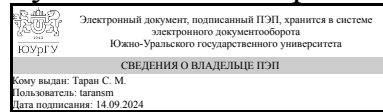


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



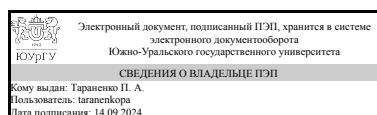
С. М. Таран

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.10 Компьютерное моделирование в Ansys Workbench  
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техническая механика

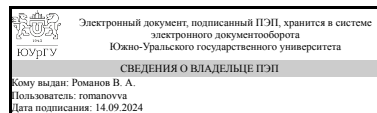
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

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



П. А. Тараненко

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



В. А. Романов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов теоретических и практических знаний в области применения современного программного обеспечения для выполнения сквозного проектирования изделий машиностроения; развитие системного мышления студентов; ознакомление студентов с возможностями современных CAD/CAM/CAE-систем. Задачами изучения дисциплины являются: - изучение CAD/CAM/CAE/PLM-систем; - изучение современных теорий, физико-математических и вычислительных методов для решения профессиональных задач динамики и прочности машин; - освоение способов разработки программных алгоритмов в известных пакетах инженерного анализа.

## Краткое содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в метод конечных элементов Раздел 2. Описание программного комплекса ANSYS Workbench Раздел 3. Графический интерфейс программного комплекса ANSYS Workbench Раздел 4. Управление материалами и их свойствами Раздел 5. Средства создания геометрии в ANSYS Workbench Раздел 6. Средства создания конечно-элементной сетки в ANSYS Workbench Раздел 7. Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя ANSYS Workbench Раздел 8. Практическое применение ПО ANSYS Workbench Раздел 9. Самостоятельная работа Раздел 10. Контактные часы на аттестацию

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Знает: этапы создания компьютерной модели различных процессов; основы компьютерного моделирования процессов с использованием специализированных компьютерных программ на уровне решения стандартных, а также нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте Умеет: использовать методы компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; решать стандартные и нестандартные задачи взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа Имеет практический опыт: компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; решения стандартных и нестандартных задач
ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	Знает: о программных продуктах, методах и алгоритмах компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; современные зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования;

	<p>Умеет: правильно организовать процесс компьютерного моделирования; создавать компьютерные модели междисциплинарных процессов</p> <p>Имеет практический опыт: компьютерного моделирования процессов с помощью специализированных компьютерных программ; анализа и описания результатов компьютерного моделирования; оформления и представления результатов создания компьютерной модели</p>
<p>ПК-3 Способен планировать работы и разрабатывать конструкции двигателей и автотранспортных средств на основе сложных конечноэлементных расчетов и результатов междисциплинарного анализа динамики и прочности их узлов и агрегатов; разрабатывать методики и проводить виртуальные испытания различных подсистем двигателей и автотранспортных средств</p>	<p>Знает: возможности пакета программ Ansys Workbench компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа</p> <p>Умеет: осваивать и применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и вычислительные методы компьютерного инжиниринга</p> <p>Имеет практический опыт: построения вычислительных моделей взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>1.О.08 Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников, 1.Ф.03 Введение в гидрогазодинамику, 1.О.04 Цифровые двойники как компонент индустрии 4.0, Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)</p>	<p>1.Ф.08 Экспериментальный модальный анализ</p>

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

Дисциплина	Требования
<p>1.О.04 Цифровые двойники как компонент индустрии 4.0</p>	<p>Знает: Концепцию четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0), отличие Индустрии 4.0 от предыдущих промышленных революций; цели и задачи ключевых технологий Индустрии 4.0; Умеет: анализировать и сопоставлять комплексное применение ключевых технологий Индустрии 4.0 Имеет практический опыт: самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач цифровой трансформации, в том числе в новой или незнакомой среде и в</p>

	междисциплинарном контексте
1.Ф.03 Введение в гидрогазодинамику	<p>Знает: физические свойства жидкостей и газов, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов, основные уравнения газовой динамики, модели течения жидкостной и газовой сред и области их использования, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов; методы моделирования газовых потоков в ДВС; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках</p> <p>Умеет: решать прикладные задачи гидромеханики, включая расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистем, силового воздействия жидкости и газа на ограничивающие поверхности, выполнять расчеты гидравлических потерь энергии, анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их математические модели; использовать основные уравнения газовой динамики для решения прикладных задач</p> <p>Имеет практический опыт: типовых расчетных исследований гидравлических сопротивлений и устройств истечения жидкостей и газов, путем снижения сил сопротивления и гидравлических потерь энергии, решения типовых задач гидрогазодинамики с привлечением физико-математического аппарата; решения задач течения жидкостей и газов в элементах двигателей внутреннего сгорания; решения задач внешней аэродинамики автомобилей</p>
1.О.08 Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников	<p>Знает: типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые методом конечных элементов в современных системах CAE, причины нарушения работоспособности элементов конструкции; виды расчетных случаев, применяемых в прочностных расчетах; интерфейс и основы работы в широко распространенных современных CAD и CAE системах, основанных на применении метода конечных элементов, основы метода конечных элементов</p> <p>Умеет: на основе системного подхода решать задачи методом конечных элементов, выработать стратегию действий для предотвращения нарушения прочности конструкции, обосновывать выбор метода расчета, создавать адекватные геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; эффективно разбивать детали на конечные элементы; вычислять и анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений при статическом, динамическом и тепловом воздействии; выполнять расчеты на устойчивость; делать многовариантные расчеты</p>

	<p>и выполнять параметрическую оптимизацию; анализировать результаты расчетов и формулировать выводы, корректировать геометрические модели изделия для последующего построения конечноэлементной модели; создавать конечноэлементные модели механических систем, выполнять их расчет, анализировать результаты расчета конечноэлементных моделей; Имеет практический опыт: решения задач в современных системах САЕ, основанных на использовании метода конечных элементов, анализа проблемной ситуации, разработки адекватной расчетной конечноэлементной модели, анализа результатов и формулировки выводов, владения современными конечноэлементными пакетами; расчета динамики и прочности конечноэлементных моделей конструкций</p>
<p>Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)</p>	<p>Знает: пределы своих возможностей в условиях ограниченности ресурсов; способы совершенствования и развития своего интеллектуального и общекультурного уровней; приемы профессионального и личностного саморазвития с учетом возможностей карьерного роста и требований рынка труда и собственных целевых установок, методы управления проектами; этапы жизненного цикла проекта, методы и подходы к созданию междисциплинарных моделей процессов в двигателях и транспортных средствах; методики выполнения виртуальных испытаний различных подсистем двигателей и автотранспортных средств, программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач; жизненный цикл программного обеспечения, современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач Умеет: изучать и решать проблемы на основе неполной или ограниченной информации; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; анализировать ситуацию в профессиональной деятельности и определять на ее основе актуальные для себя траектории профессионального развития, разрабатывать и анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ, разрабатывать связанные междисциплинарные</p>

	<p>модели процессов в двигателях и транспортных средствах, применять технологии проектирования программного обеспечения; разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем, выбирать методы и средства для решения профессиональных задач с применением современных интеллектуальных технологий, а также разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства. Имеет практический опыт: оптимального использования ресурсов для выполнения поставленной задачи; построения и реализации собственной траектории профессионального саморазвития на основе анализа потребностей профессиональной сферы деятельности, разработки исследовательских проектов в профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах, выполнения конечноэлементных расчетов на прочность, газодинамических расчетов, тепловых расчетов и связанных расчетов применительно к автомобилям и двигателям, разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач, разработки оригинальных алгоритмов и программных средств для решения профессиональных задач</p>
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,5	53,5
Подготовка к зачету	30	30
Выполнение индивидуального семестрового задания	23,5	23,5
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в метод конечных элементов	6	2	4	0
2	Описание программного комплекса ANSYS Workbench	6	2	4	0
3	Графический интерфейс программного комплекса ANSYS Workbench	6	2	4	0
4	Управление материалами и их свойствами	6	2	4	0
5	Средства создания геометрии в ANSYS Workbench	6	2	4	0
6	Средства создания конечно-элементной сетки в ANSYS Workbench	6	2	4	0
7	Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя ANSYS Workbench	6	2	4	0
8	Практическое применение ПО ANSYS Workbench	6	2	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в метод конечных элементов	2
2	2	Описание программного комплекса ANSYS Workbench	2
3	3	Графический интерфейс программного комплекса ANSYS Workbench	2
4	4	Управление материалами и их свойствами	2
5	5	Средства создания геометрии в ANSYS Workbench	2
6	6	Средства создания конечно-элементной сетки в ANSYS Workbench	2
7	7	Нагрузки и граничные условия. Настройки решателя ANSYS Workbench	2
8	8	Применение ПО ANSYS Workbench для решения Fluid Structural Interaction (FSI) задач	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Примеры расчета с помощью метода конечных элементов	4
2	2	Ознакомление с программным комплексом ANSYS Workbench	4
3	3	Графический интерфейс программного комплекса ANSYS Workbench	4
4	4	Задание изотропного материала	4
5	5	Примеры создания геометрии в ANSYS Workbench	4
6	6	Пример создания конечно-элементной сетки в ANSYS Workbench	4
7	7	Задание нагрузок и граничных условий. Настройки решателя ANSYS Workbench	4
8	8	Пример решения FSI задачи в ANSYS Workbench	4

### 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	Первоисточники указаны на странице дисциплины на портале ЮУрГУ	3	30
Выполнение индивидуального семестрового задания	Первоисточники указаны на странице дисциплины на портале ЮУрГУ	3	23,5

## 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 в ПА
1	3	Промежуточная аттестация	Индивидуальное задание на выполнение FSI расчета с использованием ANSYS Workbench	-	5	5 - исполнитель подготовил, выполнил и защитил правильное решение FSI задачи; 4 - при выполнении подготовки, реализации либо защите индивидуального задания допущены недочеты, которые исполнитель не заметил, но при их указании способен исправить самостоятельно; 3 - при выполнении подготовки, реализации либо защите индивидуального задания допущены существенные недочеты, требующие на момент проведения защиты вмешательства инструктора; 2 - выполнение индивидуального задание не завершено.	дифференцированный зачет

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Защита индивидуального	В соответствии с пп. 2.5, 2.6



	семестрового задания	Положения
--	----------------------	-----------

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№
		КМ
ОПК-1	Знает: этапы создания компьютерной модели различных процессов; основы компьютерного моделирования процессов с использованием специализированных компьютерных программ на уровне решения стандартных, а также нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	+
ОПК-1	Умеет: использовать методы компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; решать стандартные и нестандартные задачи взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; решения стандартных и нестандартных задач	+
ОПК-7	Знает: о программных продуктах, методах и алгоритмах компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа; современные зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования;	+
ОПК-7	Умеет: правильно организовать процесс компьютерного моделирования; создавать компьютерные модели междисциплинарных процессов	+
ОПК-7	Имеет практический опыт: компьютерного моделирования процессов с помощью специализированных компьютерных программ; анализа и описания результатов компьютерного моделирования; оформления и представления результатов создания компьютерной модели	+
ПК-3	Знает: возможности пакета программ Ansys Workbench компьютерного моделирования взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа	+
ПК-3	Умеет: осваивать и применять в профессиональной деятельности современные теории, физико-математические и вычислительные методы компьютерного инжиниринга	+
ПК-3	Имеет практический опыт: построения вычислительных моделей взаимодействия деформируемого твердого тела с потоком жидкости или газа	+

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.

#### 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.
2. Лазарев, Ю. Ф. MatLAB 5. х. - Киев: BHV, 2000. - 383 с. ил.
3. Поршневу, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Текст] учеб. пособие для вузов С. В. Поршневу. - 2-е изд., испр. - СПб. и др.: Лань, 2011. - 726 с. ил. 1 электрон. опт. диск

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" (ПК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
6. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simpler, 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	334 (2)	Компьютерный класс – 12 шт. Компьютеры Intel Pentium Core i5, 8 Гб ОЗУ, 512 Мб HDD, монитор Acer 20", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD
Лекции	336 (2)	Компьютер, проектор, экран