ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 15.11.2021

С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.18 Строительная механика пластин
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень бакалавр **тип программы** Академический 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,
к.техн.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 15.11.2021

П. А. Тараненко

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

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Чернявский А. О.
Пользователь: cherniavskiiao
Дата подписания: 14.11.2021

А. О. Чернявский

Челябинск

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-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
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-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

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.05.01 Математический анализ	В.1.16 Основы автоматизированного проектирования

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

Дисциплина	Требования
Б.1.05.01 Математический анализ	поиск экстремума

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия:	80	80
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	100	100
Задание 2. Расчет круглых пластин	40	40
Подготовка к экзамену	18	18
Задание 1. Расчет быстровращающихся дисков	42	42
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Расчет напряжений в осесимметрично нагруженных толстостенных цилиндрах	10	4	6	0
3	Диски газовых турбин	20	8	12	0
4	Пластины	48	18	30	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во

			часов
1	1	Основные задачи курса. Задачи анализа и оптимального синтеза конструкций. Новые направления, возникающие в расчетах механичских систем (САПР, оптимальное проектирование, вычислительный эксперимент). Содержание курса СММ и его связь с другими предметами. Объекты расчета, их расчетные схемы и классификация.	2
2	2	Осесимметрично нагруженные толстостеннные цилиндры. Основные гипотезы; вывод разрешающих зависимостей; напряжения и деформации при действии внутреннего и наружного давлений.	2
3	2	Понятие о работе составных цилиндров. Оптимальне составные цилиндры. Формулы Гадолина. Температурные напряжения в осесимметричных толстостенных цилиндрах.	2
4	3	Диски газовых турбин. Краткое описание конструкций осевых и радиальных турбин, условий работы дисков и характерных видов разрушения. Задачи расчета дисков на прочность и жесткость. Расчетные схемы осе-вых и газовых турбин. Вывод основных урав-нений для расчета дисков переменной толщины.	2
5	3	Расчет дисков постоянной толщины. Примеры расчета. Применение метода начальных параметров к расчету дисков (метод 2-х расчетов). Реализация метода на ЭВМ. Основные достоинства и недостатки метода, анализ возможных ошибок при реализации расчетов на ЭВМ.	2
6	3	Расчет дисков методом последовательных приближений. Реализация метода на ЭВМ. Преимущества и недостатки метода. Сопоставление результатов, полученных разными методами (метод послед. приближений, метод двух расчетов, в качестве "точного" решения - МКЭ).	2
7	3	Концентрация напряжения в окрестностях эксцентричных отверстий в дисках. Понятие об автоскреплении дисков. Расчет посадок дисков и определение освобождающих чисел оборотов. Расчет дисков на прочность.	2
8	4	Классификация пластин. Основные гипотезы. простейшие случаи изгиба пластин. Цилиндрический изгиб тонких пластин. примеры расчета. Чистый изгиб пластин.	2
9	4	Осесимметричный изгиб круглых пластин. Связь между перемещениями, деформациями и напряжения. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности и его интегрирование в случае постоянной толщины. Краевые условия. Примеры расчета круглых и кольцевых пластин.	2
10	4	Расчет пластин переменной толщины. Аналитические примеры, расчет пластин со степенным законом изменения толщины. Численные методы расчета. Метод начальных параметров. Метод конечных разностей. Основная система линейных алгебраических уравнений и ее решение методом прогонки.	2
11	4	Температурные напряжения в круглых и кольцевых пластинках. Температурные напряжения и деформации биметаллических пластин.	2
12	4	Общий случай изгиба пластин. Вывод основного дифференциального уравнения упругой поверхности пластины. Граничные условия при различных способах закрепления. Полуобратный метод и решение Навье	2
13	4	Потенциальная энергия деформации пластины. Вывод основных уравнений изгиба пластин из вариационного принципа Лагранжа. Вариационные метод расчета пластин. Метод Ритца. Пример расчета пластины вариационным методом. преимущества и недостатки приближенных вариационных методов.	2
14	4	Метод Галеркина. Расчет пластин с применением метода конечных разностей. Реализация расчетов на ЭВМ, анализ погрешностей вычислений.	2
15	4	Метод конечных элементов как вариант метода Ритца. Идея метода, подготовка данных. Применение пакета МКЭ ANSYS для расчета пластин. Общая характеристика пакета; система команд; подготовка данных для	2

		расчета (простейший пример).	
16	4	Расчет пластин сложной формы с применением МКЭ.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
01	2	Расчет толстостенных цилиндров, нагруженных давлением. Определение напряжений и деформаций.	2
02-03	2	Использование пакета MathCAD для расчета напряжений и деформаций в составных цилиндрах, температурных напряжений в цилиндрах.	4
04-05	3	Быстровращающиеся диски. Определение напряжений от центробежных сил и неравномерного нагрева (диски постоянной толщины, ступенчатые диски).	4
06-07	3	Численный расчет напряжений в диске осевой газовой турбины. Метод двух расчетов. Определение напряжений от центробежных сил и неравномерного нагрева.	4
08-09	3	Численный расчет напряжений в диске с учетом посадки на вал. Оценка прочности дисков.	4
10	4	Цилиндрический и чистый изгиб пластин. Определение напряжений и деформаций.	2
11	4	Расчет круглых и кольцевых пластин постоянной толщины. Определение напряжений и перемещений.	2
12	4	Конечно-разностная формулировка. Простейшие примеры	2
13-15	4	Метод прогонки. Расчет круглых пластин при действии механической нагрузки. Температурные напряжения в круглых пластинках.	6
16-18	4	Вариационные методы расчета пластин. Метод Ритца. Метод Бубнова - Галеркина.	6
19-21	4	Расчет прямоугольных пластин с применением МКЭ	6
22-24	4	Пластины сложной формы и конструкции из пластин (МКЭ)	6

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
Подготовка к экзамену	Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; А.Г.Костюк Динамика и прочность турбомашин – М.: Изд. дом МЭИ – 2007 – 476 с.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание – 2009 г., 103 с.	18
Задание 2. Расчет круглых пластин	Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение,	40

	1973. - 456 с.; Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Наука, 1966. - 635с.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание – 2009 г., 103 с.	
Задание 1. Расчет быстровращающихся дисков	Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин.- М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.; А.Г.Костюк Динамика и прочность турбомашин – М.: Изд. дом МЭИ – 2007 – 476 с.; Чернявский, А. О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999 – 111 с. (гриф Минобразования); 2-е издание – 2009 г., 103 с.	42

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	24

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Преподаются методики расчетов и особенности их использования, отработанные при выполнении хоздоговорных 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
Диски газовых турбин	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	Прием семестрового задания №1	1

	адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям		
Пластины	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	Прием семестрового задания №2	2
Все разделы	ОПК-3 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Экзамен	
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	
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	экзамен	все

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Прием семестрового задания №1	Прием задания в электронном виде. Критерии начисления баллов: - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: Определение всех требуемых заданием напряжений и перемещений Не зачтено: Требуемые напряжения и перемещения не определены или определены неверно
Прием семестрового задания №2	Прием задания в электронном виде. Критерии начисления баллов: - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые	Зачтено: Определение всех требуемых заданием напряжений и перемещений Не зачтено: Требуемые напряжения и перемещения не определены или определены неверно

	замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
Экзамен	Очный экзамен: ответы на теоретические вопросы билетов, решение задач. Критерии оценивания экзамена приведены ниже. Перевод оценок в баллы БРС: "отлично" - 5, "хорошо" - 4, "удовлетворительно" - 3, "неудовлетворительно" - 0; весовой коэффициент 2. Суммарная оценка, в соответствии с приказом ректора от 24.05.2019 г. №179: Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %	Отлично: даны полные ответы на все вопросы, решены все задачи Хорошо: ответы содержат незначительные неточности Удовлетворительно: ответы содержат значительные неточности Неудовлетворительно: ответы отсутствуют или не решены задачи

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Прием семестрового задания №1	приведены в приложении Примеры_вопросов_1.doc; t1.zip
Прием семестрового задания №2	приведены в приложении t2.zip
Экзамен	см. приложенный файл Примеры_вопросов_1.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:

Не предусмотрены

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:

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.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Чернявский А.О. Строительная механика машин : Конспект лекций – Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2-е издание – 2009 г., 103 с. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Светлицкий, В.А. Строительная механика машин. Механика стержней. В 2 т. Т.1. Статика. [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 408 с. http://e.lanbook.com/book/59518
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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. http://e.lanbook.com/book/69416
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Карпов, В.В. Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения: В 2 ч. Часть 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 248 с. http://e.lanbook.com/book/59626

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

занятия и семинары	(2)	