

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. 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

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

СиВС, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

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

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Пель А. Н.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Смирнов С. А.

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.владеть навыками расчетов аналитическими и численными методами прикладной механики деталей машин и элементов конструкций;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;	
2.проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики;	Лекции; Практические занятия; 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;	
3.основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости, строительной механики машин и конструкций, основные методы и соотношения вычислительной механики;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Основные принципы и методы строительной механики				
1. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера-прочниста. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости.	0	1	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
Дидактическая единица: Устойчивость прямолинейных стержней				

3. Метод Эйлера. Уравнение устойчивости. Решение задач устойчивости стержней вариационными методами (методы Ритца, Тимошенко, Бубнова-Галеркина).	0	1	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Матричные методы расчета стержневых систем				
5. Вывод уравнений равновесия одномерной стержневой системы на основе принципа возможных перемещений. Матричная формулировка уравнений равновесия для одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления.	0	0,5	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
6. Связь между локальными и глобальными координатами. Работа внутренних сил и внешних нагрузок на возможных перемещениях. Аппроксимация перемещений с помощью полиномов Эрмита. Матрица жесткости отдельного стержня. Матрица жесткости всей конструкции, ее свойства. Выполнение условий закрепления.	0	0,5	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
Дидактическая единица: Поперечный изгиб пластин				

7. Гипотезы Кирхгоффа в теории пластин. Уравнение изгиба пластинки. Внутренние силовые факторы в пластинке при изгибе. Граничные условия при решении задач изгиба пластин. Потенциальная энергия пластинки при изгибе. Вывод уравнения изгиба пластинки и граничных условий из вариационных уравнений. Простейшие задачи изгиба пластин: цилиндрический изгиб, чистый изгиб, кручение.	0	1	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
8. Методы решения задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин с учетом действия высоких температур. Применение метода конечных разностей в задачах изгиба пластин. Применение методов ТФКП в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Изгиб подкрепленных пластин. Уравнение балки Тимошенко. Учет влияния поперечного сдвига в уравнениях изгиба пластин. Уравнения изгиба трехслойных пластин.	0	1	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
9. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Особенности изгиба пластин в виде кольцевого сектора.	0	0,5	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.

10. Нелинейные уравнения продольно-поперечного изгиба пластин. Уравнение устойчивости пластин. Энергетический критерий устойчивости Брайана. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Методы решения задач устойчивости пластин. Устойчивость шарнирно опертой пластинки. Устойчивость пластинки с двумя шарнирно опертыми кромками. Устойчивость при сдвиге. Устойчивость пластинки при комбинированном нагружении. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин.	0	0,5	1, 2, 3	Слушание лекции, ведение конспекта, формулирование вопросов.
---	---	-----	---------	--

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Устойчивость прямолинейных стержней				
1. Метод Эйлера. Уравнение устойчивости. Решение задач устойчивости стержней вариационными методами (методы Ритца, Тимошенко, Бубнова-Галеркина).	0	1	1, 2, 3	Умеет решать задачи устойчивости стержней методом Эйлера и вариационными методами (методы Ритца, Тимошенко, Бубнова-Галеркина).
Дидактическая единица: Матричные методы расчета стержневых систем				
2. Решение задач о НДС одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления.	0	1	1, 2, 3	Умеет решать задачи о НДС одномерной стержневой системы.

3. Решение задач о НДС плоской фермы. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Проверка свойств матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления.	0	2	1, 2, 3	Умеет решать задачи о НДС плоской фермы.
Дидактическая единица: Поперечный изгиб пластин				
4. Решение задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин.. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Применение уравнений изгиба трехслойных пластин.	1	1	1, 2, 3	Умеет решать задачи поперечного изгиба пластин.
5. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин.	1	1	1, 2, 3	Умеет решать задачи изгиба пластинки в полярных координатах.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	1, 2, 3	20	0
: 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://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3373.rar				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3	19	0
: 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://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3373.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	55	0
: 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://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3373.rar				

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; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Кейс-стади
Краткое описание применения:	
Подробная информация об использовании технологии приводится в "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://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3373.rar"	

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: 6	
<i>Лекция:</i>	20
<i>Практические занятия:</i>	20
<i>Контрольные работы:</i>	40
<i>Зачет:</i>	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	32. 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.

Дополнительная литература

1. Усюкин В. И. Строительная механика конструкций космической техники : [Учеб. для вузов] / В. И. Усюкин. - М., 1988. - 390 с. : ил. - Библиогр.: с. 382-383 (45 назв.). - Предм. указ.: с. 387-390.

2. Основы строительной механики ракет : учебное пособие для вузов / Л. И. Балабух, К. С. Колесников, В. С. Зарубин и др. - М., 1969. - 494 с. : ил.

3. Бидерман В. Л. Механика тонкостенных конструкций. Статика / В. Л. Бидерман. - М., 1977. - 488 с. : ил.

4. Строительная механика летательных аппаратов : [учебник для авиационных специальностей вузов] / И. Ф. Образцов, Л. А. Булычев, В. В. Васильев ; под ред. И. Ф. Образцова. - М., 1986. - 535, [1] с. : ил. - Загл. корешка: Строительная механика ЛА. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 524-525 (34 назв.). - Предм. указ.: с. 526-530.

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 "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. 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://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3373.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Windows

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций

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;	Нелинейные уравнения продольно-поперечного изгиба пластин. Уравнение устойчивости пластин. Энергетический критерий устойчивости Брайана. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Методы решения задач устойчивости пластин. Устойчивость шарнирно опертой пластинки. Устойчивость пластинки с двумя шарнирно опертыми кромками. Устойчивость при сдвиге. Устойчивость пластинки при комбинированном нагружении. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Вывод уравнений равновесия одномерной стержневой системы на основе принципа возможных перемещений. Матричная формулировка уравнений равновесия для одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Гипотезы Кирхгофа в теории пластин.	Контрольная работа "Построение функции прогиба"	Зачет, вопросы 1-27

		Уравнение изгиба пла-стинки. Внутренние силовые факторы в пластинке при изгибе. Граничные условия при решении задач изгиба пластин. Потенциальная энергия пластинки при изгибе. Вывод уравнения изгиба пластинки и граничных условий из вариационных уравнений. Простейшие задачи изгиба пластин: цилиндрический изгиб, чистый изгиб, кручение. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера-прочниста. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости. Метод Эйлера. Уравнение устойчивости. Решение задач устойчивости стержней вариационными методами (методы Ритца, Тимошенко, Бубнова-Галеркина). Методы решения задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин с учетом действия высоких температур. Применение метода конечных разностей в задачах изгиба пластин. Применение методов ТФКП в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Изгиб подкрепленных пластин. Уравнение балки Тимошенко. Учет влияния попе-речного сдвига в уравнениях изгиба пластин. Уравнения изгиба трехслойных пластин. Решение задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин.. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Применение уравнений изгиба трехслойных пластин. Решение задач о НДС		
--	--	--	--	--

		одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Решение задач о НДС плоской фермы. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Проверка свойств матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Связь между локальными и глобальными координатами. Работа внутренних сил и внешних нагрузок на возможных перемещениях. Аппроксимация перемещений с помощью полиномов Эрмита. Матрица жесткости отдельного стержня. Матрица жесткости всей конструкции, ее свойства. Выполнение условий закрепления. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Особенности изгиба пластин в виде кольцевого сектора.		
ПК.2/ПК владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной	у2. владеть навыками расчетов аналитическими и численными методами прикладной	Нелинейные уравнения продольно-поперечного изгиба пластин. Уравнение устойчивости пластин. Энергетический критерий устойчивости Брайана.		Зачет, вопросы 1-27

информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем	механики деталей машин и элементов конструкций;	Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Методы решения задач устойчивости пластин. Устойчивость шарнирно опертой пластинки. Устойчивость пластинки с двумя шарнирно опертыми кромками. Устойчивость при сдвиге. Устойчивость пластинки при комбинированном нагружении. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Вывод уравнений равновесия одномерной стержневой системы на основе принципа возможных перемещений. Матричная формулировка уравнений равновесия для одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Гипотезы Кирхгоффа в теории пластин. Уравнение изгиба пластинки. Внутренние силовые факторы в пластинке при изгибе. Граничные условия при решении задач изгиба пластин. Потенциальная энергия пластинки при изгибе. Вывод уравнения изгиба пластинки и граничных условий из вариационных уравнений. Простейшие задачи изгиба пластин: цилиндрический изгиб, чистый изгиб, кручение. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера-прочниста. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости.		
---	--	---	--	--

		Метод Эйлера. Уравнение устойчивости. Решение задач устойчивости стержней вариационными методами (методы Ритца, Тимошенко, Бубнова-Галеркина). Методы решения задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин с учетом действия высоких температур. Применение метода конечных разностей в задачах изгиба пластин. Применение методов ТФКП в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Изгиб подкрепленных пластин. Уравнение балки Тимошенко. Учет влияния попе-речного сдвига в уравнениях изгиба пластин. Уравнения изгиба трехслойных пластин. Решение задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин.. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Применение уравнений изгиба трехслойных пластин. Решение задач о НДС одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской		
--	--	--	--	--

		фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Решение задач о НДС плоской фермы. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Проверка свойств матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Связь между локальными и глобальными координатами. Работа внутренних сил и внешних нагрузок на возможных перемещениях. Аппроксимация перемещений с помощью полиномов Эрмита. Матрица жесткости отдельного стержня. Матрица жесткости всей конструкции, ее свойства. Выполнение условий закрепления. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Особенности изгиба пластин в виде кольцевого сектора.		
ПСК.36 способностью и готовностью участвовать в разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолетов и их узлов	32. основные уравнения аналитической динамики и теории колебаний, теории упругости, строительной механики машин и конструкций, основные методы и соотношения вычислительной механики;	Нелинейные уравнения продольно-поперечного изгиба пластин. Уравнение устойчивости пластин. Энергетический критерий устойчивости Брайана. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Методы решения задач устойчивости пластин. Устойчивость шарнирно опертой пластинки. Устойчивость пластинки с двумя шарнирно опертыми кромками. Устойчивость при сдвиге. Устойчивость пластинки при комбинированном нагружении. Вариационные методы решения задач устойчивости пластин. Вывод уравнений равновесия одномерной стержневой системы на основе принципа возможных перемещений. Матричная формулировка уравнений равновесия для		Зачет, вопросы 1-27

		одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Гипотезы Кирхгофа в теории пластин. Уравнение изгиба пластинки. Внутренние силовые факторы в пластинке при изгибе. Граничные условия при решении задач изгиба пластин. Потенциальная энергия пластинки при изгибе. Вывод уравнения изгиба пластинки и граничных условий из вариационных уравнений. Простейшие задачи изгиба пластин: цилиндрический изгиб, чистый изгиб, кручение. Задачи, структура курса и его место в системе подготовки инженера-прочниста. Историческая справка и современное состояние основных разделов прикладной теории упругости. Метод Эйлера. Уравнение устойчивости. Решение задач устойчивости стержней вариационными методами (методы Ритца, Тимошенко, Бубнова-Галеркина). Методы решения задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин. Изгиб пластин с учетом действия высоких температур. Применение метода конечных разностей в задачах изгиба пластин. Применение методов ТФКП в задачах изгиба		
--	--	--	--	--

		пластин. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Изгиб подкрепленных пластин. Уравнение балки Тимошенко. Учет влияния попе-речного сдвига в уравнениях изгиба пластин. Уравнения изгиба трехслойных пластин. Решение задач изгиба пластин. Методы двойных тригонометрических рядов. Метод ординарных тригонометрических рядов. Метод Папковича. Применение прямых вариационных методов в задачах изгиба пластин.. Изгиб пластин переменной толщины. Изгиб орто-тропных и конструктивно анизотропных пластин. Применение уравнений изгиба трехслойных пластин. Решение задач о НДС одномерной стержневой системы. Матрица жесткости одномерной стержневой системы, ее свойства. Выполнение условий закрепления в одномерных стержневых системах. Плоская ферма. Определения. Исходные данные для расчета. Вычисление удлинений элемента фермы. Работа внутренних и внешних сил на возможных перемещениях. Уравнения равновесия плоской фермы в усилиях. Матрица жесткости изолированного стержня. Вывод уравнений равновесия плоской фермы в перемещениях. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Свойства матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Решение задач о НДС плоской фермы. Формирование матрицы жесткости плоской фермы. Проверка свойств матрицы жесткости плоской фермы. Выполнение условий закрепления. Связь между локальными и глобальными координатами. Работа внутренних сил и внешних нагрузок на возможных перемещениях. Аппроксимация перемещений с помощью полиномов Эрмита. Матрица жесткости отдельного стержня. Матрица жесткости всей конструкции,		
--	--	---	--	--

		ее свойства. Выполнение условий закрепления. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Уравнения изгиба пластинки и граничные условия в полярных координатах. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин. Общий случай изгиба круговых и кольцевых пластин. Особенности изгиба пластин в виде кольцевого сектора.		
--	--	--	--	--

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 вопросам, приведенным в паспорте зачета, позволяющим оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

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.

Паспорт зачета

по дисциплине «Строительная механика», 6 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме по вопросам, список которых приведен ниже. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

2. Критерии оценки

- Ответ на вопрос считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при ответе допускает принципиальные ошибки, , оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1) .
- Ответ на вопрос засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, однако может допустить не принципиальные ошибки, например, вычислительные, , оценка составляет менее 0,6 максимального балла.
- Ответ на вопрос засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при вычислении задачи, , оценка составляет менее 0,8 максимального балла
- .Ответ на вопрос засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 0,8 максимального балла или более.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. В качестве максимального берется балл из таблицы 6.1.

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. Гипотезы Эйлера-Бернулли в теории изгиба стержней.
2. Тензор напряжений и формулы Коши.
3. Внутренние силовые факторы и уравнения равновесия стержней.
4. Устойчивость равновесия прямолинейного стержня, сжатого осевой силой.

5. Гипотезы Кирхгоффа в теории пластин. Уравнение изгиба пластинки.
6. Внутренние силовые факторы и напряжения в пластинке при изгибе.
7. Граничные условия при решении задач изгиба пластин.
8. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Метод сечений.
9. Задача растяжения одномерной стержневой конструкции. Вывод уравнений равновесия. Матрица жесткости стержня.
10. Принцип минимума полной энергии на примере задачи растяжения стержня. Вычисление и преобразование полной энергии.
11. Растяжение одномерной стержневой конструкции. Условия минимума полной энергии.
12. Условия закрепления стержневых систем. Жесткие и упругие связи.
13. Плоские фермы. Исходные данные. Локальная система координат. Вычисление удлинения стержня через перемещения узлов.
14. Плоские фермы. Определение матрицы жесткости стержня и ее свойства.
15. Плоские фермы. Вычисление полной энергии и вывод уравнений равновесия узлов.
16. Плоские фермы. Матрица жесткости фермы.
17. Плоские фермы. Уравнения равновесия.
18. Расчет рам. Задание исходных данных. Определение локальных осей. Перемещения точек осевой линии.
19. Рамы. Вычисление деформации произвольного волокна в сечении КЭ.
20. Рамы. Закон Гука в задаче изгиба и растяжения КЭ.
21. Рамы. Вывод дифференциальных уравнений равновесия балки.
22. Рамы. Матрица жесткости
23. Рамы. Вывод энергии изгиба и растяжения КЭ.
24. Рамы. Работа внешних сил.
25. Рамы. Вычисление полной энергии, как функции перемещений и углов поворота узлов КЭ.
26. Рамы. Преобразование матрицы жесткости и узловых нагрузок при переходе к глобальной системе координат.
27. Рамы. Вывод уравнений равновесия узлов.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Строительная механика», 6 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме: Поперечный изгиб пластин. Включает в себя одно задание. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Работа считается **не выполненной**, если решено менее половины всех задач, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если решена половина всех задач, оценка составляет менее 0,7 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если решены все задачи, имеются отдельные недочеты в решении, нет достаточного теоретического обоснования, оценка составляет менее 0,9 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,9 максимального балла

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. В качестве максимального берется балл из таблицы 6.1.

4. Пример варианта контрольной работы

Пластика шарнирно оперта по четырем сторонам и нагружена в соответствии с заданной расчетной схемой. С помощью метода двойных тригонометрических рядов построить функцию прогиба.

