

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

Кафедра самолето- и вертолетостроения
Кафедра прочности летательных аппаратов

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Строительная механика

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, специализация:
Самолётостроение

Курс: 3, семестры : 5 6

Факультет летательных аппаратов, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	5	6
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	3
2	Всего часов	0	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	12
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	6
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	2
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		
10	Самостоятельная работа, час.	0	94
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		контр.
12	Вид аттестации		ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

ФГОС введен в действие приказом №1165 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 23.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

СиВС, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

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. Бобин К. Н.

Заведующий кафедрой:

Смирнов С. А.

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Курлаев Н. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований; в части следующих результатов обучения:
у2. проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;
Компетенция ФГОС: ПК.2 владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем; в части следующих результатов обучения:
у2. владеть навыками расчетов аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций;
Компетенция ФГОС: ПСК.36 способностью и готовностью участвовать в разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов; в части следующих результатов обучения:
з2. основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости, строительной механики машин и конструкций, основные методы и соотношения вычислительной механики;

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>Строительная механика</i>	
ПК.2.у2 владеть навыками расчетов аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций;	
1. Решать задачи о напряженно-деформированном состоянии пластин	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;	
2. О принципах построения расчетных схем при исследовании наиболее распространенных конструкций	Лекции; Самостоятельная работа
3. Вариационные принципы и прикладные методы решения задач строительной механики.	Лекции; Самостоятельная работа
4. Определение пластин. Необходимые исходные данные для расчета пластин, способы их задания.	Лекции; Самостоятельная работа
ПСК.36.з2 основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости, строительной механики машин и конструкций, основные методы и соотношения вычислительной механики;	
5. О методах получения расчетных зависимостей для исследования основных расчетных схем.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. Основные принципы и гипотезы, применяемые в курсе "Строительная механика машин".	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Введение			
1. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости.	0	2	2, 6

Семестр: 6			
Дидактическая единица: Теория тонких пластин			
2. Гипотезы Кирхгофа в теории поперечного изгиба пластин	0	1	3, 5
3. Граничные условия в задачах поперечного изгиба пластин	0	1	5
4. Уравнение поперечного изгиба пластин	0	1	3
5. Осесимметричная задача изгиба пластин	0	1	4, 5

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Теория тонких пластин				
1. Изгиб пластин	2	6	1, 5	Расчет на изгиб пластин

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	4, 6	35	0
Включает задачу на расчет стержневых систем: Строительная механика машин : методические указания к решению задач для 3 и 4 курсов ФЛА дневной формы обучения (направления 150300 Прикладная механика) / Новосибир. гос. техн. ун-т ; [сост. К. А. Матвеев, А. Н. Пель, Н. В. Пустовой]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070202				
2	Подготовка к занятиям	2, 5	34	0
включает повторение пройденного лекционного материала, решение задач и самостоятельную работу с литературой: Механика стержневых конструкций : методические указания к выполнению курсовых и лабораторных работ для 5 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Е. Левин, Д. А. Красноруцкий]. - Новосибирск, 2011. - 34, [1] с. : ил.				
3	Дополнительная учебная деятельность	2, 5	5	0
Изучение дополнительной литературы: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов : учебное пособие для 3, 4 курсов дневного отделения факультета летательных аппаратов (направление 553300 - прикладная механика) / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 124 с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023648				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	20	0
Подготовка к зачету включает освоение теоретической части курса и отработку навыков решения практических задач: Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов : учебное пособие для 3, 4 курсов дневного отделения факультета летательных аппаратов (направление 553300 - прикладная механика) / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 124 с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023648				

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	Портал НГТУ
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения 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	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
<i>Лекция:</i>	0	50
<i>Практические занятия:</i>	0	20
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
<i>Зачет:</i>	10	20

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Контр. раб.	Зачет
ОПК.4	у2. проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;	+	+
ПК.2	у2. владеть навыками расчетов аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций;	+	+
ПСК.36	з2. основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости, строительной механики машин и конструкций, основные методы и соотношения вычислительной механики;		+

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

7. Литература

Основная литература

1. Погорелов В. И. Строительная механика тонкостенных конструкций : [учебное пособие для вузов по направлению 160800 "Ракетостроение и космонавтика"] / В. И. Погорелов. - СПб., 2007. - 518 с. : ил.
2. Справочная книга по расчету самолета на прочность / М. Ф. Астахов [и др.]. - Москва, 2013. - 702, [6] с. : ил., табл.
3. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000032049

Дополнительная литература

1. Фигуровский В. И. Расчет конструкций летательных аппаратов на прочность методом конечных элементов (метод перемещений) : учебное пособие / В. И. Фигуровский ; Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. - М., 1984. - 57, [1] с. : схемы
2. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности : учебник / Г. С. Варданян [и др.]. - Москва, 2014. - 510, [1] с. : ил., табл.

Интернет-ресурсы

1. Кондратьева Л.Е. Основы метода конечных элементов: Введение. Расчет стержневых систем [Электронный ресурс] : конспект лекций / Л.Е. Кондратьева. - Владимир: Владим. гос. ун-та, 2007. – 36 с. - Режим доступа : <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1191/3/00462.pdf>. - Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
6. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Механика стержневых конструкций : методические указания к выполнению курсовых и лабораторных работ для 5 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Е. Левин, Д. А. Красноруцкий]. - Новосибирск, 2011. - 34, [1] с. : ил.
2. Строительная механика машин : методические указания к решению задач для 3 и 4 курсов ФЛА дневной формы обучения (направления 150300 Прикладная механика) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. К. А. Матвеев, А. Н. Пель, Н. В. Пустовой]. - Новосибирск, 2007. - 52, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070202
3. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов : учебное пособие для 3, 4 курсов дневного отделения факультета летательных аппаратов (направление 553300 - прикладная механика) / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 124 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023648

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Используется при проведении лекционных занятий

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

Кафедра прочности летательных аппаратов
Кафедра самолето- и вертолетостроения

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Строительная механика

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, специализация:
Самолётостроение

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Строительная механика** 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)
ОПК.4 способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	у2. проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;	Гипотезы Кирхгофа в теории поперечного изгиба пластин Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости. Осесимметричная задача изгиба пластин Уравнение поперечного изгиба пластин	Контрольная работа	Зачет, вопросы 1-5
ПК.2/ПК владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем	у2. владеть навыками расчетов аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций;	Изгиб пластин	Контрольная работа	Зачет, вопросы 6-15
ПСК.36 способностью и готовностью участвовать в разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов	з2. основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости, строительной механики машин и конструкций, основные методы и соотношения вычислительной механики;	Гипотезы Кирхгофа в теории поперечного изгиба пластин Граничные условия в задачах поперечного изгиба пластин Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости. Осесимметричная задача изгиба пластин		Зачет, вопросы 1-5

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.2/ПК, ПСК.36.

Зачет проводится в устной форме, по билетам. На подготовку к ответу дается один астрономический час

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

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

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 ОПК.4, ПК.2/ПК, ПСК.36, 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.

Формулировки критериев сформированности компетенций являются ориентировочными и могут быть изменены разработчиком.

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

Паспорт зачета

по дисциплине «Строительная механика», 6 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет включает один теоретический вопрос и одну задачу. При подготовке ответа разрешается пользоваться собственным конспектом лекций и собственными записями.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Строительная механика»

1. Вывод уравнения поперечного изгиба пластин
2. Рассчитать изгиб плоской пластины в соответствии с вариантом

Утверждаю: зав. кафедрой СиВС _____ Курлаев Н.В.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен описать схему процесса, не может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, в общих чертах может описать схему процесса, оценка составляет *от 10 до 14 баллов*.
- Ответ на билет зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, может описать схему процесса, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, оценка составляет *от 15 до 17 баллов*.

- Ответ на билет зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, может описать схему процесса, при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, оценка составляет *от 17 до 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Допуск к зачету допускается только после сдачи контрольной работы.

Зачет считается сданным, если сумма баллов за зачет составляет не менее 10 баллов при максимально возможных 20 баллах.

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

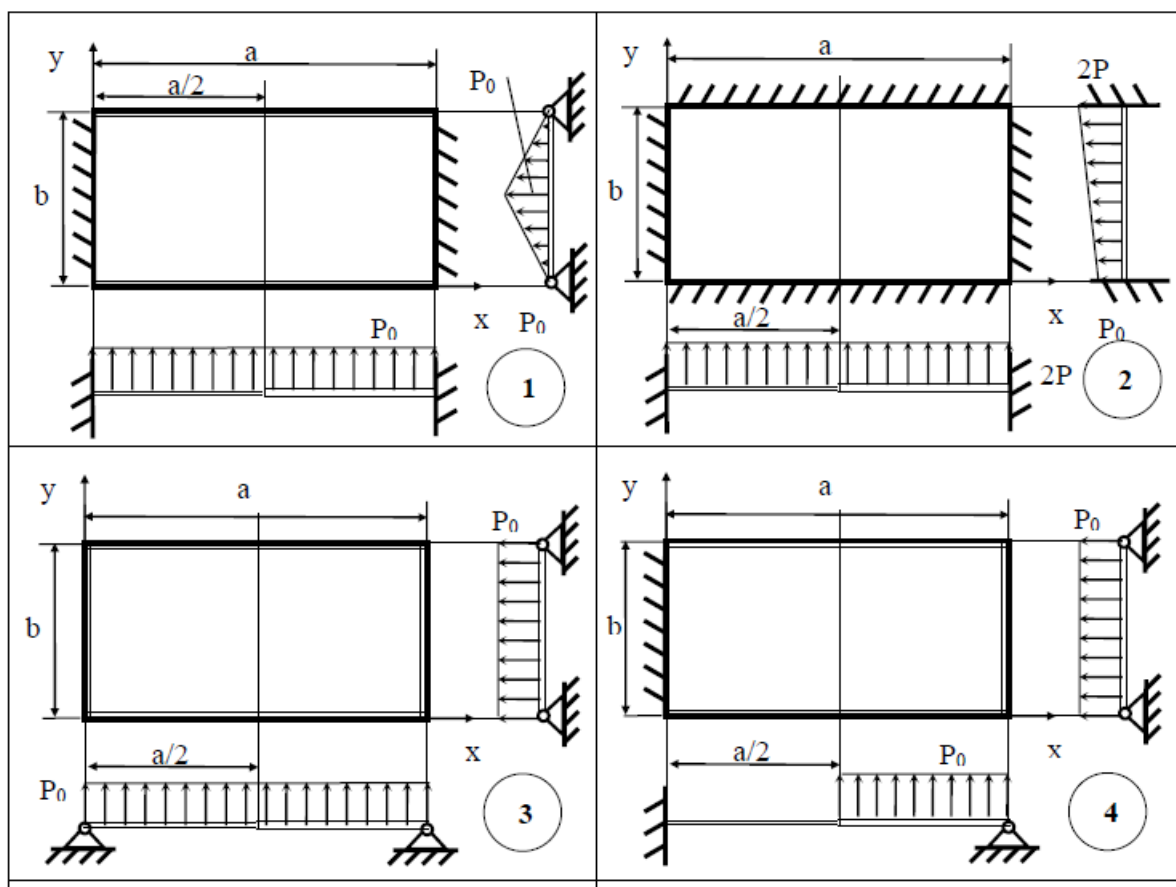
4. Вопросы к зачету по дисциплине «Строительная механика»

1. Вывод уравнения поперечного изгиба пластин.
2. Граничные условия при решении задач изгиба пластин.
3. Вывод уравнений изгиба пластинки и граничных условий вариационным путем.
4. Простейшие задачи изгиба пластин:
 - a. цилиндрический изгиб.
 - b. чистый изгиб.
 - c. кручение пластинки.
5. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин.
 - a. Метод Ритца.
 - b. Метод Бубнова-Галеркина.
6. Применение метода конечных разностей в задачах изгиба пластин.
7. Уравнения равновесия круговых и кольцевых пластин в полярной системе координат. Граничные условия в задачах изгиба круговых и кольцевых пластин.
8. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Аналитическое решение задачи. Определение частных решений и констант интегрирования.
9. Общий случай поперечного изгиба круговых и кольцевых пластин. Применение метода разложения функций в тригонометрические ряды.
10. Применение методов ФКП в задачах изгиба пластин.
11. Изгиб пластин переменной толщины. Уравнение равновесия пластинки переменной толщины. Энергетические методы решения задачи поперечного изгиба пластинки переменной толщины.
12. Понятие о поперечном изгибе ортотропных и конструктивно-анизотропных пластин.
13. Нелинейные уравнения изгиба пластинки с учетом сил, действующих в срединной поверхности.
14. Уравнения устойчивости пластин- уравнения Кармана. Методика решения задач устойчивости пластин.
15. Вариационное уравнение устойчивости пластинки. Потенциальная энергия пластинки с учетом сил, действующих в срединной поверхности. Энергетический критерий Брайана.

Задача к билетам.

Пластина переменной толщины ($h_2/h_1=3$) изгибается поперечной нагрузкой q , распределенной по заданному закону.

С помощью метода Ритца, в одночленном приближении, построить функцию прогиба. Вычислить максимальное значение прогиба w . Принять: модуль Юнга $E=0,7 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\mu=0,34$.



Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Строительная механика», 6 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме Расчет пластины на изгиб, включает 1 задание.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если конечно-элементная схема не разработана, если расчет не выполнен. Оценка составляет **менее 5** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если конечно-элементная схема разработана с грубыми ошибками, в расчет имеются грубые ошибки. Оценка составляет **от 5 до 7** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если конечно-элементная схема разработана без замечаний, расчет выполнен с небольшими замечаниями. Оценка составляет **8 до 9** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если конечно-элементная схема разработана без замечаний, расчет выполнен без замечаний. Оценка составляет 10 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Пример варианта контрольной работы

Пример вариантов контрольной работы.

Прямоугольная пластина со сторонами a и b и постоянной толщиной h изгибается поперечной нагрузкой $q(x, y)$ равномерно распределенной по оси x (рис.1). Вид нагрузки по оси y представлен индивидуальными вариантами 1-45 (рис.2). Пользуясь линейной теорией изгиба пластин, с помощью метода Навье получить аналитическое решение задачи в общем виде. Вычислить и представить графически в виде эпюр прогиб w , изгибающие и крутящий моменты M_1 , M_2 , H . Вычислить максимальное значение прогиба w . Вычислить значения изгибающих M_1 , M_2 и крутящего H моментов в точке, соответствующей максимальному значению эквивалентного напряжения. Пользуясь критерием текучести Сен-Венана, основанным на равенстве наибольших касательных напряжений, определить запас прочности пластины. Принять значение модуля Юнга $2 \cdot 10^5$ МПа, коэффициента Пуассона- 0,3. Во всех вариантах задания значение нагрузки $q_0=3$ Кпа, предел текучести- $\sigma_T=280$ МПа.

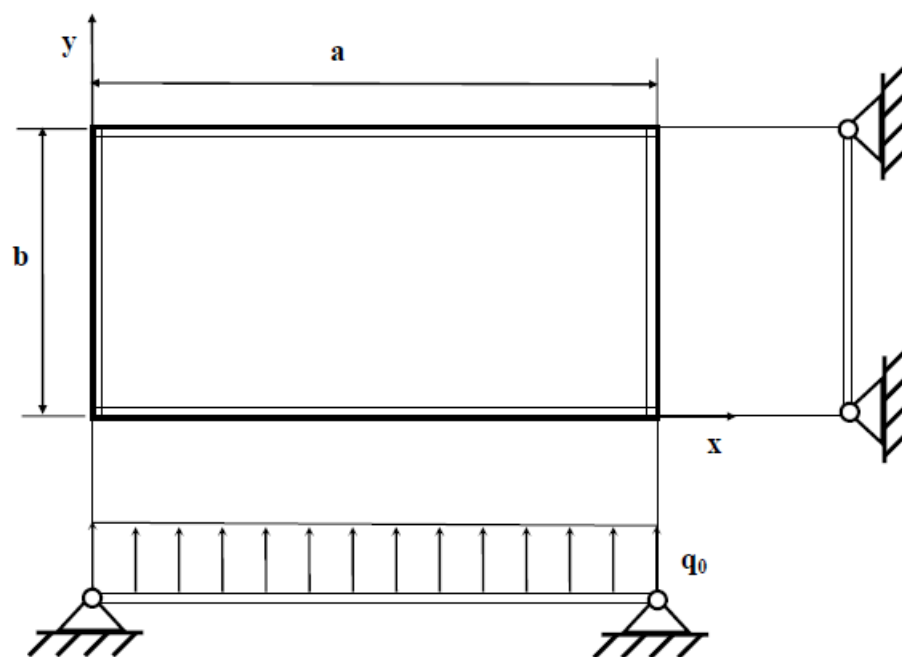


Рис. 1

Индивидуальные варианты распределения нагрузки по оси Y (рис. 2)

