

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт транспортных систем (ИТС)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТС

_____ Тумасов А.В.

« 8 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.2 Строительная механика самолетов

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки специалистов

Направление подготовки: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Направленность: Самолетостроение

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра КиАТ

Кафедра-разработчик КиАТ

Объем дисциплины 288/8
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет, экзамен

Разработчик: Вешуткин В.Д., к.т.н., доцент

2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 04 августа 2020 года № 877 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 10.06.2021 г. № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «АГДПМиСМ» протокол от 07 июня 2021 г. № 6.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н, профессор Герасимов С.И. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИТС, Протокол от 08.06.2021 г. № 8/1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № _____
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	6
4.1. Содержание разделов дисциплины.....	6
4.2. Структура дисциплины.....	8
4.3. Лабораторные работы.....	13
4.4. Практические занятия (семинары).....	13
4.5. Курсовой проект (работа).....	14
4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины	14
5. Образовательные технологии	15
5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях	16
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной успеваемости	16
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	19
7.1. Основная литература.....	19
7.2. Дополнительная литература.....	19
7.3. Периодические издания.....	20
7.4. Интернет ресурсы.....	20
7.5. Методические указания к лабораторным занятиям.....	21
7.6. Методические указания к практическим занятиям	21
7.7. Программное обеспечение	21
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	23
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	24

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

формирование и развитие компетенций в области расчетов прочности авиационных конструкций, необходимых для профессиональной подготовки инженера - конструктора (технологической подготовки).

Задачами изучения дисциплины «Строительная механика самолетов» являются:

- овладение методами расчета балок, пластин, оболочек типа крыла и фюзеляжа;
- изучение методов расчета стержневых и оболочечных конструкций;
- умение решать практические задачи в строительной механике самолета.

2. Место дисциплины в структуре ФГОС ВО (3++)

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла Б1.В.ОД.2.

Учебная дисциплина " *Строительная механика самолетов* " изучается на 3 и 4 курсах в 6 и 7 семестрах и логически связана с изученными ранее дисциплинами базовой части математического и научно-инженерного цикла: математикой (1-3 семестры), теоретической механикой (2-3 семестры). В области профессионального цикла дисциплина связана с сопротивлением материалов (3-4 семестры).

На "входе" студенты должны иметь достаточную подготовку по математике, теоретической механике, сопротивлению материалов.

В дальнейшем, знания, умения и навыки, полученные в курсе "*Строительная механика самолетов*" могут быть использованы при изучении курсов «прочность конструкций», «конструирование самолетов», выполнении курсовых работ и дипломного проекта.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с **ФГОС ВО (3++)** по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения, умением анализировать логику рассуждений и высказываний ;

б) профессионально-специализированных компетенций (ПК):

- способностью и готовностью участвовать в разработке проектов самолетов различного целевого назначения, в разработке конструктивно-силовых схем агрегатов самолётов и их узлов в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций. (ПК-1);

- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию при выполнении эскизных, технических и рабочих проектов изделий при конструировании деталей, агрегатов планера и систем оборудования воздушного судна использованием средств автоматизации проектирования. (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы расчета прочности и устойчивости балок, рам и стержневых систем;
- методы расчета прочности и устойчивости пластин и оболочек;
- методы расчета прочности и устойчивости при изгибе и кручении конструкций типа крыла и оперения;
- пакеты прикладных программ для оценки НДС деталей и узлов ЛА.

Уметь:

- рассчитывать балки, рамы, стержневые системы на изгиб и устойчивость;
- рассчитывать пластины, оболочки на изгиб, кручение и устойчивость;

- рассчитывать на изгиб и кручение конструкции типа крыла и оперения;
- выбирать расчетные конструктивно-силовые схемы ЛА;
- проводить анализ НДС конструкции в существующих пакетах прикладных программ.

Владеть:

- навыками расчета напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов самолета;
- навыками расчета напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов самолета в существующих пакетах прикладных программ.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4.1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Расчет стержневых систем	Кинематический анализ стержневых систем. Условия геометрической неизменяемости стержневых систем. Расчет плоских и пространственных ферм. Классификация ферм. Определение усилий в стержнях ферм способом проекций и способом моментной точки. Опорные закрепления балок	РГЗ
2	Балки. Балки на упругом основании и при сложном изгибе	Определение НДС составных балок. Справочные данные. Балки многоопорные. Методы раскрытия статической неопределимости многоопорных балок и ферм. Алгоритм расчета методом сил и методом перемещений. Численные решения балки переменной нагрузки и сечения. Учет граничных условий. Балки на упругом основании и при сложном изгибе.	РГЗ
3	Рамы, арки, кольца и перекрытия	Методы раскрытия статической неопределимости рамных конструкций. Учет симметрии при расчете рам. Статически неопределимые арки и кольца. Рамы с неподвижными узлами. Методы решения. Рамы с подвижными узлами. Метод деформаций и распределения узловых моментов. Перекрытие. Общий метод решения. Решения как балки на упругом основании.	РГЗ
4	Общие теоремы строительной механики	Линейно и нелинейно деформируемые упругие системы. Работа внешних сил и потенциальная энергия упругих систем. Принцип возможных перемещений. Обобщенные перемещения и обобщенные силы. Теоремы строительной механики. Терма Кастильяно и теорема о наименьшей работы.	РК

5	Расчет пластин	Пластины в конструкции самолета. Методы расчета, приведенные в справочниках. Плоское напряженное состояние пластин. Концентрация напряжений в пластине с отверстием. Изгиб прямоугольных и круглых пластин. Решение сложных пластин приведением к перекрытиям.	РК
---	----------------	--	----

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4
6	Устойчивость пластин	Устойчивость пластин. Устойчивость прямоугольных пластин как части конструкции. Устойчивость пластин при сдвиге. Редуцирование пластин в составе сжатой панели. Устойчивость тонкостенных стержней, состоящих из пластин. Учет вырезов и их подкрепления.	РГЗ
7	Расчет оболочек типа крыла и фюзеляжа на основе балочной теории	Расчет оболочек типа крыла и фюзеляжа на основе балочной теории. Понятие эквивалентного бруса. Учет разных материалов. Элементы эквивалентного бруса во втором и следующих приближениях. Кручение многослойных оболочек.	КР
8	Стесненное кручение конструкций типа крыла и оперения	Стесненное кручение конструкций типа крыла и оперения. Основные гипотезы, учитываемые в расчете. Дифференциальные уравнения стесненного кручения. Граничные условия. Вычисление секториальных характеристик открытых и замкнутых сечений.	КР
9	Напряженно-деформируемое состояние каркасированных оболочек типа фюзеляжа	Уравнения безмоментной теории оболочек вращения. Осесимметрично нагруженные оболочки вращения. Напряженно-деформированное состояние оболочек типа фюзеляжа. Определение НДС каркасированных оболочек при действии поперечных сил, крутящих, вертикальных и поперечных изгибающих моментов.	РК
10	Использование метода конечных элементов (МКЭ) при расчете конструкций	Понятие о методе конечных элементов. Характеристика МКЭ. Конечно элементная модель конструкции. Составление уравнений МКЭ в перемещениях. Конечные элементы. Применение МКЭ к расчету типовых авиационных конструкций. Понятие о пакетах для ПЭВМ, позволяющих реализовать МКЭ.	КР
11	Колебания конструкций ЛА	Системы с одной степенью свободы и с конечным числом степеней свободы. Колебания стержней, пластин и оболочек. Аэроупругие колебания	РК
12	Расчет элементов за пределом упругости	Основные соотношения прикладной теории пластичности. Определение предельных нагрузок. Прикладные методы решения задач теории пластичности. Устойчивость за пределом упругости	КР

13	Расчет элементов из слоистых и композитных материалов	Элементы из слоистых композитных материалов. Многослойные и подкрепленные тонкостенные элементы. Трехслойные панели	РК
----	---	---	----

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов).

Таблица 4.2

Виды учебной работы	В часах трудоемкости		
	По семестрам		Всего
	6 сем	7 сем	
Общая трудоемкость	144	144	288
Аудиторная работа:	68	51	119
<i>Лекции (Л)</i>	34	34	68
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	17	51
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-	-
Самостоятельная работа:	73	60	133
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	-	36	36
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-	-
Реферат (Р)	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов	39	-	39
Самоподготовка (проработка и подготовка лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	34	24	58
Подготовка и сдача экзамена	-	27	27
Вид итогового контроля:	зачет	экзамен	-

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

Таблица 4.3

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа СР
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Расчет стержневых систем	10	4	6	-	12
2	Балки. Балки на упругом основании и при сложном изгибе	14	8	6	-	17
3	Рамы, арки, кольца и перекрытия	18	8	10	-	20

4	Общие теоремы строительной механики	6	4	2	-	2
5	Расчет пластин	8	4	4	-	6
6	Устойчивость пластин	12	6	6	-	14
Итого		68	34	34	-	73

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

Таблица 4.3

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа СР
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
7	Расчет оболочек типа крыла и фюзеляжа на основе балочной теории	8	6	2	-	4
8	Стесненное кручение конструкций типа крыла и оперения	10	6	4	-	6
9	Напряженно-деформируемое состояние каркасированных оболочек типа фюзеляжа	8	6	2	-	3
10	Использование метода конечных элементов (МКЭ) при расчете конструкций	10	4	6	-	3
11	Колебания конструкций ЛА	9	6	3	-	4
12	Расчет элементов за пределом упругости	3	3	-	-	2
13	Расчет элементов из слоистых и композитных материалов	3	3	-	-	2
КР	Курсовая работа	-	-	-	-	36
Итого		51	34	17	-	60
Всего		119	68	51	-	133

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности

Таблица 4.4

№ п/п	Наименова- ние разделов дисциплины	Номер и наименование темы	Количество часов (очная форма)					Часов трудо- емко- сти
			Аудиторная работа				Сам. работа (СР)	
			Всего	ЛК	ПЗ	ЛР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1 Расчет стерж- невых систем	Тема 1 Кинематический анализ стержневых систем. Расчет плоских и пространственных	14 8	4 2	6 2	4 4	12 8	26 16

		ферм Тема 2 Методы раскрытия статической неопределимости стержневых систем	6	2	2	-	4	10
--	--	---	---	---	---	---	---	----

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Раздел 2 Балки. Балки на упругом основании и при сложном изгибе	Тема 3 Численные решения балки переменной нагрузки и сечения. Учет граничных условий. Тема 4 Балки на упругом основании в условиях сложного изгиба Тема 5 Балки многопролетные	16 6 4 6	8 2 4 2	8 2 - 2	- - - -	18 6 4 8	34 12 8 14
3	Раздел 3 Рамы, арки, кольца и перекрытия	Тема 6 Плоские рамы. Метод сил и деформаций Тема 7 Метод решения распределением узловых моментов Тема 8 Перекрытие. Общий метод и метод сведения к балке на упругом основании Тема 9 Расчет арки. Расчет плоских тонкостенных колец методом сил	30 10 4 8 8	8 2 2 2 2	10 2 - 2 2	12 4 - 4 4	20 8 4 2 6	50 18 8 10 14
4	Раздел 4 Общие теоремы строительной механики	Тема 10 Линейно и нелинейно деформируемые упругие системы. Потенциальная энергия упругих систем Тема 11 Принцип возможных перемещений. Обобщенные перемещения и обобщенные силы. Теоремы строительной меха-	6 2 4	4 2 2 2	2 - - -	- - - -	2 1 1	8 3 5

		ники						
5	Раздел 5 Расчет пластин	Тема 12 Основные гипотезы и уравнения. Плоское напряженное состояние пластин. Концентрация напряжений в пластине с отверстием	10 2	6 2	4 -	- -	6 4	16 6

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Тема 13 Изгиб прямоугольных пластин и круглых пластин	8	4	4	-	2	10
6	Раздел 6 Устойчивость пластин	Тема 14 Устойчивость прямоугольных пластин как части конструкции Тема 15 Устойчивость пластин при сдвиге. Редуцирование пластин в составе сжатой панели. Тема 16 Устойчивость тонкостенных стержней, состоящих из пластин	14 4	6 2	6 -	2 2	14 6	28 10
			6	2	2	-	2	8
			4	2	2	-	6	10
7	Раздел 7 Расчет оболочек типа крыла и фюзеляжа на основе балочной теории	Тема 17 Понятие эквивалентного бруса. Учет разных материалов. Элементы эквивалентного бруса во втором и последующих приближениях. Тема 18 Кручение многозамкнутых оболочек	12 4	6 2	6 2	- -	3 1	15 5
			8	4	2	-	2	10
8	Раздел 8 Стесненное кручение конструкций типа крыла и оперения	Тема 19 Основные гипотезы, учитываемые в расчете. Дифференциальные уравнения стесненного кручения. Граничные условия Тема 20 Вычисление секториальных характеристик открытых и замкнутых сечений	14 6	8 2	6 2	- -	3 1	17 7
			8	4	2	-	2	10

9	Раздел 9 Напряженно-деформируемое состояние каркасированных оболочек типа фюзеляжа	Тема 21 Устойчивость продольного и поперечного набора при продольном действии сил. Устойчивость при поперечном изгибе	14 4	6 2	8 2	- -	3 1	17 5
---	--	--	----------------	---------------	---------------	--------	---------------	----------------

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Тема 22 Определение НДС каркасированных оболочек при действии поперечных сил, продольных и, поперечных изгибающих, а также крутящих моментов.	6	2	3	-	1	7
		Тема 23 Учет вырезов и их подкрепления	4	2	2	-	1	5
10	Раздел 10 Использование метода конечных элементов (МКЭ) при расчете конструкций	Тема 24 Характеристика МКЭ. Конечно элементная модель конструкции. Составление уравнений МКЭ в перемещениях.	10 6	4 2	6 4	- -	2 1	12 7
		Тема 25 Конечные элементы. Применение МКЭ к расчету типовых авиационных конструкций	4	2	2	-	1	5
11	Раздел 11 Колебания конструкций ЛА	Тема 26 Системы с одной степенью свободы и с конечным числом степеней свободы	12 4	6 2	6 2	- -	3 1	15 5
		Тема 27 Колебания стержней, пластин и оболочек	6	2	4	-	1	7
		Тема 28 Аэроупругие колебания	2	2	-	-	1	3
12	Раздел 12 Расчет элементов за пределом упругости	Тема 29 Основные соотношения прикладной теории пластичности. Определение предель-	7 4	3 2	4 2	- -	2 1	9 5

		ных нагрузок Тема 30 Прикладные методы решения задач теории пластичности. Устойчивость за пределом упругости	3	1	2	-	1	4
--	--	---	---	---	---	---	---	---

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Раздел 13 Расчет элементов из слоистых и композитных материалов	Тема 31 Элементы из слоистых композитных материалов. Многослойные и подкрепленные тонкостенные элементы Тема 32 Трехслойные панели	3 2	3 2	- -	- -	2 1	5 3
	Курсовая работа	Расчет прочности конструкций самолета	1	1	-	-	1	2
		Итого	119	68	51	-	133	288

4.3. Практические занятия

Таблица 4.5

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Кол-во часов
1	2	3	4
6 семестр			
1	1	Расчет плоских ферм	2
2	3	Численный расчет балки переменного сечения.	4
3	2, 5	Расчет многопролетных балок	6
4	4, 8	Расчет балок на упругом основании	2
5	6, 7	Расчет рам методами сил, деформаций и методом распределения узловых моментов	6
6	2, 9	Расчет кольцевого шпангоута	4
7	10, 11	Расчет балок с использованием теоремы Кастильяно и теоремы о наименьшей работе	2
8	12, 13	Расчет пластин	4

9	14, 15, 16	Устойчивость составного стержня	4
Итого (6 семестр):			34

Продолжение табл. 4.6

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Кол-во часов
1	2	3	4
7 семестр			
1	17, 18	Кручение оболочек на основе балочной теории	3
2	19, 20	Стесненное кручение тонкостенных стержней	3
3	21, 22, 23	Изгиб и устойчивость каркасированных оболочек	4
4	24, 25	Использование МКЭ в расчетах	3
5	26, 27, 28	Колебания стержней и пластин	3
7	29, 30	Определение предельных нагрузок	1
Итого (7 семестр)			17
Всего часов:			51

4.5. Курсовая работа

Тема курсовой работы: *Расчет прочности конструкций самолета (крыла или фюзеляжа).*

4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

На лекции по каждому разделу выстраивается план или содержание. Наиболее сложные для восприятия и понимания вопросы разбираются непосредственно лектором, рассмотрение вопросов же второстепенного характера дается в виде домашнего задания. Домашнее задание может быть представлено в виде краткого опорного конспекта, в форме «вопрос-ответ» и пр. По основным разделам курса в качестве самостоятельной внеаудиторной работы студентами выполняется три расчетно-графических задания.

В качестве самостоятельной внеаудиторной работы студентами выполняется пять расчетно-графических заданий по основным разделам курса. Перечень расчетно-графических заданий для самостоятельной работы студентов приведен в таблице 4.7. Перечень выносимых на самостоятельное изучение вопросов представлен в таблице 4.8.

Таблица 4.7

№ работы	Название расчетно-графического задания	Количество часов
1	2	3
1	Расчет прогибов и напряжений для балки переменного сечения	4
2	Расчет плоской статически определимой фермы	4
3	Расчет многоопорной балки	8

4	Расчет рамы	6
5	Определение критической нагрузки составного стержня	4
<i>Итого</i>		26

Таблица 4.8

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Количество часов
1	2	3
1	Знакомство с прикладными пакетами программ SolidWorks, COSMOSWorks, COSMOS-M	4
2	Основы расчета трехслойных конструкций	4
<i>Итого</i>		8

5. Образовательные технологии

При проведении аудиторных и внеаудиторных занятий используются следующие образовательные формы обучения.

1) На ряде лекций - *компьютерные презентации*, наглядно иллюстрирующие учебный материал и *наглядные демонстрации* испытательного оборудования и средств измерений.

2) На практических занятиях - *программированное обучение*, заключающееся в том, что каждое последующее задание является логическим продолжением предыдущего.

По основным разделам дисциплины запланированы расчетно-графические задания (РГЗ). На занятии преподавателем составляется алгоритм решения прикладных задач, по возможности разбираются наиболее сложные задачи и типичные ошибки, возникающие при их решении, а также выдается индивидуальное задание (перечень расчетно-графических заданий см. в п. 4.8). Преподавателем назначаются дни для консультирования по выполнению РГЗ и защиты выполненной работы. Защита РГЗ может проходить в форме выполнения теста или диалога с преподавателем.

5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Таблица 5.1

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
6, 7	Л	Презентации и видеоролики	6
	ПЗ	Программированное обучение	8
<i>Итого:</i>			12

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Образец контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Перечень контрольных вопросов по дисциплине

1. Содержание дисциплины. Очерк развития СМ. методы расчета задач СМ. Экспериментальные методы
2. Расчет стержневых систем. Статически определимые системы (моторамы, пилоны, фермы).
3. Статически неопределимые системы. Методы раскрытия статической неопределенности.
4. Балки на упругом основании
5. Балки при сложном изгибе.
6. Определение НДС составных однопролетных балок. Справочные данные.
7. Численные решения балки переменной нагрузки и сечения. Учет граничных условий.
8. Балки многопролетные. Методы раскрытия статической неопределимости.

9. Рамы с неподвижными узлами. Методы решения (сил и деформаций).
10. Метод решения распределением узловых моментов.
11. Рамы с подвижными узлами. Методы решения (метод деформаций).
12. Перекрытие. Общий метод решения.
13. Решения перекрытия сведением к решению балки на упругом основании.
14. Изгиб пластин. Пластины в конструкции самолета.
15. Методы расчета, приведенные в справочниках.
16. Решение сложных пластин приведением к перекрытиям.
17. Устойчивость пластин. Устойчивость прямоугольных пластин как части конструкции.
18. Устойчивость пластин при сдвиге. Редуцирование пластин в составе сжатой панели.
19. Устойчивость тонкостенных стержней, состоящих из пластин.
20. Расчет оболочек типа крыла и фюзеляжа на основе балочной теории.
21. Понятие эквивалентного бруса. Учет разных материалов.
22. Элементы эквивалентного бруса во втором и последующих приближениях.
23. Кручение однозамкнутых и многозамкнутых оболочек.
24. Стесненное кручение конструкций типа крыла и оперения.
25. Основные гипотезы, учитываемые в расчете. Дифференциальные уравнения стесненного кручения. Граничные условия.
26. Вычисление секториальных характеристик открытых и замкнутых сечений.
27. Напряженно-деформируемое состояние оболочек типа фюзеляжа
28. Устойчивость продольного и поперечного набора при продольном действии сил.
29. Устойчивость при поперечном изгибе.
30. Определение НДС каркасированных оболочек (типа фюзеляжа) при действии крутящих, вертикальных и поперечных изгибающих моментов и поперечных сил.
31. Механизация расчета с учетом разных материалов и редуцирования.
32. Учет вырезов и их подкрепления.
33. Понятие о методе конечных элементов и о пакетах для ПЭВМ, позволяющих реализовать этот метод.
34. Свободные и вынужденные колебания балок и пластин.
35. Основные соотношения прикладной теории пластичности. Определение предельных нагрузок.
36. Устойчивость за пределом упругости.
37. Многослойные и подкрепленные тонкостенные элементы. Трехслойные панели.

7.1. Основная литература

Таблица 7.1

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экземпляров в библиотеке НГТУ
1	2	3	4	5	6
1	Потапов В. Д. [и др.]; Под ред. В.Д.Потапова.	Строительная механика. В 2-х кн. Кн.1: Статика упругих систем	М. : Высшая школа, 2007	Учебник [МО]	8
2	Александров А. В. [и др.]; Под ред. А.В.Александрова	Строительная механика. В 2-х кн. Кн.2 : Динамика и устойчивость упругих систем	М. : Высшая школа, 2008	Учебник [МО]	8
3	Кац А.М.	Теория упругости	СПб.: Лань, 2002	Учебник [УМО]	15

4	Липовцев Ю.В., Русин М. Ю.	Прикладная теория упругости	М.: Дрофа, 2008	Учебное пособие, [УМО]	1
---	-------------------------------	--------------------------------	-----------------	------------------------	---

1.2. Дополнительная литература

Таблица 7.2

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во эк- земпляров в библиотеке НГТУ
1	2	3	4	5	6
5	Лизин В.Т., В. А. Пяткин	Проектирование тонко- стенных конструкций : - 4- е изд., перераб. и доп.	М.: Машиностро- ение, 2003	Учебное по- сobie	10
6	Амосов А.А. [и др.]	Вычислительные методы : 3-е изд., перераб. и доп.	М. : Изд.дом МЭИ, 2008	Учебное по- сobie, [УМО]	5
7	Эшби М., Джонс Д.	Конструкционные матери- алы.	Долгопрудный: Изд. дом "Интел- лект", 2010.	Учебное по- сobie, [УМО]	15

7.3. Периодические издания

1. Журнал «Прикладная механика и техническая физика»
2. Журнал «Авиационная промышленность»
3. Журнал «Авиационные материалы и технологии»
4. Журнал «Крылья Родины»
5. Журнал «Проблемы прочности»
6. Журнал «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии»

7.4. Интернет ресурсы

1. Библиотека ГОСТов и нормативных документов РФ (<http://libgost.ru>)
2. Представлено множество глоссариев на экономические, биологические, технические и смежные темы (www.glossary.ru)
3. Студенческая электронная библиотека (<http://www.public.ru>)
4. Многоязычная, общедоступная, свободно распространяемая энциклопедия, издаваемая в Интернете (<http://www.ru.wikipedia.org>)
5. Бесплатная электронная Интернет-библиотека (<http://www.zipsites.ru>)
6. Энциклопедии, словари (<http://mediateka.km.ru>)
7. Методические указания к лабораторным работам <http://sopro.nm.ru>
8. Сборник «Проблемы прочности и пластичности» (www.unn.ru/e-library/ppp.htm/)

7.5. Методические указания к лабораторным работам

Таблица 7.3

№	Автор (ы), наименование	Издательство	Год издания	Количество в библиотеке НГТУ
1	2	3	4	5
1	Вешуткин В.Д. Экспериментальная проверка роли разносящей связи	НГТУ, рукоп.	2008	5 (каф) http://sopro.nm.ru
2	Вешуткин В.Д., Моисеева Т.В. Рекомендации к выбору типа опорных закрепленных элементов судового набора: Методическое пособие	НГТУ, Н. Новгород	2005	10
3	Вешуткин В.Д., Моисеева Т.В. Лабораторный практикум по курсам «Строительная механика машин», «Строительная механика самолета» для студентов ФМиАТ дневной формы обучения	НГТУ, Н. Новгород	2010	100 На кафедре
4	Вешуткин В.Д. Определение перемещений в статически неопределимых замкнутых рамах	НГТУ, рукоп.	2012	5 (каф) http://sopro.nm.ru

7.6 Методические указания к практическим занятиям

Таблица 7.4

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экземпляров в библиотеке НГТУ
1	2	3	4	5	6
1	Потапов В. Д. [и др.]; Под ред. В.Д.Потапова.	Строительная механика. В 2-х кн. Кн.1: Статика упругих систем	М. : Высшая школа, 2007	Учебник [МО]	8
2	Вешуткин В.Д., Моисеева Т.В.	Расчет статически неопределимых балок	НГТУ, 2004 Н.Новгород	МУ к РГР	5
3	Вешуткин В.Д., Моисеева Т.В.	Расчет статически неопределимых рам : по курсам ..., "Строительная механика самолета"	НГТУ, 2011 Н.Новгород	МУ к РГР	10
4	Вешуткин В.Д., Моисеева Т.В.	Рекомендации к выбору типа опорных закреплений элементов судового набора	НГТУ, 2005 Н.Новгород	Методическое пособие	10

7.6. Программное обеспечение

Расчеты по лабораторным работам, РГЗ курсовой проект выполняются с использованием программного обеспечения Excel 2000/XP, MATLAB и Mathcad, а также пакеты SolidWorks, COSMOSWorks и COSMOS-M.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Строительная механика самолетов» используются следующие установки и технические средства:

1. *Определение коэффициента податливости опоры при просадке и повороте* (Угловая рама и прямолинейная балка со сменными опорами, набор калиброванных грузов, индикаторы часового типа ИЧ-1, каркас установки).
2. *Экспериментальное исследование деформации рамы* (замкнутая 6-ти узловая рама с 7 стержнями, индикаторы часового типа ИЧ-1, набор калиброванных грузов, устройства подвески грузов, каркас установки).
3. *Определение перемещений в статически неопределимых замкнутых рамах* (Замкнутая кольцевая рама, индикаторы часового типа ИЧ-1, набор калиброванных грузов, каркас установки).
4. *Экспериментальная проверка роли разносящей связи* (плоская перекрытие, состоящее из 7 балок главного направления и одной перекрестной балки, с наклеенными на балки тензорезисторами; калиброванные грузы; соединительные провода и кабели; цифровой измеритель деформации СИИТ-3, каркас установки).
5. *Исследование работы стержня при сжатии и при продольно-поперечном изгибе* (плоский стержень прямоугольного сечения; опорные стойки; основание; мембранный динамометр с индикатором часового типа; устройство подвески груза; калиброванный груз; индикатор часового типа ИЧ-1 для измерения прогиба).
6. *Исследование явления потери устойчивости при продольно-поперечном изгибе стержня* (плоский стержень прямоугольного сечения; опорные стойки; основание; мембранный динамометр с индикатором часового типа; устройство подвески груза; калиброванный груз; индикатор часового типа ИЧ-1 для измерения прогиба).

Для проведения занятий лекционного и практического типа используется аудитории 5325 или 5125, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с помощью которой обеспечиваются тематические иллюстрации, демонстрируются видеофильмы, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Самостоятельная работа проводится в вычислительной лаборатории 5125, в которой рабочие места студентов, оснащены компьютерами с доступом в Интернет и предназначены для работы в электронной образовательной среде.

Обучающимся предоставляется свободный доступ в Интернет-залы научно – технической библиотеки НГТУ для самостоятельной работы, где в течение всего периода обучения обеспечен неограниченный доступ к электронной информационно – образовательной среде НГТУ.

Материально-техническое обеспечение аудиторий включает:

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Мультимедийная аудитория (проведение лекционных занятий) 5325, Нижний Новгород, ул. Минина, 28, корп. 5	Проектор BENO MP776/MP777 Digital Projector, Проекционный экран, компьютер переносной, сетевое оборудование	
Вычислительный центр ИТС (лекционные, практические занятия, само-	Принтер Xerox3121, 6110 Сканер Canon, копировальный аппарат	OC Windows (подписка DreamSpark Premium 70087777), MS Office 2013-32, Office 2010-

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
стоятельная работа) 5125, Нижний Новгород, ул. Минина, 28, корп. 5	МПТ, компьютер АТ 386-387-ДХ (6 шт.); компьютер «Кландайк» (6 шт.), плоттер YP DesignJet, мышь оптическая (12 шт.), клавиатура (12 шт.); мониторы 24" (12 шт.)	32(64) (лиц. 43847744), Auto CAD-2012-32(64) Autodesk Education Master Sulte 2012 (сер.номер 540-46966181) Solid Works Education Class Pack (сер. номер 9710 0044 1213 5426); Dr.Web (срок лиц.2016-02-29 – 2017-04-27); САПР Проект-1 MatCAD Prime 3.1 (MNT-PKG- 7543-FN-T2) Kompas 3D V13 Nupas Cad Matic (договор №92 от 11.11.2014)

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор ИТС

_____ А.В. Тумасов

« ____ » _____ 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.В.ОД.2 Строительная механика самолетов

(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки специалистов

Направление подготовки: _____ 24.05.07 "Самолето- и вертолетостроение" _____

(код и наименование направления подготовки)

Направленность: _____ "Самолетостроение"
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: _____ очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: _____ 2021 _____

Курс: _____ 3, 4 _____

Семестр: _____ 6, 7 _____

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) в рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2021 года начала подготовки;
- 2)

Разработчик РПД, доцент, к.т.н. _____ В.Д. Вешуткин
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры 7 июня 2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой "АГДПМиСМ" _____ С.И. Герасимов
(подпись)

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой «КиАТ» _____ В.А. Зуев
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Методический отдел УМУ

_____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

« ____ » _____ 20 ____ г.