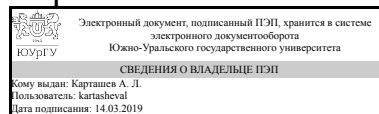


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



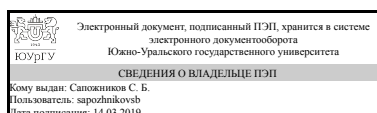
А. Л. Карташев

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

**дисциплины** В.1.19 Строительная механика пластин  
**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

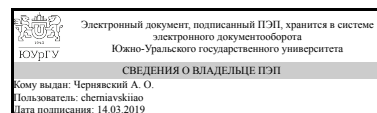
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

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

Главной целью дисциплины является формирование умения комплексно решать инженерные задачи оценки прочности машиностроительных конструкций и изделий путем построения расчетной схемы, записи дифференциальных уравнений равновесия и совместности деформаций, выбора метода решения, последующего анализа результатов расчета, оценки прочности конструкции и выработки практических рекомендаций.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются методы определения напряжений в конструкциях. Рассматриваются толстостенные цилиндры, быстровращающиеся диски, пластинки и оболочки, тонкостенные стержни, кольцевые детали. Для конструкций каждого класса приводятся методы аналитического и численного решения задач, включая метод конечных элементов. Обсуждаются особенности применения и границы применимости различных методов.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать: классы математических методов, используемых в задачах строительной механики (методы решения дифференциальных уравнений, в том числе в частных производных - аналитические и численные, сведение задач к вариационным, методы решения вариационных задач)
	Уметь: выбирать подходящий метод
	Владеть: применением методов начальных параметров, конечных разностей, Ритца, Бубнова-Галеркина
ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Знать: предельные состояния конструкций, при анализе которых используются методы строительной механики машин
	Уметь: формулировать гипотезы и ограничения, определяющие применимость методов строительной механики
	Владеть: методами записи определяющих уравнений для конструкций различных типов
ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Знать: классические (аналитические) и численные (компьютерные) методы решения задач строительной механики
	Уметь: выбирать подходящий метод
	Владеть: методами построения компьютерных моделей рассматриваемых в курсе конструкций для расчета напряжений и деформаций

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.13 Сопротивление материалов, Б.1.05.02 Математический анализ	Не предусмотрены

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80
Выполнение курсовой работы "Расчет тонкостенных конструкций"	56	56
подготовка к экзамену	24	24
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Пластины и оболочки	64	32	32	0

#### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Оболочки. Определения. Пластины как частный случай оболочек. Криволинейные координаты на поверхности. Понятие о кривизнах, главных кривизнах. Главные координаты на поверхности. Основные гипотезы теории оболочек. Особенности расчета пластин, пологих оболочек и оболочек с большой кривизной. Безмоментные оболочки вращения. Вывод разрешающих уравнений.	2

2-3	1	Частные случаи безмоментной теории осесимметричных оболочек: сферический купол, сферический резервуар, конические оболочки. Тороидальные оболочки.	4
4	1	Смещения в симметрично нагруженных безмоментных оболочках. Постановка задачи, вывод основных зависимостей. примеры расчета.	2
5	1	Оболочки вращения при неосесимметричной нагрузке. Вывод разрешающих уравнений. напряжения от ветровой нагрузки. Мембранная теория цилиндрических оболочек.	2
6	1	Общая теория круговой цилиндрической оболочки при симметричной нагрузке. Вывод основных зависимостей. Общее решение основного дифференциального уравнения. Понятие о краевом эффекте.	2
7	1	Расчеты длинных и коротких оболочек. Расчеты цилиндрических оболочек переменной толщины.	2
8-9	1	Температурные напряжения в цилиндрических оболочках.	4
10-11	1	Общая теория симметрично нагруженных оболочек вращения. Условия равновесия, совместности, обобщенный закон Гука. Использование уравнений общей теории для проверки точности безмоментных решений.	4
12	1	Расчет сферических оболочек. Приближенные методы вычисления напряжений. Метод асимптотического интегрирования. Теория краевого эффекта Штаермана-Геккелера.	2
13	1	Пологие сферические оболочки	2
14	1	Аналитическое решение уравнений для конической оболочки. Расчет составных оболочек.	2
15-16	1	Применение МКЭ для расчета напряжений в осесимметрично нагруженных оболочках вращения.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Расчет оболочек по безмоментной теории.	4
3	1	Определение перемещений в симметрично нагруженных безмоментных оболочках. Оценка границ применимости безмоментных решений.	2
4-5	1	Расчет цилиндрической оболочки при действии механических (осесимметричных) нагрузок и различных граничных условиях.	4
6-7	1	Определение напряжений в цилиндрических оболочках при действии механических нагрузок и неравномерном нагреве.	4
8	1	Цилиндрическая оболочка с плоской крышкой. Цилиндрическая оболочка с кольцевыми ребрами.	2
9-10	1	Расчетный анализ краевых эффектов в сферических оболочках. Расчет составных оболочек, включающих сферические элементы.	4
11	1	Расчетный анализ краевых эффектов в конических оболочках. Расчет составных оболочек с коническими участками.	2
12	1	Расчет составных оболочек, состоящих из цилиндрических, сферических, конических участков и плоских днищ. Расчет оболочек, подкрепленных кольцевыми ребрами.	2
13-14	1	Применение МКЭ для расчета цилиндрических оболочек при осесимметричном нагружении. Влияние разбиения на точность.	4
15-16	1	Применение МКЭ для расчета напряжений в составных оболочках (сферические, цилиндрические, конические участки). Анализ точности.	4

### 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
Выполнение курсовой работы "Расчет тонкостенных конструкций"	Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2000 – 590 с.; Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.; А.Г.Костюк Динамика и прочность турбомашин – М.: Изд. дом МЭИ – 2007 – 476 с.; Лещенко А. П. Фундаментальная строительная механика упругих систем. Теория, практика, примеры – М. : Издательство ЛКИ – 2008 – 976 с.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание – 2009 г., 103 с.; Геккелер И. В. Статика упругого тела – М. : КомКнига: 2005 – 287 с.; Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций – М. : Машиностроение – 2003 – 447 с.; Саргсян А. Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : Учеб. для вузов по техн. специальностям – М. : Высшая школа , 2004 – 461 с.;	56
Подготовка к экзамену	Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана , 2000 – 590 с.; Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.; А.Г.Костюк Динамика и прочность турбомашин – М.: Изд. дом МЭИ – 2007 – 476 с.; Лещенко А. П. Фундаментальная строительная механика упругих систем. Теория, практика, примеры – М. : Издательство ЛКИ – 2008 – 976 с.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание –	24

	2009 г., 103 с.; Геккелер И. В. Статика упругого тела – М. : КомКнига: 2005 – 287 с.; Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций – М. : Машиностроение – 2003 – 447 с.; Саргсян А. Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : Учеб. для вузов по техн. специальностям – М. : Высшая школа , 2004 – 461 с.;	
--	--	--

## 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	Практические занятия и семинары	Обучение использованию наиболее современных инженерных пакетов программ	16

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

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Преподают методики расчетов и особенности их использования, отработанные при выполнении хозяйственных работ (в частности, с предприятиями Росатома). Курсовые проекты выполняются на материале реальных конструкций атомной и нефтегазовой отраслей.

## 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
Все разделы	ПК-3 готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Курсовая работа	1-12 в приложенном файле
Все разделы	ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Экзамен	билеты 1-14 в приложенном файле

Все разделы	ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Экзамен	билеты 1-14 в приложенном файле
-------------	---	---------	---------------------------------

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Курсовая работа	Прием и защита работы (отчет о работе предоставляется в электронном виде, защита заключается в ответах на вопросы преподавателя)	Зачтено: определены требуемые заданием напряжения и перемещения (с учетом краевых эффектов) Не зачтено: расчеты не выполнены либо рассмотрены не все указанные в задании на курсовую работу зоны
Экзамен	ответ на теоретический вопрос, решение задачи	Отлично: полный ответ, верно решенная задача Хорошо: незначительные недостатки в ответе на теоретический вопрос или решении задачи Удовлетворительно: значительные недостатки или отсутствие ответа на теоретический вопрос при наличии решенной задачи Неудовлетворительно: нет ответа на теоретический вопрос, не решена задача

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Курсовая работа	KP_РАСЧЕТ_ТОНКОСТЕННЫХ_СОСУДОВ.docx
Экзамен	Exam3a.doc

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Тимошенко, С. П. Пластинки и оболочки Пер. с англ. В. И. Контовта; Под ред. Г. С. Шапиро. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматгиз, 1963. - 635 с. черт.
2. Бояршинов, С. В. Основы строительной механики машин Текст учеб. пособие для машиностроит. специальностей вузов С. В. Бояршинов. - М.: Машиностроение, 1973. - 456 с. черт.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Чернявский, А. О. Практическое применение метода конечных элементов в зачетах расчета на прочность Учеб. пособие А. О. Чернявский; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. механика, динамика и прочности машин; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 89 с. ил.

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

2. Чернявский, А. О. Практическое применение метода конечных элементов в зачетах расчета на прочность Учеб. пособие А. О. Чернявский; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. механика, динамика и прочности машин; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 89 с. ил.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Чернявский А.О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2-е издание – 2009 г., 103 с.	Электронный архив ЮУрГУ	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
2	Основная литература	Лизин, В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учебное пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2003. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/817">http://e.lanbook.com/book/817</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Глазков, Ю.Ф. Специальные главы прочности. Расчет тонкостенных и стержневых конструкций методом конечных элементов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. – 79 с. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/book/69416">http://e.lanbook.com/book/69416</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкреплённых оболочек вращения: В 2 ч. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 248 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59626">http://e.lanbook.com/book/59626</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

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

Перечень используемого программного обеспечения:



Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

#### **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	332 (2)	Компьютеры с доступом к СКЦ ЮУрГУ
Лекции	336 (2)	компьютер с установленным MS-Office, проектор