

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам конструкций

Образовательная программа: 15.04.03 Прикладная механика, магистерская программа: Динамика и прочность машин

Курс: 1, семестр : 2

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	98
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	72
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	6
10	Самостоятельная работа, час.	46
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.04.03 Прикладная механика

ФГОС введен в действие приказом №1490 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 16.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Факультативные дисциплины, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.04.03 Прикладная механика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Красноруцкий Д. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Левин В. Е.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.4 способность самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:	
33. знать методы создания деталей	
34. знать методы создания сборок из деталей	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность самостоятельно овладевать современными языками программирования и разрабатывать оригинальные пакеты прикладных программ и проводить с их помощью расчеты машин и приборов на динамику и прочность, устойчивость, надежность, трение и износ для специализированных задач прикладной механики; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь решать задачи механики деформируемого твердого тела и механики контактного взаимодействия с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга	
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные программные системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы)	
у1. владеть навыками построения физико-механических, математических и компьютерных моделей и решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем)	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам конструкций</i>	
ПК.4.33 знать методы создания деталей	
1.Знать методы создания деталей	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.4.34 знать методы создания сборок из деталей	
2.знать методы создания сборок из деталей	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь решать задачи механики деформируемого твердого тела и механики контактного взаимодействия с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга	
3.уметь решать задачи механики деформируемого твердого тела и механики контактного взаимодействия с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга	Самостоятельная работа
ПК.7.31 знать основные программные системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы)	
4.знать основные программные системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы)	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.у1 владеть навыками построения физико-механических, математических и компьютерных моделей и решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем)	
5.владеть навыками построения физико-механических, математических и компьютерных моделей и решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем)	Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Теоретические знания				
1. Особенности построения моделей для расчета	0	10	1, 2	лекция
2. методы решения задач МДТТ	0	8	1, 2	лекция

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Лабораторные занятия				
1. использование САЕ систем для расчетов	0	72	1, 2, 4, 5	Работы

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Самостоятельная работа				
1. Самостоятельные проекты	0	26	1, 3	самостоятельная работа

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5	20	0
: Банщикова И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 91, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000226334				
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 3	32	6
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Банщикова И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 91, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000226334				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ

Консультирование	e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ; Социальные сети
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 2	
<i>Подготовка к занятиям:</i> изучение материала перед занятиями	
<i>Дополнительная учебная деятельность:</i> самостоятельные проекты студентов	
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i> углубленное изучение теории	
<i>Зачет:</i> зачет	100
Контролирующие материалы - список вопросов	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ПК.4	з3. знать методы создания деталей		+
	з4. знать методы создания сборок из деталей		+
ПК.6	у1. уметь решать задачи механики деформируемого твердого тела и механики контактного взаимодействия с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга	+	+
ПК.7	з1. знать основные программные системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы)	+	+
	у1. владеть навыками построения физико-механических, математических и компьютерных моделей и решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем)		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Madenci E. The Finite Element Method and Applications in Engineering Using Ansys® [electronic resource] // by Erdogan Madenci, Ibrahim Guven. - Boston, MA :, 2006. : v.: digital // Springer e-books. - Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-28290-9>
2. Ивликов С. Ю. Основы конечно-элементного моделирования в системе ANSYS : учебное пособие / С. Ю. Ивликов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 66, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000077935. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
3. Schabacker M. SolidWorks вЂ“ kurz und bЂndig [electronic resource] : : Grundlagen fЂr Einsteiger / / von Michael Schabacker ; herausgegeben von SГЂndor Vajna. - Wiesbaden :, 2009. : v.: digital // Springer eBooks. - Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9973-6>
4. Большаков В. П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex : учебный курс / В. Большаков, А. Бочков, А. Сергеев. - М. [и др.], 2011. - 328, [3] с. : ил., черт. + 1 DVD-ROM.

Дополнительная литература

1. Басов К. А. ANSYS в примерах и задачах / К. А. Басов. - М., 2002. - 223 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Банщикова И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 91, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000226334

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 SolidWorks
- 2 Ansys Academic Research

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам конструкций
Образовательная программа: 15.04.03 Прикладная механика, магистерская программа:
Динамика и прочность машин

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам конструкций приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.4/НИиРЭ способность самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач	33. знать методы создания деталей	использование САЕ систем для расчетов методы решения задач МДТТ Особенности построения моделей для расчета Самостоятельные проекты		Зачет, вопросы 1-6
ПК.4/НИиРЭ	34. знать методы создания сборок из деталей	использование САЕ систем для расчетов методы решения задач МДТТ Особенности построения моделей для расчета		Зачет, вопросы 1-6
ПК.6/НИиРЭ способность самостоятельно овладевать современными языками программирования и разрабатывать оригинальные пакеты прикладных программ и проводить с их помощью расчеты машин и приборов на динамику и прочность, устойчивость, надежность, трение и износ для специализированных задач прикладной механики	у1. уметь решать задачи механики деформируемого твердого тела и механики контактного взаимодействия с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга	Самостоятельные проекты	РГЗ, разделы 1-3	Зачет, вопросы 1-6

ПК.7/НИиРЭ готовность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов	з1. знать основные программные системы компьютерного инжиниринга (CAE- системы)	использование CAE систем для расчетов	РГЗ, разделы 1-3	Зачет, вопросы 1-6
ПК.7/НИиРЭ	у1. владеть навыками построения физико- механических, математических и компьютерных моделей и решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга (CAE- систем)	использование CAE систем для расчетов		Зачет, вопросы 1-6

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.4/НИиРЭ, ПК.6/НИиРЭ, ПК.7/НИиРЭ.

Зачет проводится в письменной форме, по тестам.

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.4/НИиРЭ, ПК.6/НИиРЭ, ПК.7/НИиРЭ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований,

теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прочности летательных аппаратов

Паспорт зачета

по дисциплине «Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам конструкций», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. Тест состоит из шести вопросов, пять из которых имеют ответы на выбор, а шестой представляет собой мини-задачу, в которой нужно дать числовой ответ. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы по теме.

Пример теста для зачета

1 Что из перечисленного не является CAE?

- A) Solid Works
- Б) MS office
- В) Auto CAD
- Г) NX

2 Какой тип контакта не существует в ANSYS?

- A) bonded
- Б) frictional
- В) weld

3 Какое минимальное количество тел может составлять сборку?

- A) 1
- Б) 2
- В) 10
- Г) 7

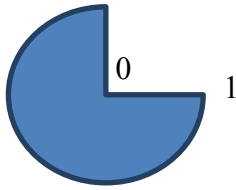
4 С каким расширением сохраняются файлы деталей в Solidworks?

- A) slpdlr
- Б) sldasm
- В) doc
- Г) slddraw

5 Выберите наиболее подходящий тип сетки для плоской задачи МДТТ.

- A) тетрагональная
- Б) четырех угольная
- В) кубическая

6 Рассчитать любым из освоенных пакетов прикладных программ следующую задачу: пластина с геометрией, приведенной на рис 1, толщина 3 мм нагружена давлением 4 кПа, закреплена по круговому контуру. Материал сталь 3. Найти максимальные перемещения.



2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент дал менее трех правильных ответов на тест, оценка составляет *менее 50 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил на 3-4 вопроса, оценка составляет *более 50 баллов*.
- Ответ на тест для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на 5 вопросов, оценка составляет *80 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все вопросы, оценка составляет *100 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Тест к зачету по дисциплине «Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам конструкций»

1 вариант

1 Что из перечисленного не является CAE?

- A) Solid Works
- Б) MS office
- В) Auto CAD
- Г) NX

2 Какой тип контакта не существует в ANSYS?

- A) bonded
- Б) frictional
- В) weld

3 Какое минимальное количество тел может составлять сборку?

- A) 1
- Б) 2
- В) 10
- Г) 7

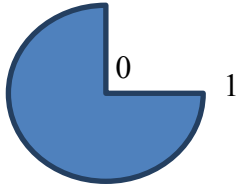
4 С каким расширением сохраняются файлы деталей в Solidworks?

- A) slpdlr
- Б) sldasm
- В) doc
- Г) slddraw

5 Выберите наиболее подходящий тип сетки для плоской задачи МДТТ.

- А) тетрагональная
- Б) четырех угольная
- В) кубическая

6 Рассчитать любым из освоенных пакетов прикладных программ следующие задачу пластина с геометрией, приведенной на рис 1, толщина 3 мм нагружена давлением 4 кПа, закреплена по круговому контуру. Материал сталь 3. Найти максимальные перемещения.



2 вариант

1 Что из перечисленного не является САЕ?

- А) Solid Works
- Б) linux
- В) Auto CAD
- Г) NX

2 Какой тип контакта не существует в ANSYS?

- А) bonded
- Б) frictional
- В) frictionless
- Г) fier

3. Какое минимальное количество тел может составлять сборку?

- А) 5
- Б) 1
- В) 3
- Г) 100

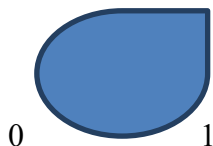
4 С каким расширением сохраняются файлы сборок в Solidworks?

- А) slpdlr
- Б) sldasm
- В) doc
- Г) slddraw

5 Выберите наиболее подходящий тип сетки для трехмерной задачи МДТТ.

- А) Пирамидальная
- Б) 6 узловая
- В) сферическая

6 Рассчитать любым из освоенных пакетов прикладных программ следующие задачу пластина с геометрией приведенной на рис 1, толщину 3 мм нагружена давлением 4 кПа закреплена по круговому контуру. Материал сталь 3 найти максимальные перемещения



Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Применение конечно-элементных пакетов к инженерным расчетам
конструкций», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты решают поставленные задачи и оформляют результат решения. РГЗ состоит из трех задач по вариантам.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны выбрать расчетную схему, создать геометрическую модель, создать конечно-элементную модель, провести требуемые расчеты, проанализировать и оформить результаты.

Обязательные структурные части РГЗ: задание, расчетная схема, решение.

Оцениваемые позиции: адекватность модели, правильность решения, качество оформления.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет менее 50 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально, допущены ошибки, оценка составляет 50 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все части РГЗ выполнены, но допущены несущественные ошибки (в т.ч. при оформлении), оценка составляет 75 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задания РГЗ выполнены правильно, оформлено грамотно, оценка составляет 100 баллов.

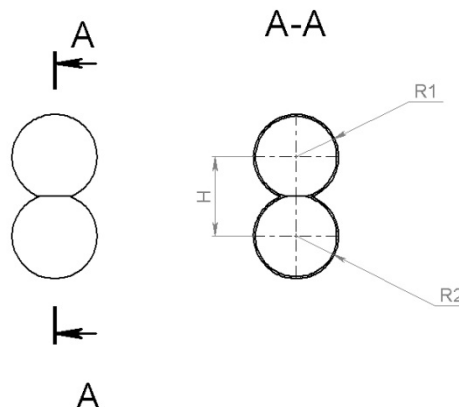
3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача 1

Рассчитать сосуд давления нагруженный внутренним давлением p , с толщиной стенки t
Материал $E=0.7 \cdot 10^5$ МПа, $\nu=0.27$ $[\sigma]=80$ МПа

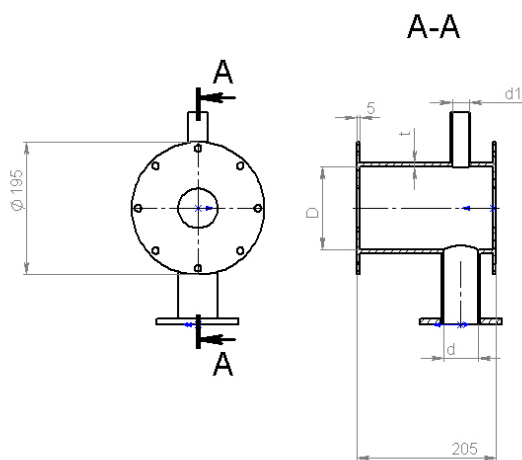


вариант	R1,мм	R2,мм	H,мм	t,мм	p,МПа
1	100	50	60	1	0,5
2	150	80	90	1	1
3	200	120	120	1	1
4	250	300	260	2	1
5	300	400	300	2	0,5
6	400	350	300	3	0,5
7	500	420	450	4	0,25

Задача 2

Рассчитать участок технологического трубопровода, нагруженный внутренним давлением p , и крутящим моментом $M = 200 \text{ Нм}$

Материал $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\nu = 0,3$ $[\sigma] = 300 \text{ МПа}$



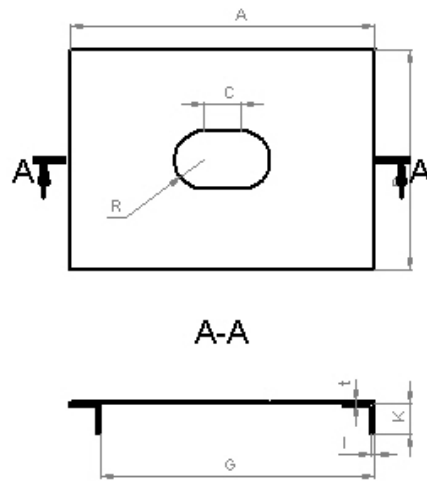
вариант	D,мм	d,мм	d1,мм	t,мм	p,МПа
1	100	50	20	1	0,5
2	150	80	20	1	1
3	200	100	25	1	1
4	250	100	25	2	1
5	300	120	25	2	0,5
6	400	150	25	3	0,5
7	500	200	50	4	0,25

Задача 3

Рассчитать участок обшивки с овальным вырезом подкреплений стрингерами нагрузка нормальное давление 400 Па

Материал обшивки $E = 0,7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\nu = 0,27$ $[\sigma] = 80 \text{ МПа}$

Материал стрингера $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\nu = 0,3$ $[\sigma] = 300 \text{ МПа}$



вариант	A,мм	B,мм	R,мм	C,мм	G,мм	k,мм	t,мм	l,мм
1	200	150	20	10	180	20	2	4
2	220	150	20	10	200	20	2	4
3	200	180	25	15	160	20	2	4
4	250	190	25	20	220	20	3	5
5	300	200	25	10	200	25	3	5
6	320	150	25	30	280	30	4	5
7	400	200	50	15	350	30	4	6