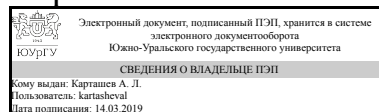


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



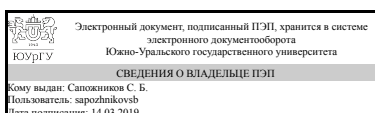
А. Л. Карташев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2294**

**дисциплины В.1.07 Практикум по виду профессиональной деятельности для направления 15.03.03 Прикладная механика**  
**уровень бакалавр тип программы Бакалавриат**  
**профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Техническая механика**

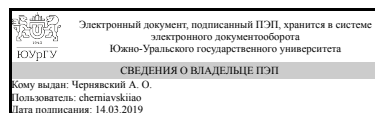
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



С. Б. Сапожников

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



А. О. Чернявский

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель - совершенствование профессиональных навыков, касающихся выполнения расчетных оценок напряженно-деформированного состояния и прочности элементов конструкций, а также анализа литературной информации и представления результатов расчетов. Задачи: - обучение использованию доступных в ЮУрГУ баз данных по техническим публикациям; - обучение подготовке обзора литературы по заданной теме (теме исследования), обучение способам представления результатов работы; - совершенствование навыков выполнения расчетов с помощью современного программного обеспечения;

## Краткое содержание дисциплины

- Поиск информации в технических публикациях. - Подготовка отчетов, статей, докладов, ВКР. - Методы расчета н.д.с. конструкций в динамических нелинейных задачах: - объекты расчета и расчетные схемы; - конечно-элементная формулировка динамических задач; особенности алгоритмов, связанные с ними ограничения и источники возможных ошибок (погрешностей); - алгоритмы описания контактных взаимодействий; - подходы Эйлера и Лагранжа в МКЭ; - техника работы с пакетом LS-DYNA.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-5 способностью составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	Знать: типичные требования к содержанию, структуре и форме представления научно-технических отчетов, докладов и статей; возможности ЮУрГУ по обеспечению информацией; расчетно-экспериментальные возможности научно-образовательных центров ЮУрГУ
	Уметь: описывать полученные результаты с необходимой краткостью и доказательностью
	Владеть: методами поиска и анализа информации в предметной области исследования
ПК-6 способностью применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати	Знать: приемы создания презентаций и иллюстраций к публикациям, облегчающие их восприятие слушателями
	Уметь: применять простейшие средства верстки и компьютерной графики для подготовки публикаций разного типа
	Владеть: средствами автоматизации подготовки больших документов в MS-Word
ПК-10 способностью составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической	Знать: Поскольку научно-исследовательские работы по направлению "Прикладная механика" проводятся только расчетно-экспериментальными способами, требуемые знания совпадают с формируемыми в рамках ПК-5
	Уметь: Поскольку научно-исследовательские

документации	работы по направлению "Прикладная механика" проводятся только расчетно-экспериментальными способами, требуемые умения совпадают с формируемыми в рамках ПК-5
	Владеть:Поскольку научно-исследовательские работы по направлению "Прикладная механика" проводятся только расчетно-экспериментальными способами, требуемые навыки совпадают с формируемыми в рамках ПК-5
ОПК-6 умением собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	Знать:основные возможности поиска информации в профессиональной сфере
	Уметь:использовать предоставляемый библиотекой ЮУрГУ доступ к мировым базам данных по публикациям
	Владеть:методами поиска
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Знать:основы алгоритмов, используемых в современных пакетах программ для решения физически и геометрически нелинейных динамических задач.
	Уметь:- выбирать средства для построения математических моделей с учетом специфики задачи; - использовать выбранные средства для получения решений, описывающих высоконелинейное динамическое деформирование конструкций; - выполнять анализ точности и достоверности полученных результатов.
	Владеть:современными специализированными программными средствами (ANSYS, LS-DYNA) в объеме решения задач курса

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.13 Соппротивление материалов, Б.1.10 Инженерная графика, Б.1.16 Строительная механика машин	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Б.1.10 Инженерная графика	Построение 3-мерных моделей объектов
Б.1.16 Строительная механика машин	Применение МКЭ в задачах статики упругих пластин и оболочек
Б.1.13 Соппротивление материалов	Тензоры, характеризующие напряженно-деформированное состояние

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		6	7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	216	72	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	132	64	32	36
Лекции (Л)	0	0	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	132	64	32	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	84	8	40	36
Самостоятельное решение задач по алгоритмам, разобранным на практических занятиях. Пакет ANSYS	28	0	28	0
Самостоятельное решение задач по алгоритмам, разобранным на практических занятиях. Пакет LS-DYNA	9	0	0	9
Подготовка к зачету 1	8	8	0	0
Подготовка к зачету 2	12	0	12	0
Подготовка к экзамену	27	0	0	27
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Практические задачи кафедры и возможная тематика ВКР	10	0	10	0
2	Поиск информации по теме исследования	18	0	18	0
3	Подготовка научно-технических публикаций: обзоры, статьи, доклады, ВКР	36	0	36	0
4	Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций. Многодисциплинарные нестационарные задачи.	32	0	32	0
5	Динамические задачи. Нелинейные быстротекущие процессы	36	0	36	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1.1	1	Практические задачи кафедры и возможная тематика ВКР. Сообщения руководителей работ	4
1.2	1	Оборудование и возможности научно-образовательного центра "Экспериментальная механика"	2
1.3	1	Оборудование и возможности научно-образовательного центра "Композитные материалы и конструкции"	2

1.4	1	Оборудование и возможности Лаборатории физического моделирования термомеханических процессов	2
2.1	2	Полнотекстовые БД российских и зарубежных статей, диссертаций и патентов. Библиотека кафедры (в бумажном и электронном виде)	2
2.2	2	Самостоятельный поиск информации по предполагаемой теме ВКР. Занятие 1	4
2.3	2	Самостоятельный поиск информации по предполагаемой теме ВКР. Занятие 2	4
2.4	2	Самостоятельный поиск информации по предполагаемой теме ВКР. Занятие 3	4
2.5	2	Самостоятельный поиск информации по предполагаемой теме ВКР. Занятие 4	4
3.1	3	Критический обзор литературы и формулировка задач исследования (на примере диссертационных работ)	4
3.2	3	Самостоятельная работа по подготовке обзора (по тематике ВКР). Занятие 1	4
3.3	3	Самостоятельная работа по подготовке обзора (по тематике ВКР). Занятие 2	4
3.4	3	Структура доклада, распределение времени, использование иллюстраций	2
3.5	3	Предпочтительные стили иллюстраций для технических докладов	2
3.6	3	Подготовка доклада (на материале выполненного курсового проекта по другому предмету)	4
3.7	3	Подготовка постановочного доклада по тематике ВКР	4
3.8	3	Требования к техническим статьям - объем, структура, иллюстрации	4
3.9	3	Краткая информация (abstracts, graphical abstracts, highlights). Тренировка в подготовке	4
3.a	3	Подготовка больших документов в MS-Word (отчеты, ВКР).	4
4.1	4	Конечно-элементные формулировки задач теплопереноса, диффузии, электромагнетизма. Сопоставление с задачами расчета напряженно-деформированного состояния	4
4.2	4	Стационарная тепловая задача	2
4.3	4	Нестационарная тепловая задача с постоянными коэффициентами	4
4.4	4	Связанная задача (зависимость свойств от температуры)	4
4.5	4	Моделирование фазовых превращений	4
4.6	4	Задачи диффузии	4
4.7	4	Многодисциплинарные задачи на примере расчета напряжений при нестационарном нагреве. Управление интегрированием по времени	4
4.8	4	Многодисциплинарные задачи. Автоматизация рассмотрения последовательности шагов и анализа результатов	4
4.9	4	Описание свойств материалов при высоких переменных температурах	2
5.1	5	Конечно-элементная формулировка динамических задач. Методы явного и неявного интегрирования по времени (метод Эйлера, методы прогноза и коррекции). Использование КЭ с сокращенной схемой интегрирования. Пакет LS-DYNA - области применения, интерфейс.	2
5.2	5	Описание контактных взаимодействий с помощью метода штрафных функций.	2
5.3	5	Решение динамической контактной задачи с помощью LS-DYNA. Оценка точности решения. Паразитные формы деформации (hourglass) и их подавление.	4
5.4	5	Большие перемещения и деформации. Технологии динамического перестроения сетки – H-remeshing – для оболочечных конструкций. Здесь же: использование «жесткого» материала и настройка контакта.	4
5.5	5	Большие перемещения и деформации. Технологии динамического	4

		перестроения сетки – R-remeshing – для твердотельных конструкций.	
5.6	5	Описание разрушения. Материалы с разрушением. Критерии разрушения. Добавление критериев разрушения к материалу, в модель которого они не заложены. Контакт с разрушением. Учет возможности контакта по вновь появляющимся поверхностям.	4
5.7	5	Теплопередача. Тепловой контакт. Связанные задачи.	4
5.8	5	Подход Эйлера. Моделирование движения среды на неподвижной сетке. Простейшие задачи.	4
5.9	5	Подходы Эйлера и Лагранжа. Решение задач о взаимодействии жидкости с твердотельными конструкциями.	4
5.a	5	Смешанная формулировка (ALE). Использование ALE-подхода для коррекции сетки при больших деформациях.	2
5.b	5	SPH-подход. Использование подхода для моделирования взаимодействия твердого тела с жидкостью и моделирования разрушения твердого тела.	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
поиск информации в полнотекстовых базах данных научно-технических публикаций и патентов	интернет-источники, доступные через НБ ЮУрГУ	8
Самостоятельное решение задач по алгоритмам, разобранным на практических занятиях. Пакет ANSYS	ANSYS 17.2 user's manual; Чернявский А.О. Метод конечных элементов. Основы практического применения. Часть 1 // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 10. - С.1-23; Часть 2 // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 11. - С.1-24	40
Самостоятельное решение задач по алгоритмам, разобранным на практических занятиях. Пакет LS-DYNA	LS-DYNA keyword user's manual. Volume I. Version 971 R6.0.0 – USA, Livermore Software Technology Corporation (LSTC) – February 2012 – 1931 p.	36

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерное моделирование и практический анализ результатов	Практические занятия и семинары	Компьютерное моделирование деформирования и разрушения конструкций с помощью пакета LS-DYNA.	68

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Поиск информации по теме исследования	ОПК-6 умением собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	зачет (6 семестр)	1
Подготовка научно-технических публикаций: обзоры, статьи, доклады, ВКР	ПК-5 способностью составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	зачет (6 семестр)	2
Подготовка научно-технических публикаций: обзоры, статьи, доклады, ВКР	ПК-10 способностью составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	зачет (7 семестр)	2
Подготовка научно-технических публикаций: обзоры, статьи, доклады, ВКР	ПК-6 способностью применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати	экзамен	3
Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций. Многодисциплинарные нестационарные задачи.	ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	зачет (7 семестр)	4
Динамические задачи.	ПК-2 способностью применять физико-	экзамен	5

Нелинейные быстротекущие процессы	математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности		
-----------------------------------	---	--	--

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет (6 семестр)	подготовка литературного обзора и доклада в течение времени, отведенного на СРС, очная защита	Зачтено: обзор, достаточный для использования при обосновании тематики ВКР и характеристики состояния изучаемого в рамках ВКР вопроса Не зачтено: отсутствие или недостаточная полнота обзора
экзамен	решение задач, демонстрирующее владение методами математического моделирования, изученными в курсе	Отлично: решение с доказательством корректности полученного результата Хорошо: решение получено верно, но доказательства корректности недостаточны Удовлетворительно: решение с существенными погрешностями или полностью отсутствуют доказательства корректности Неудовлетворительно: отсутствие решения
зачет (7 семестр)	подготовка доклада в течение времени, отведенного на СРС, очная защита	Зачтено: обзор, обосновывающий выбор методов решения задач по тематике ВКР и особенностей применения этих методов Не зачтено: отсутствие или недостаточная полнота обзора

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет (6 семестр)	1. Подготовка обзора литературы, отражающего состояние вопроса в области выбранной темы ВКР 2. Подготовка доклада с постановкой задачи 3. Подготовка презентации к докладу п.2; подготовка документа, содержащего предполагаемую структуру ВКР и обзор литературы
экзамен	DYNA_зачет.doc
зачет (7 семестр)	1. Подготовка обзора литературы, отражающего состояние вопроса в области выбранной темы ВКР 2. Подготовка доклада с постановкой задачи 3. Подготовка презентации к докладу п.2; подготовка документа, содержащего предполагаемую структуру ВКР и обзор литературы

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

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

Не предусмотрена

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1. Чернявский А.О. Метод конечных элементов. Основы практического применения. Часть 1 // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 10. - С.1-23; Часть 2 // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 11. - С.1-24

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. 1. Чернявский А.О. Метод конечных элементов. Основы практического применения. Часть 1 // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 10. - С.1-23; Часть 2 // Инженерный журнал "Справочник". Приложение. - М.: Машиностроение, 2003. - 11. - С.1-24

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	ANSYS user's manual. Release 18.0 - SAS IP, Inc., 2017	Электронный архив ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
2	Основная литература	LS-DYNA Rev.10 user's manual - Livermore Software Technology Corp., 2017. - Vol.1, 2880 pp., Vol.2, 1555 pp.	Электронный архив ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Голованов, А.И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Голованов, О.Н. Тюленева, А.Ф. Шигабутдинов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 389 с. — URL: <a href="http://e.lanbook.com/book/50293">http://e.lanbook.com/book/50293</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Россихин, Н.А. Моделирование теплонапряженного состояния деталей энергетических установок с использованием программного комплекса ANSYS. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 13 с. — URL:	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

		<a href="http://e.lanbook.com/book/52158">http://e.lanbook.com/book/52158</a>		
5	Дополнительная литература	Бойцов, В.Б. Технологические методы повышения прочности и долговечности: Учебное пособие для студентов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Б. Бойцов, А.О. Чернявский. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 128 с. — URL: <a href="http://e.lanbook.com/book/721">http://e.lanbook.com/book/721</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simploter, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. 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)	компьютеры с доступом в интернет и к компьютерам СКЦ ЮУрГУ, проектор, экран