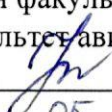


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет авиационной и морской техники  
 Красильникова О.А.  
«20» 05 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Строительная механика самолетов»

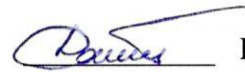
Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	7

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой (2)	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат физико-математических наук

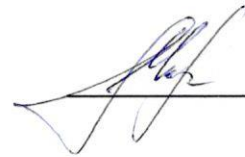


Потянихин Д.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Строительная механика самолетов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС, утвержденный приказом Минобрнауки от 04.08.2020 №877, 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».

Обобщенная трудовая функция: С Руководство проектно-конструкторскими работами по разработке авиационной техники.

НЗ-21 Влияние параметров и схемных решений на характеристики летательных аппаратов.

Воспитательная работа реализуется в рамках занятий семинарского типа.

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

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

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

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
<b>Общепрофессиональные</b>			
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	Основы теории упругости и пластичности. Типовые конструктивно-силовые схемы агрегатов самолета.	Проводить расчеты на прочность различных типов конструкций: балочных, ферменных, оболочек; соединенных элементов конструкций. Проводить расчеты на прочность, жесткость и 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 самолетов» изучается на 3 курсе, 5, 6 семестре.

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

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Сопrotивление материалов».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Строительная механика самолетов», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Прочность авиационных конструкций», «Производственная практика (конструкторская практика), рассредоточенная, 7 семестр», «Производственная практика (конструкторская практика), рассредоточенная, 8 семестр», «Производственная практика (преддипломная практика)».

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

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 7 з.е., 252 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	252
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	78
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	52
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	26 (в т. ч. 14 в форме практической подготовки)
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	174 (в т. ч. 44 в форме практической подготовки)
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой (2)	0

### 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)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Семестр 5</b>				
<b>1. Основные уравнения теории упругости</b>				
Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках.	2	1	-	11

Главные площадки и главные напряжения, инварианты напряжённого состояния в точке тела. Уравнения закона Гука.	2	1	-	11
Потенциальная энергия упругой деформации. Решение прямой задачи теории упругости.	2	1	-	11
Вариационные методы решения задач теории упругости.	2	1		11
<b>2. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории</b>				
Основные гипотезы и определения. Расчёт нормальных напряжений в оболочке. Расчёт ПКС в оболочках с разомкнутым и однозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба.	4	2*	-	8
Расчёт ПКС в оболочке с многозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба. Расчёт слабokonических оболочек. Взаимодействие стрингеров, поясов лонжеронов и обшивки в тонкостенной оболочке.	4	2*	-	8
Расчёт оболочек с разомкнутым и однозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба.	4	2*	-	8
Расчёт оболочек с многозамкнутым контуром. Определение положения центра изгиба.	4	2*		8
<b>Выполнение задания РГР №1</b>	-	-	-	32*
<b>ИТОГО за 5 семестр</b>	24	12		108
<b>Семестр 6</b>				
<b>3. Расчет тонких пластин</b>				
Поперечный изгиб тонких пластин. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластины. Решение уравнения Софи Жермен	2	1	-	9
Устойчивость прямоугольных пластин под действием сил в срединной плоскости.	2	1	-	9

Расчёт косоугольных и цилиндрических пластин. Работа трехслойных панелей. Вариационные методы решения пластин. Расчёт тонких пластин на поперечный изгиб и устойчивость.	4	2	-	6
<b>4. Расчет стрингерных панелей и тонкостенных балок</b>				
Расчёт стрингерных панелей на прочность и устойчивость. Расчёт плоских тонкостенных балок с параллельными и сходящимися поясами на изгиб и сдвиг.	4	2	-	6
Расчёт стрингерной панели на прочность и устойчивость. Расчёт плоской тонкостенной балки с параллельными поясами на изгиб и сдвиг.	4	2	-	6
<b>5. Расчет стержневых конструкций (ферм и рам)</b>				
Расчёт статически определимых ферм на прочность и жёсткость.	4	2*	-	6
Расчёт статически неопределимых ферм на прочность и жёсткость.	4	2*	-	6
Расчёт рам на прочность и жёсткость.	4	2*	-	6
<i>Выполнение задания РГР №2</i>	-	-	-	12*
<b>ИТОГО за 6 семестр</b>	28	14		66
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	52	28	-	174

\* 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

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	76
Подготовка к занятиям семинарского типа	54
Подготовка и оформление расчетно-графической работы	44
<b>ИТОГО</b>	174

## **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: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
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 (практически) 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 наиболее важному 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 тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории.
3. Расчет тонких пластин.
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 Иные 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 самолетов»

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	7

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой (2)	Кафедра «Авиастроение»

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

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
<b>Общепрофессиональные</b>			
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	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 прочность, жесткость и 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
<b>Семестр 5</b>			
1. Основные уравнения теории упругости.	ОПК-5	Тест №1	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
2. Расчет тонкостенных подкрепленных оболочек по балочной теории.	ОПК-5	Тест №2	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

	ОПК-5	Расчетно-графическая работа №1	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
<b>Семестр 5</b>			
3. Расчет тонких пластин.	ОПК-5	Тест №3	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
4. Расчет стрингерных панелей и тонкостенных балок.	ОПК-5	Тест №4	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
5. Расчет стержневых конструкций (ферм и рам).	ОПК-5	Тест №5	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		Расчетно-графическая работа №2	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

## **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 «Зачет с оценкой»			
Тест №1	8 неделя	5 баллов	<p>5 баллов – студент правильно решил задачу теста, показал отличные умения и 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>
Тест №2	15 неделя	5 баллов	<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>
Расчетно-графическая работа №1	10 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>

<b>ИТОГО:</b>		20 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный 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)</p>			
<p>5 семестр  <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b></p>			
Тест №3	9 неделя	5 баллов	<p>5 баллов – студент правильно решил задачу теста, показал отличные умения и 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 №4	12 неделя	5 баллов	
Тест №5	15 неделя	5 баллов	
Расчетно-графическая работа №1	10 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,</p>

			<i>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.</i>
<b>ИТОГО:</b>		25 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный 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)</p>			

**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  $\vec{P}_n$ ;

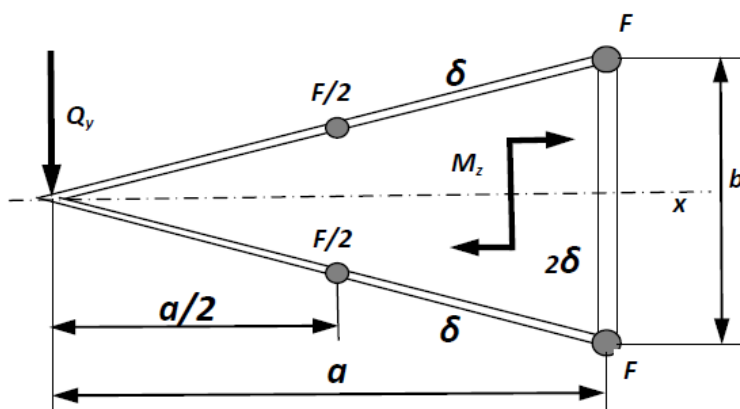
в)  $P_{nn}$  – проекцию вектора  $\vec{P}_n$  на нормаль  $\vec{n}$ ;

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

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

#### Тест № 2 (типовой вариант)

Определить нормальные напряжения  $\sigma$ , поток касательных сил  $q$ , погонный угол закручивания  $\theta$  и абсциссу центра изгиба в сечении тонкостенной оболочки. Исходные данные для расчета:  $M_z = 18 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ;  $Q_y = 190 \text{ кН}$ ;  $F = 80 \text{ мм}^2$ ;  $a = 390 \text{ мм}$ ;  $b = 250 \text{ мм}$ ;  $\delta = 3 \text{ мм}$ . 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 № 3 (типовой вариант)

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

### 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,  $n_{\text{стр}} = 4$ ,  $\delta = 1,5$  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.

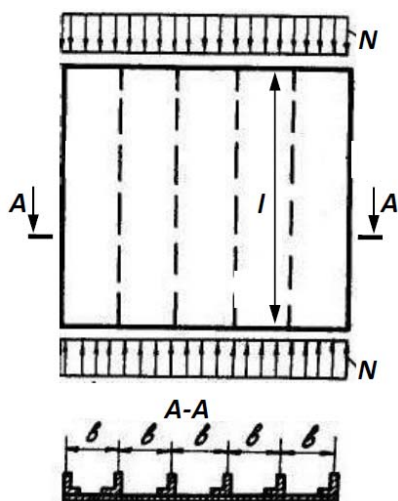


Рисунок 1

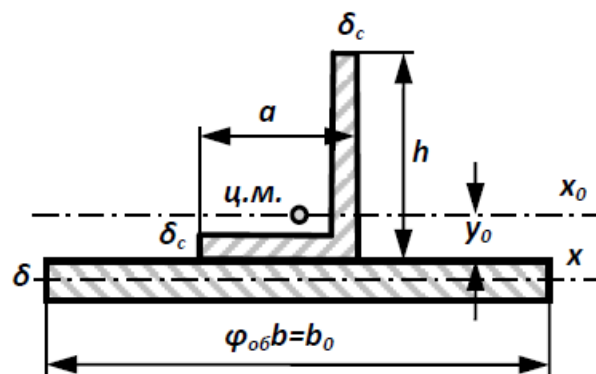
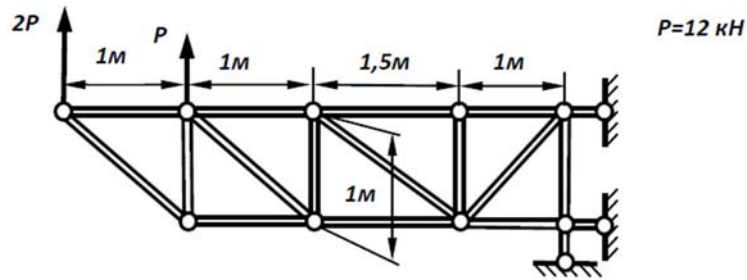


Рисунок 2

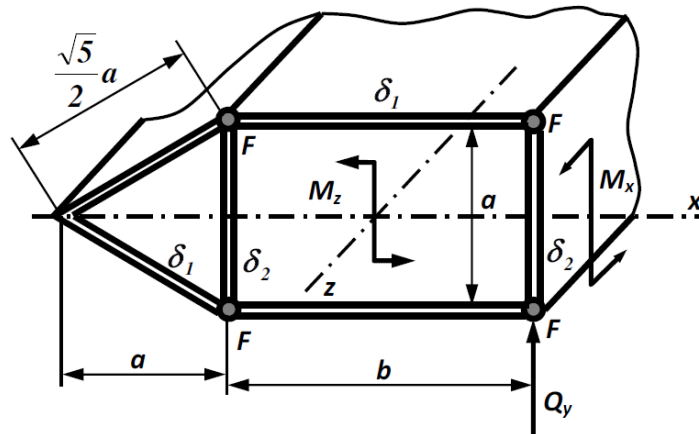
### Тест № 5 (типовой вариант)

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



### Расчетно-графическая работа №1 «Расчет тонкостенной подкрепленной оболочки по балочной теории» (типовой вариант)

Определить нормальные напряжения  $\sigma$ , поток касательных сил  $q$ , погонный угол закручивания  $\theta$  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;  $F = 30$  мм<sup>2</sup>;  $a = 20$  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.



### Расчетно-графическая работа №2 «Расчет статически неопределимой фермы прочность и жесткость» (типовой вариант)

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/см<sup>2</sup>,  $E = 0,7 \cdot 10^3$  кН/см<sup>2</sup>.

