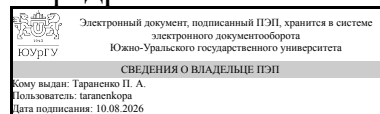


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



П. А. Тараненко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.ПО.17.01 Цифровое моделирование динамики машин и механизмов

**для направления** 15.03.03 Прикладная механика

**уровень** Бакалавриат

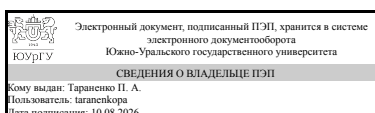
**профиль подготовки** Компьютерное моделирование и испытания высокотехнологичных конструкций

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Техническая механика

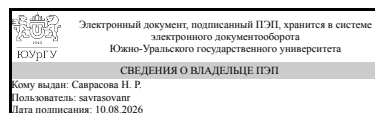
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

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, кинематический и силовой анализ механизма, моделирование динамики и динамический анализ механизма.

## 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<br>Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек)<br>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<br>Умеет: разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции<br>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                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Специальные главы теоретической механики                      | Численные методы технической механики,<br>Теория колебаний континуальных систем,<br>Теория упругости,<br>Основы расчетов на прочность в инженерной практике,<br>Теория колебаний,<br>Вычислительные методы решения инженерных задач,<br>Строительная механика оболочек,<br>Цифровые методы анализа динамики конструкций, |

|  |                                                                                                                                                                                                                             |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Строительная механика машин,<br>Статистическая механика,<br>Специальные главы сопротивления материалов,<br>Строительная механика пластин,<br>Аналитическая динамика,<br>Динамика машин,<br>Устойчивость механических систем |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

| Дисциплина                               | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Специальные главы теоретической механики | Знает: фундаментальные понятия кинематики и динамики; основные аксиомы, законы и принципы теоретической механики для применения их в профессиональной деятельности<br>Умеет: применять теоремы кинематики, общие теоремы и принципы динамики к исследованию движения твердого тела и механической системы<br>Имеет практический опыт: математического моделирования кинематического и динамического состояния механических систем и анализа полученных результатов |

#### 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                              |
| Задание №1: Кинематический анализ механизма                                | 5           | 5                                  |
| Задание №3 Динамический анализ механизма                                   | 10,75       | 10.75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 10          | 10                                 |
| Задание №2: Силовой анализ механизма                                       | 5           | 5                                  |
| Задание №4: Моделирование многосвязного механизма                          | 5           | 5                                  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25        | 4,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

## 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|--------------|------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|              |                                    | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1            | Введение                           | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 2            | Моделирование кинематики механизма | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 3            | Силовой анализ механизма           | 8                                         | 4 | 4  | 0  |
| 4            | Моделирование динамики механизма   | 12                                        | 6 | 6  | 0  |

### 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                            | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1            | Запуск пакета, установка рабочей среды, главная панель инструментов, 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                   |
| 2,3         | 2            | Создание соединений, конструирование кривошипно-ползунного механизма, анализ кинематики, вывод кинематических характеристик                                                                                                                                                                        | 4                   |
| 4,5         | 3            | Присвоение инерционных характеристик звеньям, определение реакций внешних и внутренних связей в рычажном механизме                                                                                                                                                                                 | 4                   |
| 6,7         | 4            | Моделирование динамики рычажных механизмов                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                   |
| 8           | 4            | Анализ динамики рычажного механизма                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                   |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| №<br>занятия | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                             | Кол-<br>во<br>часов |
|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1            | 1            | Знакомство с интерфейсом программы "Универсальный механизм"                                                                                                                                                     | 2                   |
| 2            | 2            | Расчет кинематики кривошипно-ползунного механизма в программе "MathCAD"                                                                                                                                         | 2                   |
| 3            | 2            | Моделирование кинематики кривошипно-ползунного механизма в программе "Универсальный механизм". Сравнение результатов с расчетами в "MathCAD".                                                                   | 2                   |
| 4            | 3            | Силовой анализ кривошипно-ползунного механизма в программе "MathCAD"                                                                                                                                            | 2                   |
| 5            | 3            | Задание инерционных свойств звеньям механизма, задание сосредоточенных сил, силовой анализ кривошипно-ползунного механизма в программе "Универсальный механизм", сравнение результатов с расчетами в "MathCAD". | 2                   |
| 6,7          | 4            | Моделирование и анализ динамики рычажного механизма                                                                                                                                                             | 4                   |
| 8            | 4            | Обеспечение равномерности вращения ведущего звена рычажного механизма за счет изменения его инерционных характеристик.                                                                                          | 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 №1: Кинематический анализ механизма       | МП для СРС [1]                                                             | 3       | 5            |
| Задание №3 Динамический анализ механизма          | МП для СРС: [1]                                                            | 3       | 10,75        |
| Подготовка к зачету                               | МП для СРС: [1]                                                            | 3       | 10           |
| Задание №2: Силовой анализ механизма              | МП для СРС [1]                                                             | 3       | 5            |
| Задание №4: Моделирование многозвенного механизма | МП для СРС [1]                                                             | 3       | 5            |

## 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 - ется в ПА |
|------|----------|------------------|----------------------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1    | 3        | Текущий контроль | Задание №1 - Кинематический анализ механизма | 1   | 5          | 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 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1 балл - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. За выполнения задания в срок - 2 балла. Максимальное число баллов - 5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. | зачет                   |
| 2    | 3        | Текущий контроль | Задание №2 - Силовой анализ механизма        | 1   | 2          | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет                   |

|   |   |                          |                                                    |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|---|---|--------------------------|----------------------------------------------------|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                                    |   |   | 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. За выполнения задания в срок - 2 балла. Максимальное число баллов - 5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов.                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
| 3 | 3 | Текущий контроль         | Задание №3 - Динамический анализ механизма         | 1 | 5 | 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. За выполнения задания в срок - 2 балла. Максимальное число баллов - 5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. | зачет |
| 4 | 3 | Текущий контроль         | Задание №4 - Моделирование многозвенного механизма | 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 - 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. За выполнения задания в срок - 2 балла. Максимальное число баллов - 5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. | зачет |
| 5 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачет                                              | - | 5 | Проведение зачета: студенты в аудитории выполняют практическое задание, преподаватель проверяет, беседует и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | оценивает. При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Шкала оценивания: 5 баллов - задание выполнено полностью правильно; 4-3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки; 1-2 балла - задание выполнено с существенными ошибками; 0 баллов - задание не выполнено. Максимальное число баллов - 5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. |  |
|--|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 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 втузов 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 втузов 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:*

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

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
4. 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 |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 334<br>(2)  | Компьютеры с офисными программами, MATHCAD, MOODLE, КОМПАС, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, проектор, обучающие плакаты, презентации                     |
| Практические занятия и семинары | 319<br>(2)  | Мультимедийная компьютерная аудитория (MATHCAD, MOODLE, КОМПАС, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, проектор, обучающие плакаты, презентации)                |
| Практические занятия и семинары | 328a<br>(2) | мультимедийный компьютерная аудитория (MATHCAD, MOODLE, КОМПАС, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, проектор, обучающие плакаты, презентации)                |
| Лекции                          | 328a<br>(2) | мультимедийный компьютерная аудитория (MATHCAD, MOODLE, КОМПАС, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, проектор, обучающие плакаты, презентации)                |