	0
4	Моделирование динамики механизма	16	8	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Запуск пакета, установка рабочей среды, главная панель инструментов	2
2	2	Создание объекта: выбор объекта, задание размеров, присвоение имени, изменение вида в окне просмотра, перемещение и вращение. Модификация объекта: изменение цвета, размеров, расположения. Выбор материала, изменение массы.	2
3,4	3	Виды соединений и общие принципы их создания, параметризация модели, конструирование механизма, модификация механизма, моделирование кинематики механизма	4
5	4	Моделирование равновесия и движения тел под действием прикладываемых сил	2
6,7	4	Моделирование движения тела при контакте с поверхностью	4
8	4	Моделирование колебаний	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Создание цифровой модели механизма в программе "MathCAD"	2
2	2	Создание объектов, присвоение имени, модификация объектов в программе "Универсальный механизм".	2
3,4	3	Создание соединений, моделирование движения и анимация,	4

		конструирование механизма и исследование его кинематики. Сравнение результатов с расчетами в "MathCAD".	
5	4	Построение прикладываемых сил, определение реакций опор твердого тела, силовой анализ механизма. Сравнение результатов с расчетами в "MathCAD".	2
6,7	4	Создание контактных сил, моделирование контакта двух тел при ударе и при перекачивании по поверхности	4
8	4	Моделирование свободных и вынужденных колебаний материальной точки	2

### 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
Задание №3: Силовой анализ в "MathCAD" и "УМ"	МП для СРС [1]	4	5
Задание №2: Кинематический анализ в "MathCAD" и "УМ"	МП для СРС [1]	4	5
Задание №4: Динамический анализ в MathCAD" и "УМ"	МП для СРС: [1]	4	10,75
Задание №1: создание соединений, конструирование механизма	МП для СРС [1]	4	5
Подготовка к зачету	МП для СРС: [1]	4	10

## 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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Задание №1	1	3	Преподаватель проверяет и оценивает задание №1. При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Процедура проведения: проверка преподавателем задания, самостоятельно выполненного обучающимся. Шкала оценивания: 3 балла - задание выполнено полностью правильно; 2	зачет

						балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1 балл - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. Максимальное число баллов - 3. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов.	
2	4	Текущий контроль	Задание №2	1	3	Преподаватель проверяет и оценивает задание №2. При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Процедура проведения: проверка преподавателем задания, самостоятельно выполненного обучающимся. Шкала оценивания: 3 балла - задание выполнено полностью правильно; 2 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1 балл - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. Максимальное число баллов - 3. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов.	зачет
3	4	Текущий контроль	Задание №3:	1	3	Преподаватель проверяет и оценивает задание №3. При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Процедура проведения: проверка преподавателем задания, самостоятельно выполненного обучающимся. Шкала оценивания: 3 балла - задание выполнено полностью правильно; 2 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1 балл - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. Максимальное число баллов - 3. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов.	зачет
4	4	Текущий контроль	Задание №4	1	3	Преподаватель проверяет и оценивает задание №4. При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Процедура проведения: проверка преподавателем задания, самостоятельно выполненного обучающимся. Шкала оценивания: 3 балла -	зачет

						задание выполнено полностью правильно; 2 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1 балл - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. Максимальное число баллов - 3. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов.	
5	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	3	Проведение зачета: студенты в аудитории выполняют практическое задание, преподаватель проверяет, беседует и оценивает. При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Шкала оценивания: 3 балла - задание выполнено полностью правильно; 2 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1 балл - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. Максимальное число баллов - 3. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Студенты в аудитории выполняют практическое задание, преподаватель проверяет, беседует и оценивает. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Зачтено: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 % ; Не зачтено: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %..	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: современные пакеты 1D и 3D цифрового моделирования динамики сборок из абсолютно твердых тел	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек)	+	+	+	+	+

ПК-2	Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа систем твердых тел	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Знает: теоретические основы и методы цифрового моделирования	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для цифрового компьютерного моделирования динамических систем	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики [Текст] Т. 1 Статика и кинематика Т. 2 Динамика учеб. пособие для вузов по техн. специальностям : в 2 т. Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. - 11-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 729 с.
2. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики Учеб. для вузов С. М. Тарг. - 16-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2006. - 415, [1] с.
3. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин [Текст] учеб. для вузов И. И. Артоболевский. - 5-е изд., стер. - М.: Альянс, 2008. - 639 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний [Текст] учеб. пособие В. А. Романов, О. К. Слива ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Прикладная механика, динамика и прочность машин ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 135, [1] с. ил. электрон. версия

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник ПНИПУ. Механика науч. журн. Перм. нац. исследов. политехн. ун-т журнал. - Пермь, 2012-2016
2. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1, Математика, механика, астрономия науч.-теорет. журн.: 18+ Санкт-Петербург. гос. ун-т (СПбГУ) журнал. - СПб., 2004-
3. Вестник Московского государственного технического университета. Серия: Приборостроение Науч.-теорет. и прикл. журн. широкого профиля Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана журнал. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1991-

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

1. Поляков К.А. "Моделирование кривошипно-ползунного механизма в программном комплексе "Универсальный механизм", Учебное пособие. - Самара, СГУ, 2008

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

- Поляков К.А. "Моделирование кривошипно-ползунного механизма в программном комплексе "Универсальный механизм", Учебное пособие. - Самара, СГУ, 2008

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Никитин, Н.Н. Курс теоретической механики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011 <a href="http://e.lanbook.com/book/1807">http://e.lanbook.com/book/1807</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики. / Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. — СПб. : Лань, 2009. — 736 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/29">http://e.lanbook.com/book/29</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

- АССОН-Компас 3D(бессрочно)
- MSC Software-University MD FEA + Motion Bundle (MD Nastran, Patran, Marc, Sofy, Dytran, Flightloads, MSC Sinda, MD Adams, Easy5)(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	279 (3)	Компьютеры с офисными программами, MATHCAD, MOODLE, КОМПАС, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, проектор, обучающие плакаты, презентации
Лекции	271 (3)	Компьютер с офисными программами, MOODLE, КОМПАС, проектор, презентации
Практические занятия и семинары	334 (2)	Компьютеры с офисными программами, MATHCAD, MOODLE, КОМПАС, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, проектор, обучающие плакаты, презентации