

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» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прочность авиационных конструкций»

Направление подготовки	24.03.04 Авиастроение
Направленность (профиль) образовательной программы	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	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 «Прочность авиационных конструкций» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС, утвержденный приказом Минобрнауки России от 05.02.2018 №81, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Самолетостроение» по направлению подготовки «24.03.04 Авиастроение».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Консультации с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которых востребованы выпускники: «Протокол» (05 06.06.2019).

НЗ-11 Основы расчета на прочность и жесткость.

Воспитательная работа реализуется в рамках практических занятий.

Задачи дисциплины	1. Формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций, позволяющих проводить расчет авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при воздействии эксплуатационных и разрушающих нагрузок. 2. Получение обучающимися знаний о нагрузках, действующих на летательный аппарат и его агрегаты, методах расчета конструкций летательного аппарата на прочность, жесткость и устойчивость. 3. Получение умений и навыков проведения расчета прочности, жесткости и устойчивости авиационных конструкций при решении задач проектирования, производства и эксплуатации авиационной техники.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Расчет крыла на статическую прочность и жесткость 2. Расчет оперения на статическую прочность и жесткость 3. Расчет систем управления и мотоустановок на статическую прочность и жесткость 4. Особенности прочностного расчета винтокрылов 5. Расчет фюзеляжа на статическую прочность и жесткость 6. Расчет шасси на прочность, жесткость и энергоемкость

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает теоретические основы естественнонаучных и общетехнических дисциплин ОПК-1.2. Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: нормативно-техническую документацию: нормы прочности, авиационные правила; методы расчёта агрегатов самолёта на статические нагрузки. Уметь: проводить расчеты на прочность различных типов конструкций: балочных, ферменных, оболочечных; соединённых элементов конструкций. Владеть: практическими навыками подготовки исходных данных для проведения прочностных расчётов агрегатов; практическими навыками проведения расчетов по определению маневренных нагрузок, нагрузок при полете в неспокойном воздухе, на взлетно-посадочных режимах

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Прочность авиационных конструкций» изучается на 3 курсе, 5 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: «Математика», «Технология конструкционных материалов», «Физика», «Материаловедение», «Теоретическая механика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Сопротивление материалов».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Прочность авиационных конструкций», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Газовые и гидравлические системы летательных аппаратов», «Б1.О.ДВ.01.01 Обеспечение заданного ресурса конструкций самолётов», «Б1.О.ДВ.01.02 Статистические методы оценки надёжности технических систем».

Дисциплина «Прочность авиационных конструкций» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Прочность авиационных конструкций» 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 3 з.е., 108 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	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	16
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	0
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	16 (в т. ч. 16 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	92
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	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)

Таблица 5 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	
1. Расчет крыла на статическую прочность и жесткость				

Маневренные нагрузки, действующие на самолёт. Болтаночные нагрузки, действующие на самолёт.	-	1*	-	7
Основные расчетные полетные случаи нагружения самолёта. Построение диаграмм ICAO для маневра и болтанки.	-	1*	-	7
Построение эпюр сил и моментов для крыла.	-	1*	-	7
Проверочный расчет поперечного сечения крыла.	-	1*	-	7
Расчет нормальных и усиленных нервюр.	-	1*	-	7
Изгибная и крутильная деформации прямого и стреловидного крыльев.	-	1*	-	7
2. Расчет оперения на статическую прочность и жесткость				
Расчетные нагрузки, действующие на оперение. Расчёт рулей и элеронов на прочность и жёсткость.	-	1*	-	5
Расчет оперения с трехшарнирной подвеской руля. Расчёт цельноповоротного стабилизатора.	-	1*	-	5
3. Расчет систем управления и мотоустановок на статическую прочность и жесткость				
Расчет элементов механической проводки системы управления.	-	1*	-	5
Расчетные случаи нагружения мотоустановок	-	1*	-	5
4. Особенности прочностного расчета винтокрылов				
Расчётные случаи нагружения винтокрылов.	-	1*	-	5
Расчёт лопасти несущего винта на статическую прочность.	-	1*	-	5
5. Расчет фюзеляжа на статическую прочность и жесткость				
Расчётные случаи нагружения фюзеляжа. Построение эпюр сил и моментов по длине фюзеляжа. Расчёт поперечных сечений фюзеляжа. Расчёт шпангоутов.	-	1*	-	5
Расчёт фонаря и носовой части фю-	-	1*	-	5

зеляжа. Расчёт деформаций фюзеляжа. Расчёт фюзеляжей в зоне больших вырезов.				
6. Расчет шасси на прочность, жесткость и энергоёмкость				
Расчётные случаи нагружения шасси. Расчёт шасси балочного типа и с рычажной подвеской колеса.	-	1*	-	5
Подбор колёс для опор шасси. Проектировочный расчёт жидкостно-газового амортизатора.	-	1*	-	5
ИТОГО по дисциплине	-	16	-	92

* 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
Подготовка опорного конспекта	32
Подготовка к решению тестов и задач на практических работах	48
Выполнение заданий расчетно-графической работы	12
ИТОГО	92

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)

8.1 Основная литература

1 Кан, С. Н. Расчет самолета на прочность / С. Н. Кан, И. А. Свердлов – Москва: Машиностроение, 1966. – 520 с.

2 Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации: Учебник для вузов гражданской авиации / М. С. Воскобойник, П. Ф. Максютинский, К. Д. Миртов

и др.; Под общ. ред. К. Д. Миртова, Ж. С. Черненко. – Москва: Машиностроение, 1991. – 448 с.

3 Одинокоев, Ю. Г. Расчет самолета на прочность / Ю. Г. Одинокоев – Москва: Машиностроение, 1973. – 392 с.

4 Стригунов, В. М. Расчет самолета на прочность: учебник для вузов / В. М. Стригунов. – Москва: Машиностроение, 1984. – 396 с.

8.2 Дополнительная литература

1 Житомирский, Г. И. Конструкция самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов / Г. И. Житомирский. – Москва: Машиностроение, 1995. – 416 с.

2 Арепьев, А. Н. Проектирование легких пассажирских самолетов / А. Н. Арепьев. – Москва: Издательство МАИ, 2006. – 640 с.

3. Дмитриев, В. Г. Основы прочности и проектирование силовой конструкции летательных аппаратов / В. Г. Дмитриев, В. М. Чижов. – Москва: Бумажная галерея, 2005. – 416 с.

4 Строительная механика летательных аппаратов: Учебник для авиационных специальностей вузов / И. Ф. Образцов, Л. А. Булычев, В. В. Васильев и др.; Под ред. И. Ф. Образцова. – Москва: Машиностроение, 1986. – 536 с.

5 Тарасов, Ю. Л. Расчет на прочность элементов конструкции самолета: Учеб. Пособие. Изд. 3-е, перераб. / Ю. Л. Тарасов, Б. А. Лавров – Самара: Самарский гос. аэрокосм. ун-т, 2000. – 112 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1 Чепурных, И. В. Прочность конструкций самолётов летательных аппаратов: учебное пособие / И. В. Чепурных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 137 с.

2 Чепурных, И. В. Расчет крыла и оперения самолета на прочность и жесткость: учеб. пособие / И. В. Чепурных. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – 106 с.

3 Гусева, Р. И. Основы расчета самолета на прочность: учебное пособие / Р. И. Гусева. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2020. – 79 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>

3 Федеральное агентство воздушного транспорта (РОСАВИАЦИЯ): Федеральные авиационные правила <https://favt.gov.ru/dokumenty-federalnye-pravila/?page=1>

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

Занятия лекционного типа учебным планом не предусмотрены.

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. Расчет крыла на статическую прочность и жесткость
2. Расчет оперения на статическую прочность и жесткость
3. Расчет систем управления и мотоустановок на статическую прочность и жесткость.

4. Особенности прочностного расчета винтокрылов

5. Расчет фюзеляжа на статическую прочность и жесткость

6. Расчет шасси на прочность, жесткость и энергоемкость

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

«Прочность авиационных конструкций»

Направление подготовки	24.03.04 Авиастроение
Направленность (профиль) образовательной программы	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	3

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

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает теоретические основы естественнонаучных и общетехнических дисциплин ОПК-1.2. Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: нормативно-техническую документацию: нормы прочности, авиационные правила; методы расчёта агрегатов самолёта на статические нагрузки. Уметь: проводить расчеты на прочность различных типов конструкций: балочных, ферменных, оболочечных; соединений элементов конструкций. Владеть: практическими навыками подготовки исходных данных для проведения прочностных расчётов агрегатов; практическими навыками проведения расчетов по определению маневренных нагрузок, нагрузок при полете в неспокойном воздухе, на взлетно-посадочных режимах

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1. Расчет крыла на статическую прочность и жесткость	ОПК-1	Тест №1	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		Расчетно-графическая работа	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
2. Расчет оперения на статическую прочность и жесткость	ОПК-1	Тест №2	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

3. Расчет систем управления и мото-установок на статическую прочность и жесткость.	ОПК-1	Тест №3	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
4. Особенности прочностного расчета винтокрылов	ОПК-1	Тест №4	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
5. Расчет фюзеляжа на статическую прочность и жесткость	ОПК-1	Тест №5	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
6. Расчет шасси на прочность, жесткость и энергоемкость	ОПК-1	Тест №6	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	6 неделя	5 баллов	5 баллов – студент правильно выполнил задание теста, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент выполнил задание теста с незначительными недочетами, показал хорошие умения и навыки в рам-
Тест №2	8 неделя	5 баллов	
Тест №3	10 неделя	5 баллов	

Тест №4	12 неделя	5 баллов	ках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент выполнил задание теста не полностью либо с существенными недочетами, показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент не выполнил задание теста либо выполнил неверно.
Тест №5	14 неделя	5 баллов	
Тест №6	16 неделя	5 баллов	
РГР	12 неделя	20 баллов	20 баллов – Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, расчетно-графическая работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите расчетно-графической работы студент продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений. От 5 до 15 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 расчетно-графической работы студент не в полной мере продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений. 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.
ИТОГО:		50 баллов	

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:

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)

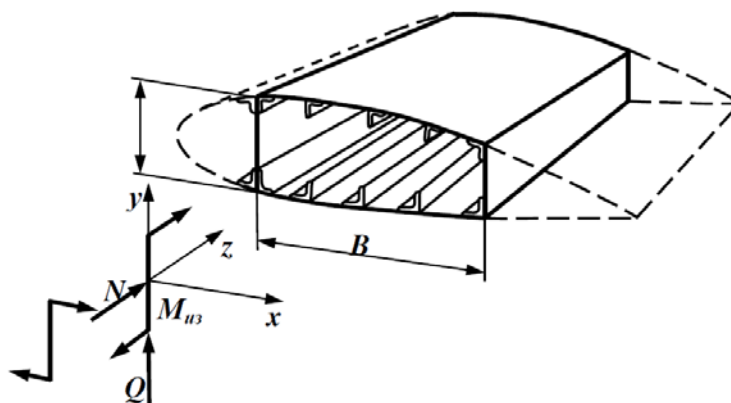
3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Тесты

Тест №1 «Расчет крыла на статическую прочность и жесткость»

1. Выполнить проекторочный расчёт поперечного сечения подкосного крыла в месте установки подкоса. Профиль крыла Р-П-14, $b_{\text{сеч}} = 1,6$ м, лонжероны установлены на 20 и 60% хорды. Расчётные значения внутренних силовых факторов в сечении крыла $N = 32$ кН, $Q = 29$ кН, $M_{\text{изг}} = 28$ кН·м, $M_{\text{кр}} = 8,5$ кН·м.



2. Спроектировать поперечное сечение свободнесущего крыла самолёта. Исходная информация: хорда крыла в рассматриваемом сечении $b_{\text{сеч}} = 1,8$ м; профиль крыла НАСА 23012; крыло двухлонжеронное, лонжероны расположены на 15 и 65% хорды. В сечении действуют следующие расчётные силовые факторы: изгибающий момент $M_{\text{изг}} = 80$ кН·м, крутящий момент $M_{\text{кр}} = 12$ кН·м, поперечная сила $Q_y = 60$ кН.

3. Спроектировать поперечное сечение свободнесущего крыла самолёта. Исходная информация: хорда крыла в рассматриваемом сечении $b_{\text{сеч}} = 2,2$ м; профиль крыла НАСА 0009; крыло двухлонжеронное, лонжероны расположены на 25 и 70% хорды. В сечении действуют следующие расчётные силовые факторы: изгибающий момент $M_{\text{изг}} = 125$ кН·м, крутящий момент $M_{\text{кр}} = 17$ кН·м, поперечная сила $Q_y = 75$ кН.

Тест №2 «Расчет оперения на статическую прочность и жесткость»

1. Под крылом самолёта (рис 1) подвешены 4 двигателя с максимальной тягой $P_{\text{дв. max}} = 50$ кН каждый. Определить расчётную уравнивающую нагрузку на вертикальное оперение в случае остановки двух двигателей с одной стороны, приняв коэффициент безопасности $f = 2$. Распределить эту нагрузку по размаху и площади руля направления (рис. 2) и найти разрушающее усилие в тяге управления. Считать, что воздушная нагрузка распределяется между килем и рулём направления пропорционально их площадям. Распределение воздушной нагрузки по хорде вертикального оперения в рассматриваемом случае представлено на рис. 3.

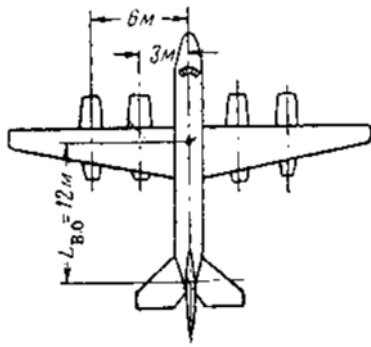


Рис. 1

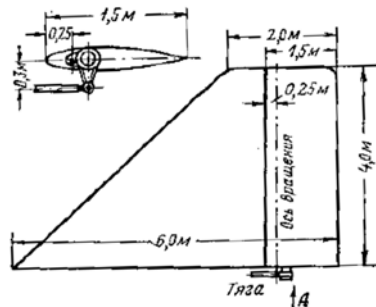


Рис. 2

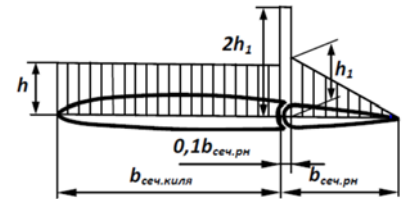


Рис. 3

2. На рис. 1 представлена схема вертикального оперения. Крепление руля направления к килю производится в точках 1, 2, 3. Максимальная скорость полёта у земли $v_{\max} = 950$ км/час. Для случая маневренной нагрузки определить разрушающую нагрузку на руль направления. Согласно нормам прочности, воздушная нагрузка на вертикальное оперение определится по формуле $P_{\text{в.о.}}^{\text{д}} = \pm 0,37 \cdot q_{\max} \cdot S_{\text{в.о.}}$. Коэффициент безопасности $f = 2$. Распределить нагрузку по размаху и площади руля, распределить нагрузку по нервюре и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов по размаху руля. Принять изгибную жёсткость руля по размаху постоянной, а опоры руля считать абсолютно жёсткими. Распределение воздушной нагрузки по хорде вертикального оперения в рассматриваемом случае представлено на рис. 2.

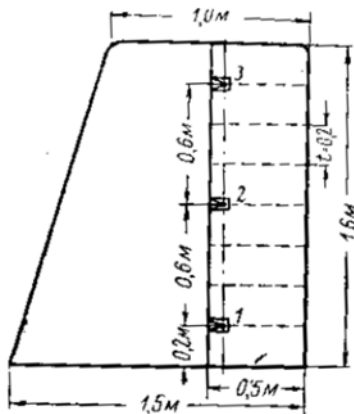


Рис. 1

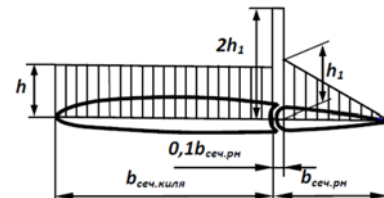
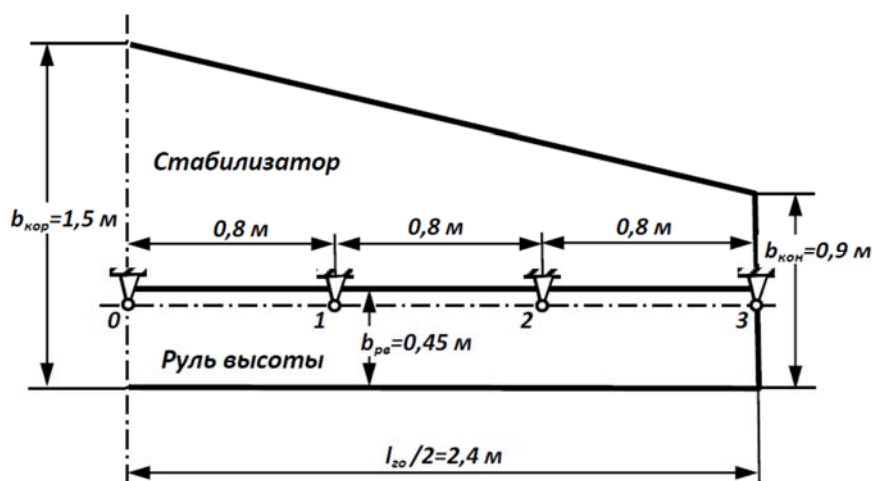


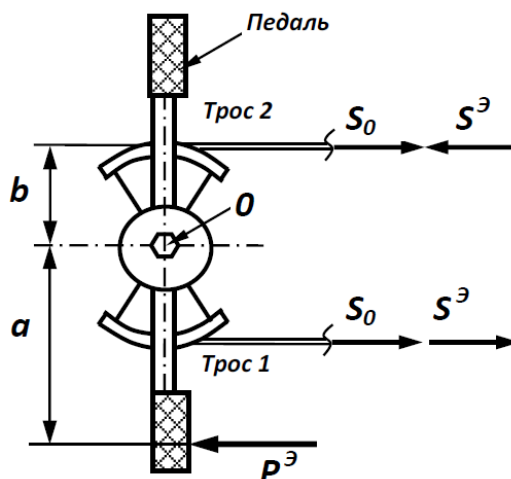
Рис. 2

3. На горизонтальное оперение действует вторая маневренная нагрузка. Удельная нагрузка на крыло самолёта $p = G / S = 2$ кН/м², $S = 30$ м², $n_{\max}^{\text{д}} = 6$, $f = 2$. Схема оперения приведена на рисунке. Определить расчётную воздушную нагрузку на руль высоты и стабилизатор, распределить её по размаху агрегата и по хорде, найти реакции в кронштейнах крепления руля высоты, а также распределение нагрузки по нервюре руля высоты (шаг нервюр $t_n = 0,4$ м).

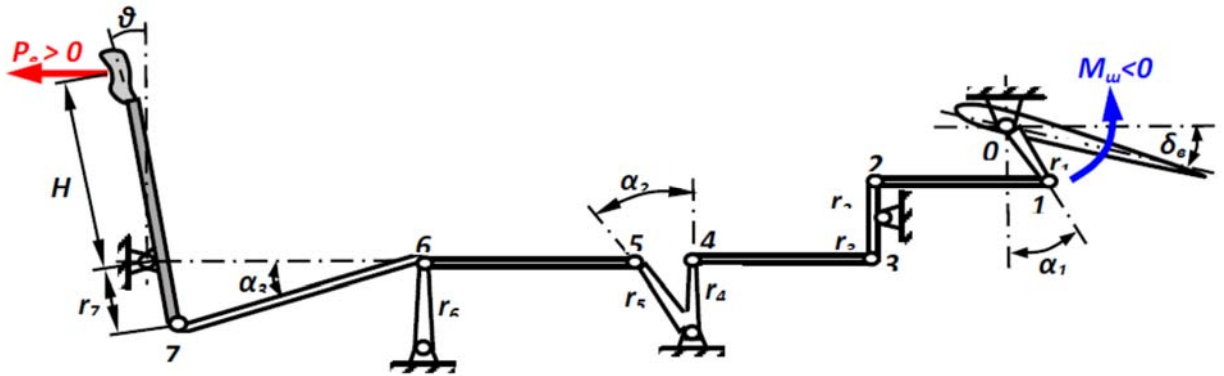


Тест №3 «Расчет систем управления и мотоустановок на статическую прочность и жесткость»

1. Найти усилие предварительной затяжки тросов S_0 системы ножного управления, если разрушающая нагрузка на педаль $P^P = 2,4$ кН, коэффициент безопасности $f = 2$, размеры $a = 240$ мм, $b = 150$ мм.



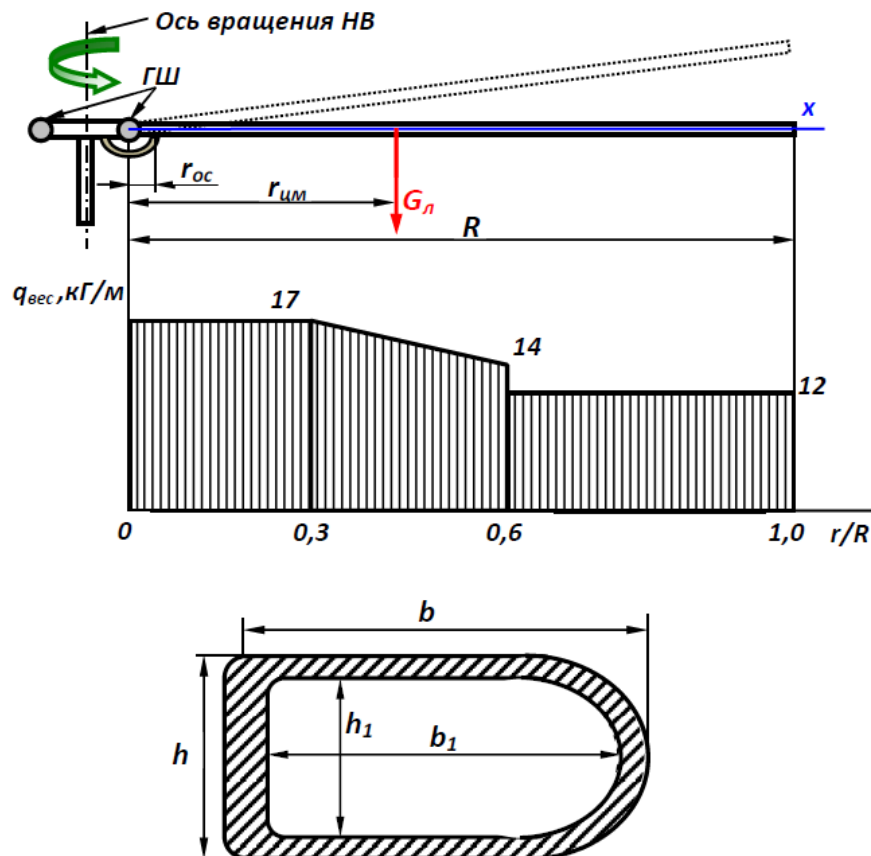
2. Найти нагрузку P_B на ручку управления рулём высоты, уравнивающую расчётный шарнирный момент $M_{ш}^P = 360$ Н·м, и определить передаточное число $(d\delta_g / d\theta)$ в канале продольного управления (канале тангажа). Проверить на прочность, устойчивость и вибрации одну из тяг (например, тягу 5-6). Условно принять, что расчётная величина шарнирного момента соответствует нейтральному положению руля высоты. Исходная информация для расчёта: $r_1 = 5$ см, $r_2 = 6$ см, $r_3 = 8$ см, $r_4 = 10$ см, $r_5 = 12$ см, $r_7 = 10$ см, $H = 60$ см, $\alpha_1 = 30^\circ$; $\alpha_2 = 30^\circ$, $\alpha_3 = 8^\circ$. Условно принять, что расчётная величина $M_{ш}^P$ соответствует нейтральному положению руля. Взлётный вес самолёта $G_0 = 25$ кН. Длина тяги 5-6 $l_{5-6} = 120$ см. Тяга изготовлена из трубы $35 \times 1,5$ мм, материал трубы – сплав Д16АТ, имеющий $\sigma_B = 440$ МПа и $E = 0,7 \cdot 10^5$ МПа. На самолёте установлен поршневой двигатель, развивающий на крейсерском режиме $n = 1600$ об/мин.



3. Какое минимальное количество правильно расположенных стержней необходимо для крепления двигателя к самолёту? Как определить расчетные значения инерционных сил, действующих на узлы крепления двигателя?

Тест №4 «Особенности прочностного расчета винтокрылов»

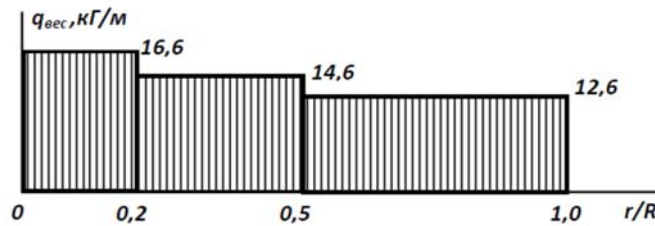
1. Проверить на прочность критическое сечение лопасти несущего винта в случае II-з – падение лопасти на нижний ограничитель свеса. Задано распределение веса по длине лопасти и форма поперечного сечения в комеле лопасти. Материал лопасти – титановый сплав ОТ-4, имеющий модуль упругости $E_{Ti} = 1,15 \cdot 10^5$ МПа и предел прочности $\sigma_B = 700$ МПа. $R = 9$ м, $f = 2$, $f_{доп} = 1,25$, $r_{ос} = 0,02 R$, $b = 200$ мм, $h = 100$ мм: $b_1 = 150$ мм: $h_1 = 60$ мм. По результатам испытаний лопасти на сброс рекомендуют $n^3 = 4 \dots 4,5$; принять $n^3 = 4$.



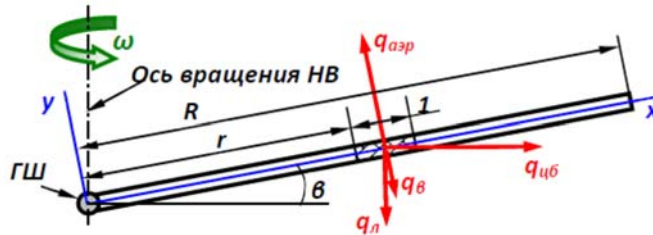
Сечение лопасти в районе ограничителя свеса

2. Одновинтовой вертолёт с полётным весом $G = 120$ кН имеет пятилопастной несущий винт ($z = 5$). Полная крутка лопасти $\varphi_3 = -5^\circ$. Вес лопасти $G_L = 1,40$ кН. Угловая скорость лопасти на расчётном режиме $\omega = 25$ рад/с. Лопасть прямоугольной формы в

плане, плечо силы тяги на лопасти $r_T = 0,8 R$. Радиус инерции лопасти $r_i = 0,577 R$. Задано распределение веса лопасти по её длине.



Для случая III-л - выход из планирования на азимуте лопасти $\psi = 270^\circ$ определить все виды погонных нагрузок, действующих на лопасть, и построить эпюры сил и моментов. Принять $n^3 = 3$, $f = 1,5$, $\mu = v/(\omega R) = 0,25$.



3. Определить напряжения среза в болте стыковой гребенки лопасти несущего винта (НВ) в случае I-з при раскрутке пятилопастного НВ вертолёта ($z = 5$), если мощность, передаваемая на НВ $N = 5800$ л.с.; обороты НВ $n = 110$ об/мин; два соединительных болта диаметром $d = 30$ мм, расстояние между осями крайних проушин $m = 150$ мм, количество плоскостей среза болта у каждой проушины две.

Расчётный изгибающий момент в сочленении лопасти при раскрутке НВ от двигателя определяется по формуле

$$M_{изг}^P = 1,5 \frac{716,2 \cdot N}{z \cdot 0,9n} \cdot f \cdot f_{доп}.$$

Коэффициент безопасности $f = 2$; дополнительный коэффициент безопасности при расчете соединительных узлов принять $f_{доп} = 1,25$. Работой среднего ушка пренебречь.

Тест №5 «Расчет фюзеляжа на статическую прочность и жесткость»

1. В расчетном сечении фюзеляжа в случае остановки двигателей с одной стороны от плоскости симметрии самолета действуют усилия $Q^P = 200$ кН, $M_{изг}^P = 3500$ кН·м, $M_{кр}^P = 720$ кН·м. Расчетное сечение находится на цилиндрической части фюзеляжа диаметром $D = 3,5$ м, обшивка и стрингеры выполнены из алюминиевого сплава Д16АТ, имеющего модуль упругости $E_{Al} = 0,7 \cdot 10^5$ МПа и предел прочности при растяжении $\sigma_B = 440$ МПа, стрингеры изготовлены из равнополочных уголков $30 \times 30 \times 3$ мм, $F_{стр} = 1,72$ см², шаг стрингеров $t_{стр} = 15,1$ см, шпация $t_{шп} = 40$ см, толщина обшивки $\delta_{об} = 1,5$ мм, предел прочности при сдвиге $\sigma_B = 132$ МПа. Проверить работу элементов сечения на прочность и устойчивость.

2. Проверить прочность и устойчивость элементов сечения фюзеляжа в случае его изгиба в вертикальной плоскости, если $Q^P = 650$ кН, $M_{изг}^P = 4400$ кН·м. Расчетное сечение находится на цилиндрической части фюзеляжа диаметром $D = 3,8$ м. обшивка и стрингеры выполнены из алюминиевого сплава В95АТ, имеющего модуль упругости $E_{Al} = 0,7 \cdot 10^5$ МПа и предел прочности при растяжении $\sigma_B = 540$ МПа. стрингеры изготовлены из равнополочных уголков $28 \times 28 \times 2,5$ мм, $F_{стр} = 1,34$ см², шаг стрингеров $t_{стр} = 16,6$ см, шпация

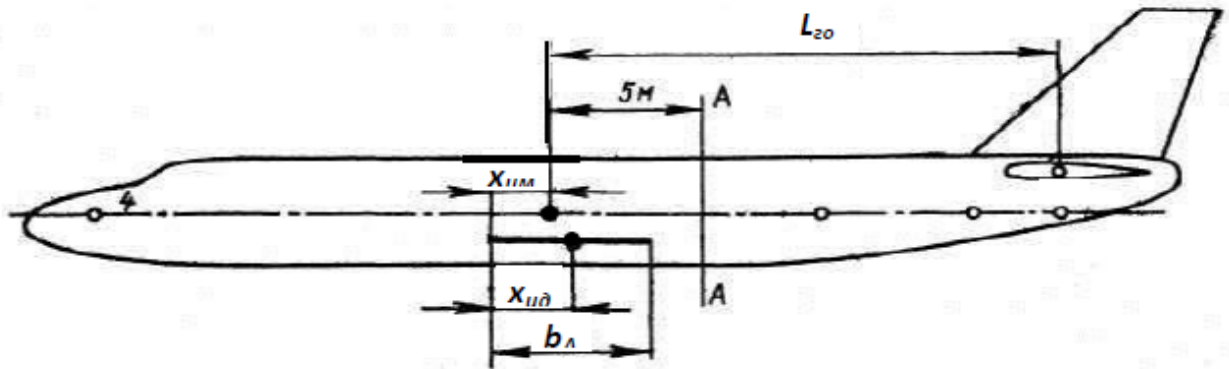
$t_{\text{шп}} = 40$ см, толщина обшивки верхнего свода и боковин $\delta_{\text{об.в}} = \delta_{\text{об.б}} = 1,5$ мм, толщина обшивки нижнего свода $\delta_{\text{об.н}} = 2,0$ мм, предел прочности обшивки при сдвиге $\sigma_{\text{в}} = 162$ МПа.

3. Среднемагистральный самолет имеет следующие данные: полетный вес самолета $G = 850$ кН, площадь крыла $S = 190$ м², площадь горизонтального оперения $S_{\text{го}} = 43$ м², плечо горизонтального оперения $L_{\text{го}} = 19$ м, длина самолета $L = 42$ м, средняя аэродинамическая хорда $b_A = 5$ м, максимальная эксплуатационная перегрузка $n_{\text{max}}^{\text{э}} = 2,8$, полетная центровка самолета $x_{\text{цм}} = 0,28 \cdot b_A$, положение центра давления крыла в случае В $x_{\text{цд}} = 0,35 \cdot b_A$. Для этого случая определить расчетные (разрушающие) нагрузки на узлы крепления агрегата весом $G_4 = 5$ кН, установленного в носовой части фюзеляжа (точке 4) на расстоянии 15 м от ц.м. самолета, если на горизонтальное оперение одновременно действуют уравнивающая и первая маневренная нагрузка, направленная вниз.

Указания. Первая маневренная нагрузка на горизонтальное оперение определяется по формуле

$$Y_{\text{ман-го}}^P = \pm k \cdot n_{\text{max}}^{\text{э}} \frac{G}{S} S_{\text{го}}.$$

В случае В коэффициент k принимается равным не менее 0,25. Осовой момент инерции самолета $J_z = G / g \cdot i_z^2$, где радиус инерции самолета можно рассчитать по приближенной формуле $i_z \approx 0,16 \cdot L$.



Тест №6 «Расчет шасси на прочность, жесткость и энергоемкость»

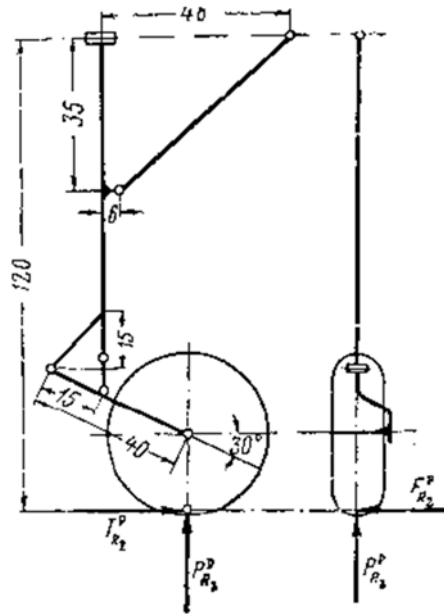
1. Подобрать для главных и носовых опор шасси магистрального пассажирского самолета малой дальности колеса по каталогу и определить их основные характеристики, если взлетная масса $G_0 = 400$ кН, посадочная масса $G_{\text{пос}} = 350$ кН, взлетная скорость $v_{\text{взл}} = 250$ км/час, посадочная скорость $v_{\text{пос}} = 225$ км/час; $b/(a+b) = 0,07$; $h/(a+b) = 0,23$. На каждой из главных опор - четыре, а на носовой - два колеса.

Указание. Для магистральных самолетов используются пневматики высокого давления (для основных опор - тормозные колеса, для носовой опоры - нетормозные колеса).

2. Подобрать колеса и определить их основные характеристики для главных и носовых опор шасси пассажирского самолета местных воздушных линий, базирующегося на грунтовых аэродромах, если взлетная масса $G_0 = 60$ кН, посадочная масса $G_{\text{пос}} = 60$ кН, взлетная скорость $v_{\text{взл}} = 160$ км/час; посадочная скорость $v_{\text{пос}} = 160$ км/час; $b/(a+b) = 0,10$; $h/(a+b) = 0,30$. На каждой опоре по одному колесу.

Указание. Для самолетов местных воздушных линий подбираются колеса с полубаллонными или арочными пневматиками низкого давления (для основных опор - тормозные колеса, для носовой опоры - нетормозные колеса).

3. Определить разрушающие нагрузки на основную опору шасси с носовым колесом в случае $R_{2\text{ш}}$ и построить эпюры изгибающих и крутящих моментов для стойки шасси. Вес самолета $G = 50$ кН. Указание. В случае $R_{2\text{ш}}$ на колесо действуют: вертикальная сила $0,7G$, сила трения $0,385G$ и боковая сила $0,6G$, коэффициент безопасности $f = 1,65$.



Расчетно-графическая работа (типовой вариант)
«Проектировочный расчет поперечных сечений силовых
элементов нестреловидного крыла»

Исходные данные для расчета крыла:

Корневая хорда, м	b_0	2
Концевая хорда, м	b_k	1,5
Размах, м	l	10
Взлетный вес, кН	G	100
Вес двигателя, кН	$G_{дв}$	20
Расположение двигателя, расстояние от корневой хорды, м	$l_{дв}$	2
Тяга двигателя, кН	P	67
Ширина фюзеляжа, м	$l_{ф}$	2
Профиль крыла	NACA 23012	
Относительная координата сечения ОЧК (относительно продольной оси симметрии самолета)	$\bar{z}$	0,5

Задание

1. Согласно исходным данным (по вариантам), построить эпюры внутренних силовых факторов в нестреловидном крыле. Не учитывать топливные баки в отъемной части крыла. Поперечную силу и изгибающий момент построить для расчетного случая А, крутящий момент для расчетного случая С. Руководствоваться нормами прочности из «Авиационные правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории».

2. Выбрать лонжеронную схему крыла с двумя лонжеронами. Выполнить проектировочный расчет для заданного поперечного сечения крыла. Определить из условия прочности толщину обшивки, поперечные сечения поясов и стенок лонжеронов и стрингеров

(использовать для них стандартные значения из сортамента). Считать, что центр тяжести нагрузки от двигателя в поперечном сечении, где он расположен, совпадает с расположением переднего лонжерона.

Необходимый графический материал (3 чертежа):

1. Вид половины крыла в плане с отмеченным разбиением на сечения, с указанием расположения двигателя и расчетного сечения; результирующая погонных аэродинамических и массовых нагрузок крыла; эпюра перерезывающих сил; эпюра изгибающих моментов.
2. Вид половины крыла в плане с отмеченным разбиением на сечения, с указанием расположения двигателя и расчетного сечения; эпюра изгибающих моментов.
3. Профиль расчетного сечения с указанием элементов силового набора, выполненный в масштабе.

Расчетно-графическая работа подлежит защите. На защите студент должен продемонстрировать умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений. Оформление производится в соответствии с РД ФГБОУ ВО «КнАГУ» 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».

Лист регистрации изменений к РПД

[illegible]