

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.

«20» 05 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Строительная механика самолётов»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолестроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2018
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Авиастроение»


Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат физико-математических наук


Потянихин Д.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Авиастроение»


Марьин С.Б.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Строительная механика самолётов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов» по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 32.002 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И КОНСТРУИРОВАНИЮ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.12.2014 года № 985н (рег. № 35471 от 29.12.2014 года).

Воспитательная работа реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Задачи дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование и закрепление у студентов базовой терминологии и понятий в области прочностного расчета объектов авиационной техники. 2. Формирование у студентов практических навыков по определению напряженно-деформированного состояния в типовой модели авиационной конструкции, практических навыков по оценке устойчивости элементов силовых конструкций агрегатов летательных аппаратов. 3. Формирование навыков и компетенций эффективного использования современных компьютерных технологий виртуального моделирования и инженерного анализа в процессе создания летательных аппаратов.
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные уравнения теории упругости. 2. Расчет тонких пластин. 3. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории. 4. Расчет стрингерных панелей и тонкостенных балок. 5. Расчет стержневых конструкций (ферм и рам).

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Строительная механика самолётов» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессионально-специализированные			
ПСК-4.1 способностью и готовностью участвовать в разработке проектов летательных аппаратов различной конструкции	Основы теории упругости и пластичности, типовые конструктивно-силовые схемы агрегатов самолета.	Проводить расчеты на прочность различных типов конструкций: балочных, ферменных, оболочек; соединений элементов конструкций. Проводить расчеты на устойчивость элементов силовых конструкций и агрегатов.	Подготовка исходных данных для расчетов. Определение напряженно-деформированного состояния типовой модели авиационной конструкции.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Строительная механика самолётов» изучается на 3 курсе, 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Строительная механика самолётов», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Приборное оборудование систем самолётов», «Авиационные двигатели», «Проектирование самолётов», «Б1.В.ДВ.5.1 Управление персоналом», «Б1.В.ДВ.5.2 Социально-психологические аспекты инклюзивного образования», «Конструирование самолётов», «Электрооборудование самолётов», «Проектирование конструкций из композиционных материалов», «Аэродинамика самолётов», «Прочность конструкций самолётов», «Динамика полёта самолётов», «Производственная практика (конструкторская практика)».

Дисциплина «Строительная механика самолётов» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка осуществляется путем проведения практических занятий, выполнения расчетно-графической работы.

Дисциплина «Строительная механика самолётов» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32 (в т. ч. 12 в форме практической подготовки)
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	44 (в т. ч. 12 в форме практической подготовки)
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
1. Основные уравнения теории упругости				
Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках.	2	2	-	2
Главные площадки и главные напряжения, инварианты напряжённого	2	2	-	2

состояния в точке тела. Уравнения закона Гука.				
Потенциальная энергия упругой деформации. Решение прямой задачи теории упругости. Вариационные методы решения задач теории упругости.	2	2	-	2
2. Расчет тонких пластин				
Поперечный изгиб тонких пластин. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластины. Решение уравнения Софи Жермен	2	2	-	2
Устойчивость прямоугольных пластин под действием сил в срединной плоскости.	2	2	-	2
Расчёт косоугольных и цилиндрических пластин. Работа трехслойных панелей. Вариационные методы решения пластин.	2	2	-	2
Расчёт тонких пластин на поперечный изгиб и устойчивость.	2	2	-	2
3. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории				
Основные гипотезы и определения. Расчёт нормальных напряжений в оболочке. Расчёт ПКС в оболочках с разомкнутым и однозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба.	2	2*	-	2
Расчёт ПКС в оболочке с многозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба. Расчёт слабokonических оболочек. Взаимодействие стрингеров, поясов лонжеронов и обшивки в тонкостенной оболочке.	2	2*	-	2
Расчёт оболочек с разомкнутым и однозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба. Расчёт оболочек с многозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба.	2	2*	-	2
Выполнение задания РГР	-	-	-	6*

4. Расчет стрингерных панелей и тонкостенных балок				
Расчёт стрингерных панелей на прочность и устойчивость.	2	2	-	2
Расчёт плоских тонкостенных балок с параллельными и сходящимися поясами на изгиб и сдвиг.	2	2	-	2
Расчёт стрингерной панели на прочность и устойчивость. Расчёт плоской тонкостенной балки с параллельными поясами на изгиб и сдвиг.	2	2	-	2
5. Расчет стержневых конструкций (ферм и рам)				
Расчёт статически определимых ферм на прочность и жёсткость.	2	2*	-	2
Расчёт статически неопределимых ферм на прочность и жёсткость.	2	2*	-	2
Расчёт рам на прочность и жёсткость.	2	2*	-	2
Выполнение задания РГР	-	-	-	6*
ИТОГО по дисциплине	32	32	-	44

* реализуется в форме практической подготовки

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	16
Подготовка к занятиям семинарского типа	16
Подготовка и оформление расчетно-графической работы	12
ИТОГО	44

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

1 Строительная механика летательных аппаратов: Учебник для авиац. спец. вузов / И. Ф. Образцов, Л. А. Булычев, В. В. Васильев и др.; под ред. И. Ф. Образцова. – Москва: Машиностроение, 1986. – 535с.

2 Феофанов, А. Ф. Строительная механика авиационных конструкций / А. Ф. Феофанов. – Москва: Машиностроение, 1964. – 283 с.

3 Тимошенко, С. П. Теория упругости: Пер. с англ./ С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер. Под ред. Г. С. Шапиро. – 2- изд. – Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 560 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Чепурных, И. В. Строительная механика летательных аппаратов: учеб. пособие / И. В. Чепурных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2011. – 67 с.

2. Серенсен, С. В. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. Руководство и справочное пособие / С. В. Серенсен, В. П. Когаев, Р. М. Шнейдерович. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1975. – 488 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1 Чепурных, И. В. Расчет статически неопределимых стержневых конструкций: Методические указания для выполнения расчетно-графического задания и курсовой работы по дисциплине «Строительная механика» / И. В. Чепурных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. – 38с.

2 Чепурных, И. В. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории: Методические указания для выполнения расчетно-графической работы и курсовой работы по дисциплине «Строительная механика» / И. В. Чепурных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2009. – 43 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г. (с 17 апреля 2021 г. по 16 апреля 2022 г.).

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г. (с 27 марта 2021 г. по 27 марта 2022 г.).

3 Образовательная платформа "Юрайт". Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г. (с 07 февраля 2021 г. по 07 февраля 2022 г.).

4 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г. (с 04 февраля 2021 г. по 04 февраля 2030 г.).

5 Справочная правовая система Консультант Плюс. Договор № 45 от 17 мая 2017 (бессрочный).

6 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

7 Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8 Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Национальная платформа открытого образования. <https://openedu.ru/>

2 Репозиторий Самарского университета: коллекция «Авиация»
<http://repo.ssau.ru/handle/Aviaciya/396>

8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
MathcadEducation	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012
ANSYS Academic Research Mechanical and CFD	Условия использования: Academic Program(s) Лицензия № 1071235

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме. Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень учебного и лабораторного оборудования

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 227 /3	Лекционная аудитория ФАМТ	Мультимедийное оборудование
Ауд. 225 /3	Компьютерный класс кафедры АС	Мультимедийное оборудование, ПЭВМ

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия. Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Основные уравнения теории упругости.
2. Расчет тонких пластин.
3. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории.
4. Расчет стрингерных панелей и тонкостенных балок.
5. Расчет стержневых конструкций (ферм и рам).

Практические занятия. Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 225/3).

11 Другие сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Строительная механика самолётов»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2018
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Авиастроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессионально-специализированные			
ПСК-4.1 способностью и готовностью участвовать в разработке проектов летательных аппаратов различной конструкции	Основы теории упругости и пластичности, типовые конструктивно-силовые схемы агрегатов самолета.	Проводить расчеты на прочность различных типов конструкций: балочных, ферменных, оболочек; соединений элементов конструкций. Проводить расчеты на устойчивость элементов силовых конструкций и агрегатов.	Подготовка исходных данных для расчетов. Определение напряженно-деформированного состояния типовой модели авиационной конструкции.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Семестр 5			
1. Основные уравнения теории упругости.	ПСК-4.1	Тест №1	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
2. Расчет тонких пластин.	ПСК-4.1	Тест №2	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
3. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории.	ПСК-4.1	Тест №3	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

		Расчетно-графическая работа (задача №1)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
4. Расчет стрингерных панелей и тонкостенных балок.	ПСК-4.1	Тест №4	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
5. Расчет стержневых конструкций (ферм и рам).	ПСК-4.1	Тест №5	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		Расчетно-графическая работа (задача №2)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
Все разделы	ПСК-4.1	Экзамен	Полнота ответа на вопрос экзаменационного билета

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
Тест №1	3 неделя	5 баллов	<i>5 баллов – студент правильно решил задачу теста, показал отличные умения и</i>

Тест №2	6 неделя	5 баллов	<p>навыки в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>4 балла – студент решил задачу теста с незначительными недочетами, показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>3 балла – студент решил задачу теста не полностью либо с существенными недочетами, показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – студент не решил задачу теста либо выполнил неверно.</p>
Тест №3	9 неделя	5 баллов	
Тест №4	12 неделя	5 баллов	
Тест №5	15 неделя	5 баллов	
Расчетно-графическая работа (задача №1)	10 неделя	10 баллов	
Расчетно-графическая работа (задача №2)	15 неделя	10 баллов	<p>10 баллов – Студент полностью выполнил задачу, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите РГР студент продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений.</p> <p>От 3 до 8 баллов – Студент не полностью выполнил задание (не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допустил неточности, недостатки в оформлении, допустил ошибки в расчетах, не смог интерпретировать результаты расчетов и т. д.). При защите РГР студент не в полной мере продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений.</p> <p>0 баллов - Студент не выполнил задание, или студент выполнил задание с грубыми ошибками, или студент выполнил задание, но при защите РГР не смог объяснить ход решения задачи и не понимает смысла написанного.</p>
Текущий контроль:		45 баллов	
Экзамен		15 баллов	
ИТОГО:		60 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недоста-</p>			

точный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);
 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);
 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);
 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Тест № 1 (типовой вариант)

Матрица компонент p_{ij} тензора напряжений такова:

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & -1 \\ 0 & 3 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

а) Найти компоненты вектора напряжений \vec{P}_n на площадке с нормалью

$$\vec{n} = \frac{1}{2}\vec{e}_1 + \frac{1}{2}\vec{e}_2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\vec{e}_3.$$

Вычислить:

б) модуль вектора \vec{P}_n ;

в) P_{nn} – проекцию вектора \vec{P}_n на нормаль \vec{n} ;

г) $|P_{nt}|$ – величину проекции вектора \vec{P}_n на плоскость площади (то есть касательной составляющей вектора напряжений);

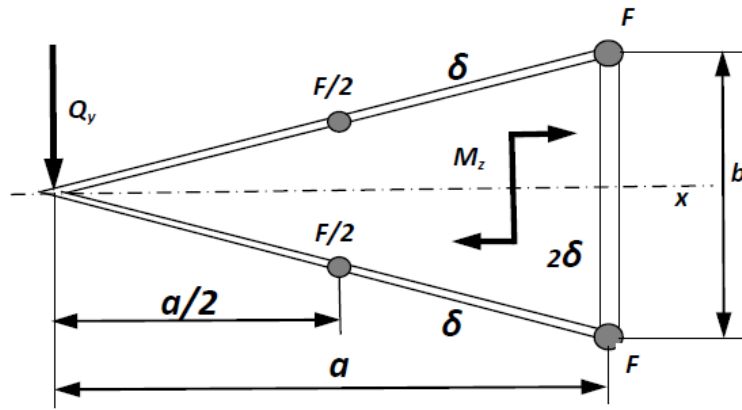
д) угол θ между вектором \vec{P}_n и нормалью к площадке.

Тест № 2 (типовой вариант)

Днище гидросамолёта в районе редана разделено элементами силового набора на ряд одинаковых прямоугольных клеток размерами $a \times b = 30 \times 20$ см². При расчётном посадочном случае E_m разрушающее водяное давление на днище $q^p = 2$ кГ/см². Подобрать толщину листа для днища из условий прочности и жёсткости. Материал листа – коррозионно-стойкий алюминиевый сплав АМг-6, у которого $\sigma_T = 1800$ кГ/см², $E = 71$ ГПа, $w_{\max} = 0,01b$. Лист соединяется с силовым набором однорядными заклёпочными швами.

Тест № 3 (типовой вариант)

Определить нормальные напряжения σ , поток касательных сил q , погонный угол закручивания θ и абсциссу центра изгиба в сечении тонкостенной оболочки. Исходные данные для расчета: $M_z = 18$ кН·м; $Q_y = 190$ кН; $F = 80$ мм²; $a = 390$ мм; $b = 250$ мм; $\delta = 3$ мм. Материал обшивки – алюминиевый сплав Д16АТ, стенок и стрингеров – титановый сплав ОТ-4, поясов лонжеронов – сталь 30ХГСА. Принять, что стенки и обшивка воспринимают нормальные напряжения.



Тест № 4 (типовой вариант)

Плоская тонкостенная подкреплённая панель нагружается по торцам сжимающими или растягивающими силами (рисунок 1). На рисунке 2 показано поперечное сечение подкрепляющего ребра. Геометрические параметры панели: $l = 30$ см, $b = 15$ см, $n_{стр} = 4$, $\delta = 1,5$ мм, $h = 2,0$ см, $a = 2,2$ см, $\delta_c = 2,0$ мм, материал стрингера 30ХГСА, материал обшивки ОТ-4. Механические характеристики материалов взять из справочника.

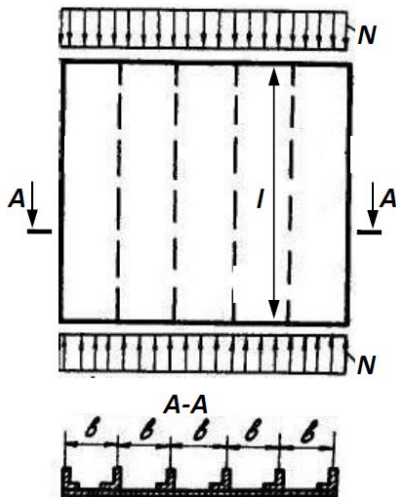


Рисунок 1

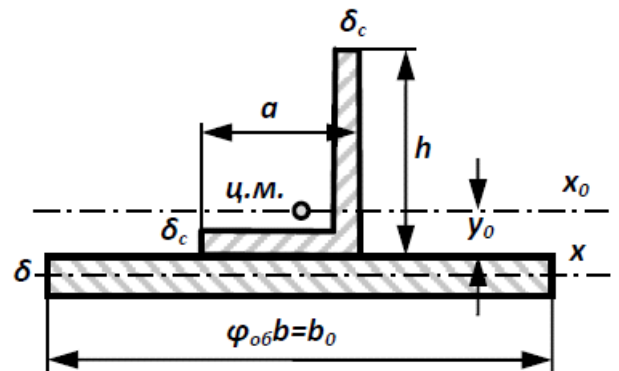
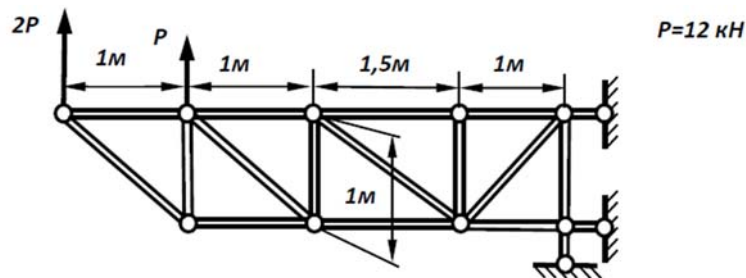


Рисунок 2

Тест № 5 (типовой вариант)

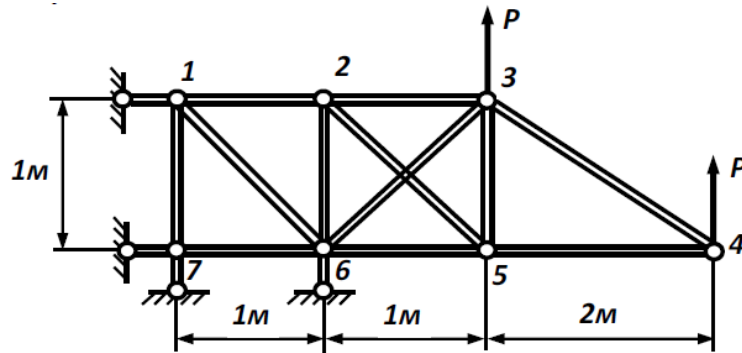
Определить вертикальное перемещение узла фермы, где приложена сила $2P$. Пояса фермы изготовлены из стали, $E_{ст} = 210$ ГПа; диагонали и стойки – из алюминиевого сплава, $E_{Al} = 71$ ГПа. Площади поясов $F_{п} = 10$ см², площади диагоналей и стоек - $F_{ст} = 8$ см².



Расчетно-графическая работа (типовой вариант)

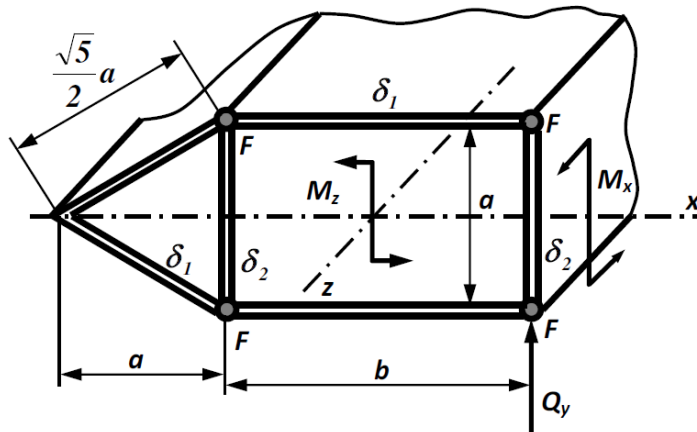
Задача № 1 «Расчет статически неопределимой фермы на прочность и жесткость»

Определить усилия в стержнях фермы от заданной нагрузки $P = 60$ кН. Подобрать площади поперечных сечений стержней, вычислить вертикальное перемещение узла 4. Жесткость элементов нижнего пояса $1,5 \cdot (EF)_0$, верхнего пояса $2 \cdot (EF)_0$, диагоналей и стоек $(EF)_0$. Материал всех стержней – алюминиевый сплав Д16Т, для которого $\sigma_{\text{упр}} = 28$ кН/см², $E = 0,7 \cdot 10^3$ кН/см².



Задача № 2 «Расчет тонкостенной подкрепленной оболочки по балочной теории»

Определить нормальные напряжения σ , поток касательных сил q , погонный угол закручивания θ и абсциссу центра изгиба в сечении тонкостенной оболочки. Исходные данные для расчета: $M_x = 10^6$ Н·мм; $M_z = 2 \cdot 10^5$ Н·мм; $Q_y = 5$ кН; $F = 30$ мм²; $a = 20$ мм; $b = 5$ мм; $\delta_1 = 1$ мм; $\delta_2 = 2$ мм. Материал обшивки – алюминиевый сплав Д16АТ, стенок и стрингеров – титановый сплав ОТ-4, поясов лонжеронов – сталь 30ХГСА. Принять, что стенки и обшивка воспринимают нормальные напряжения.



Задания для промежуточной аттестации

Экзаменационный билет включает один теоретический вопрос и одну задачу.

Контрольные вопросы к экзамену

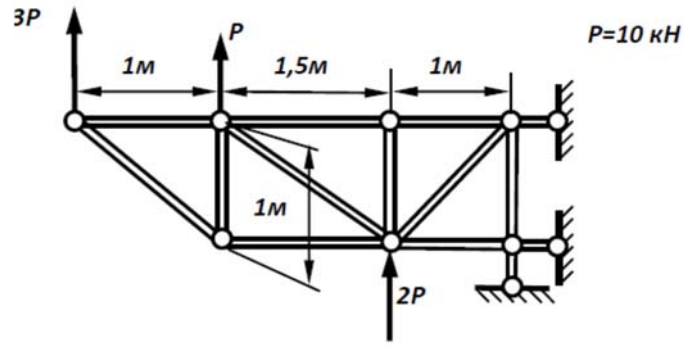
1. Зависимость между перемещениями и деформациями (уравнения Коши).
2. Относительная объемная деформация. Уравнения неразрывности.
3. Дифференциальные уравнения равновесия элементарного параллелепипеда.
4. Напряжения на наклонных площадках.
5. Инварианты напряженного состояния в точке тела.

6. Обобщенный закон Гука.
7. Потенциальная энергия упругой деформации тела.
8. Прямая задача теории упругости: решение в перемещениях.
9. Прямая задача теории упругости: решение в напряжениях.
10. Вариационные методы решения задач теории упругости: методы Ритца-Тимошенко, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича.
11. Зависимость между перемещениями и деформациями (уравнения Коши).
12. Относительная объемная деформация. Уравнения неразрывности.
13. Дифференциальные уравнения равновесия элементарного параллелепипеда.
14. Напряжения на наклонных площадках.
15. Инварианты напряженного состояния в точке тела.
16. Теория тонких пластин. Гипотезы Кирхгофа. Перемещения и деформации в пластинке.
17. Напряжения в пластинке.
18. Погонные силы и моменты в пластинке.
19. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки (уравнение Софи Жермен).
20. Условия закрепления на контуре пластинки. Потенциальная энергия упругой деформации при изгибе пластинки.
21. Изгиб прямоугольной пластинки. Решение Навье.
22. Изгиб пластинки с учетом сил в срединной плоскости. Устойчивость сжатой прямоугольной пластинки за пределом пропорциональности.
23. Устойчивость прямоугольной пластинки при одноосном сжатии.
24. Устойчивость прямоугольной пластинки при сдвиге и комбинированном нагружении (двухосное сжатие и одноосное сжатие со сдвигом).
25. Устойчивость косоугольных и цилиндрических пластинок.
26. Балочная теория оболочек. Основные гипотезы. Определение ПКС в оболочках с открытым контуром поперечного сечения. Определение положения центра изгиба.
27. Балочная теория оболочек. Редукционный коэффициент, редуцирование сечения. Определение нормальных напряжений.
28. Балочная теория оболочек. Определение ПКС в оболочках с однозамкнутым контуром поперечного сечения. Определение положения центра изгиба.
29. Балочная теория оболочек. Определение ПКС в оболочках с многозамкнутым контуром поперечного сечения. Определение положения центра изгиба.
30. Взаимодействие стрингеров и обшивки, эффект включения стрингеров в работу.
31. Расчет статически определимых ферм на прочность и жесткость.
32. Расчет стрингерной панели.
33. Расчет тонкостенной балки со стойками.

Типовые экзаменационные задачи

Задача № 1

Определить вертикальное перемещение узла фермы, где приложена сила $3P$. Пояса фермы изготовлены из титанового сплава, $E_{Ti} = 115$ ГПа; диагонали и стойки – из алюминиевого сплава, $E_{Al} = 71$ ГПа. Площади поясов $F_{п} = 15$ см², площади диагоналей и стоек - $F_{ст} = 10$ см².



Задача № 2

В поперечном сечении тонкостенной подкрепленной оболочки с однозамкнутым контуром построить эпюру ПКС q , найти погонный угол закручивания θ и определить положение центра изгиба. Продольный силовой набор изготовлен из титанового сплава ($E_{Ti} = 115$ ГПа), обшивки – из алюминиевого сплава ($E_{Al} = 71$ ГПа). Другие данные для расчета: $M_z = 13 \cdot \text{кН} \cdot \text{м}$; $Q_y = 130$ кН; $F = 70$ мм²; $a = 150$ мм; $b = 200$ мм; $c = 180$ мм; $\delta = 2$ мм.

