



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ**

**Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
специализация/ Вертолетостроение**

Форма подготовки очная/заочная/заочная (ускоренное обучение на базе СПО)

Курс 3,4/4/4 семестр 6,7/-/-
лекции 50/14/10 час.
практические занятия 68/14/10 час.
лабораторные работы - час.
с использованием МАО 36/8/8 час.
в электронной форме лек.-/ пр./ лаб.-.
всего часов контактной работы 118/28/20час.
в том числе с использованием МАО 36/8/8 час, в электронной форме - час.
самостоятельная работа 134/224/232 час.
в том числе на подготовку к экзамену 72/9/9 час.
курсовая работа 7/-/- семестр, 4/4/4 курс
зачет – не предусмотрен
экзамен 6/7/4/4 семестр, 3/4/4/ курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2016 г. № 1165

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № 05 от «26» июня 2018 г.

Составитель (ли): ст. преподаватель С.И. Боровкова

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Прочность конструкции»

Дисциплина «Прочность конструкции» относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы по специальности 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение» специализация «Вертолётостроение». Трудоёмкость дисциплины составляет 252 часа (7 зачетных единиц), в том числе аудиторные занятия 118 час. (50 лекционные занятия и 68 практические занятия), самостоятельная работа 134 час. Дисциплина проводится в двух семестрах.

Полученные в ходе изучения дисциплины «Прочность конструкции» знания, умения и навыки найдут применение при изучении следующих дисциплин:

- проектирование вертолётов;
- конструирование деталей и узлов;
- конструирование агрегатов вертолёта;
- испытания систем самолётов (вертолётов);
- сертификация авиационной техники;
- компьютерный инженерный анализ;
- выполнения выпускной квалификационной работы.

Целью изучения дисциплины «Прочность конструкции» является формирование у студентов знаний, умений и навыков, а также компетенций, позволяющих ему проводить расчет вертолётных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при воздействии статических и переменных нагрузок.

Задачи:

- получение обучающимися знаний о нагрузках, воздействующих на вертолёт, методах расчета прочности, жесткости и устойчивости разнообразных вертолётных конструкций, методах экспериментального исследования прочности авиационных конструкций;
- получение умений проведения исследования и расчета прочности, жесткости и устойчивости конструктивных элементов вертолёта;
- формирование навыков применения методов расчета на прочность элементов конструкции при решении задач проектирования, производства и эксплуатации вертолётной техники.

Для успешного изучения дисциплины «Прочность конструкции» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОК-7 - владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения;

- ОПК-4 - способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;

- ОПК-8 - владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, умение работать с компьютером как средством управления информацией;

- ПК-1 - готовность к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин;

- ПК-7 - готовность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно-конструкторских работ;

- ПК-20 - готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные/профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 - способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Знает	Методы получения нового знания, способы использования нового знания в практической деятельности.
	Умеет	Самостоятельно получать новые знания в области расчета на прочность летательных аппаратов, применять их в практической деятельности
	Владеет	Способностью к самостоятельному получению нового знания, его практического применения при выполнении работ по расчету на прочность авиационных конструкций.
ПК-4 - способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта	Знает	Методы технико-экономического обоснования и экспертизы проектно-конструкторских решений в вертолётостроении.
	Умеет	Давать технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники.
	Владеет	Методами и инструментами технико-экономического обоснования и проведения экспертизы проектов вертолётов.
ПСК-2.4 - способность и готовность к проведению	Знает	Методы проведения проектировочных расчетов прочности вертолётных конструкций
	Умеет	Проводить проектировочные расчеты прочности

проектировочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета		вертолётных конструкций.
	Владеет	Методами и инструментами проведения расчетов на прочность проектируемых вертолётных конструкций.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Прочность конструкции» применяются следующие методы интерактивного обучения:

- проблемная лекция;
- работа в малых группах (4-5 человек) над решением практических заданий.

I СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Нагрузки, действующие на вертолёт (4/2 час.) (с использованием метода активного обучения проблемная лекция)

Нагрузки, действующие на вертолёт (статические и переменные). Основные расчетные случаи нагружения вертолёта согласно норм летной годности и авиационных правил АП-27. Экспериментальные методы исследования прочности. Ресурс, способы его обеспечения.

Тема 2. Расчет на прочность несущего винта вертолёта (14/6 час)

Типы несущих винтов. Лопасти несущих винтов. Нагружение лопастей несущего винта. Флаттер несущего винта (изгибно-крутильные колебания лопасти, возможные случаи потери устойчивости, маховый и изгибный флаттер, обеспечение безопасности по флаттеру). Методы расчета собственных изгибных колебаний лопастей несущего винта (метод последовательных приближений, основанный на интегральном соотношении, приближенный метод определения частот собственных колебаний лопасти в поле центробежных сил, метод конечных элементов). Крутильные колебания лопасти. Совместные крутильно-изгибные колебания лопасти. Вынужденные колебания лопасти. Определение нагрузок на втулку. Расчет прочности втулки.

Тема 3. Земной резонанс (6/2 час) (с использованием метода активного обучения проблемная лекция)

Земной резонанс на вертолёте. Колебания винта на упругозакрепленном основании. Параметры, определяющие возникновение земного резонанса. Расчетные случаи и конструктивные меры по обеспечению безопасности от земного резонанса.

Тема 4. Прочность фюзеляжа вертолёта (8/2 час)

Нагружение фюзеляжа вертолёта. Расчет изгибных колебаний фюзеляжа как упругой балки. Методы расчета колебаний более сложных моделей

фюзеляжа. Меры по снижению вибрации. Определение нагрузок и расчет на прочность шпангоутов. Учет влияния вырезов на прочность фюзеляжа. Расчет прочности стрингеров. Расчет устойчивости обшивки. Расчет подредукторной рамы.

Тема 5. Расчет системы управления винтами (6/2 час)

Система управления одновинтовым вертолётom. Нагрузки, действующие на систему управления одновинтовым вертолётom. Расчет лопасти и втулки рулевого винта. Расчет первого участка системы управления. Расчет второго участка системы управления. Прочность проушин при действии переменных нагрузок.

Тема 6. Расчет на прочность крыла и оперения (6 час)

Определение величин нагрузок на крыло. Общие методы расчета крыльев на прочность (методы расчета, определение нормальных напряжений от изгибающего момента, определение касательных напряжений в поперечном сечении крыла при изгибе и кручении, определение деформаций крыла при изгибе и кручении). Оперение вертолета. Нагрузки, действующие на оперение. Расчет на прочность оперения.

Тема 7. Расчет на прочность шасси (8 час)

Конструктивно-силовые схемы шасси. Нагрузки, действующие на шасси. Расчет шасси. Принципиальные схемы амортизатора. Расчет амортизаторов.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (68/14 час.)

Тема	Содержание	Объём часов
Нагрузки, действующие на вертолёт	Решение задач	4
Расчет на прочность несущего винта вертолётa	Решение задач	16
Земной резонанс	Решение задач	6
Прочность фюзеляжа вертолётa	Решение задач	6
Расчет системы управления винтами	Решение задач	12
Расчёт на прочность крыла и оперения	Решение задач	12

Расчет на прочность шасси	Решение задач	12
---------------------------	---------------	----

II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Прочность конструкции» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Оценочные средства	
		текущий контроль	Промежуточная аттестация (экзамен)
1	Нагрузки, действующие на вертолёт	УО-1 «Собеседование» Практическая работа	1, 2, 3, 4, 5 Практическое задание
2	Расчет на прочность несущего винта вертолёта	ПР-1 «Тест» Практическая работа	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 Практическое задание
3	Земной резонанс	УО-1 «Собеседование» Практическая работа	16, 17, 18 Практическое задание
4	Прочность фюзеляжа вертолёта	ПР-1 «Тест» Практическая работа	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 Практическое задание
5	Расчет системы управления винтами	УО-1 «Собеседование» Курсовая работа	26, 27, 28, 29 Практическое задание
6	Расчёт на прочность крыла и оперения	ПР-1 «Тест» Курсовая работа	30, 31, 32, 33 Практическое задание
7	Расчет на прочность шасси	ПР-1 «Тест» Курсовая работа	34, 35, 36 Практическое задание

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта

деятельности, а также формирование компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Богданов Ю.С. Конструкция вертолётов: Учебник/ Ю.С. Богданов, Р.А. Михеев, Д.Д. Скулков. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
2. Конструкция и прочность самолетов и вертолётов: учебник/ Под общ. ред. К.Д. Миртова и Ж.С. Черненко. – М.: Изд-во «Транспорт», 1972. – 400 с.
3. Миль М.Л. Вертолёты (расчет и проектирование). Книга 1: Аэродинамика/ М.Л. Миль, А.В. Некрасов, А.С. Браверман, Л.Н. Гродко, М.А. Лейканд; Под ред. М.Л. Миль. – М.: Машиностроение, 1966. – 450 с.
4. Миль М.Л. Вертолёты (расчет и проектирование). Книга 2: Колебания и динамическая прочность/ М.Л. Миль, А.В. Некрасов, А.С. Браверман, Л.Н. Гродко, М.А. Лейканд; Под ред. М.Л. Миль. – М.: Машиностроение, 1966. – 424 с.
5. Михеев Р.А. Прочность вертолетов: Учебник для авиационных специальностей втузов/ Р.А. Михеев. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.
6. 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. – М.: Машиностроение, 1986. – 536 с.
7. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолёты: выбор параметров при проектировании/М.Н. Тищенко, А.В. Некрасов, А.С. Радин. – М.: Машиностроение, 1976. – 368 с.

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

9. Виноградов Ю.И. Методы исследования концентрации напряжений в тонкостенных элементах конструкций аэрокосмических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсам «Прочность летательных аппаратов», «Строительная механика»/ Виноградов Ю.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011.— 92 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31073>.

10. Гончаров П. С., Артамонов И. А., Халитов Т. Ф., Денисихин С. В., Сотник Д. Е. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. [Электронный ресурс] – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с. – Режим доступа: http://media.plm.automation.siemens.com/ru_ru/nx/book/NX-CAE-book.pdf

11. Расчеты на прочность и жесткость статически определимых и статически неопред. систем: [Электронный ресурс] Учеб. пос. / Н.А.Дроздова, С.К.Какурина - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: СФУ, 2013 - 224с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=374569>

12. Тарасов, Ю. Л. Прочность конструкций самолётов. Часть 1 [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие / Ю. Л. Тарасов, Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (9,61 Мбайт). – Самара, 2012. – 297 с. – Режим доступа: http://www.ssau.ru/files/education/uch_posob/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9.%20%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C%201-%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%20%D0%AE%D0%9B.pdf

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Гудков А.И., Лашаков П.С., Райков Л.Г. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов: учебник/ А.И. Гудков, П.С. Лашаков, Л.Г. Райков. – М.: Оборонгиз, 1963. – 480 с.
 2. Далин В.Н., Михеев С.В. Конструкция вертолётов: Учебник./В.Н. Далин, С.В. Михеев. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 352 с.
 3. Зайцев В.Н., Рудаков В.Л. Конструкция и прочность самолетов: учебное пособие – 2-е изд./ В.Н. Зайцев, В.Л. Рудаков. – Киев.: «Вища школа», 1978. – 488 с.
 4. Кан С.Н., Свердлов И.А. Расчет самолета на прочность: Учебник – 5-е изд., перераб. и доп./ С.Н. Кан, И.А. Свердлов. – М.: Машиностроение, 1966. – 520 с.
 5. Макаревский А.И., Чижов В.М. Основы прочности и аэроупругости летательных аппаратов/ А.И. Макаревский, В.М. Чижов. – М.: Машиностроение, 1983.- 238 с.
 6. Одинокоев Ю.Г. Расчет самолета на прочность: учебное пособие/ Ю.Г. Одинокоев. – М.: Машиностроение, 1973. – 392 с.
- Справочная книга по расчету самолета на прочность/ М.Ф. Астахов, А.В. Карасев, С.Я. Макаров и др. – М.: Оборонгиз, 1954 – 708 с.
7. Справочник авиационного инженера/ В.Г. Александров, В.В. Мырцымов, С.П. Ивлев и др. – М.: Изд-во «Транспорт», 1973. – 400 с.
 8. Стригунов В.М. Расчет самолета на прочность: Учебник для вузов/ В.М. Стригунов. – М.: Машиностроение, 1984. - 376 с.
 9. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Круглов, В. И. Ершов, А. С. Чумадин и др. - М.: Логос, 2011. - 432 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468969>

10. Основы автоматизированного проектирования: [Электронный ресурс] Учебник /Под ред. А.П.Карпенко - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 329 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=477218>

Нормативно-правовые материалы

1. Авиационные правила/ Авиационный регистр МАК – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://armak.mak-iac.org/registr/aviatsionnye-pravila/>

2. ГОСТ Расчет и испытания на прочность - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://ivo.garant.ru/#/kind-doclist/23807/Отраслевая информация:1](http://ivo.garant.ru/#/kind-doclist/23807/Отраслевая_информация:1)

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Образовательный процесс по дисциплине «Прочность конструкции» реализуется с использованием:

- стандартных офисных программ (MS Word, MS Excel, MS Power Point и др.);
- информационных справочных систем (Гарант, Консультант Плюс);
- интернет-технологии (Интернет, e-mail и др.);
- специализированные инженерные программные продукты (NX Advanced Simulation и APM FEM Компас 3D).

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины «Прочность конструкции» составляет 252 часа (7 зачетных единицы), из которых 118 часов аудиторных занятий и 134 часа самостоятельной работы. На подготовку к экзамену выделяется 63 часа. Дисциплина реализуется в двух семестрах. Аудиторные занятия включают лекционные и практические занятия. На лекционных занятиях изучаются теоретические основы дисциплины. Практические занятия проводятся после

теоретических занятий и предназначены для закрепления полученных знаний. Практические занятия по дисциплине «Прочность конструкции» проводятся в форме решения задач по определению прочности, жесткости и устойчивости различных видов вертолётных конструкций. Если по теме дисциплины предусмотрено проведение нескольких занятий, то практические работы могут проводиться или после изучения всего лекционного материала, или его части.

На первом занятии преподаватель предоставляет студентам план изучения дисциплины: последовательность тем, рассматриваемые в каждой теме вопросы, трудоёмкость каждой темы, литературу и другие необходимые информационные материалы. Материалы практических занятий предоставляются перед началом практических занятий. В ходе практических занятий преподаватель оказывает студентам помощь при решении задач. Важным элементом практического занятия по дисциплине «Прочность конструкций» является закрепление полученных навыков расчета авиационных конструкций путем самостоятельного решения обучающимися задач и их последующего разбора вместе с преподавателем.

На первых занятиях по дисциплине преподаватель даёт студентам задание для самостоятельной работы и методические указания по её выполнению устанавливает график выполнения и представления результатов самостоятельной работы. Самостоятельная работа по дисциплине «Прочность конструкции» включает в себя выполнение практических заданий в первом семестре и выполнение курсовой работы во втором семестре изучения дисциплины.

В процессе изучения дисциплины студенты могут обращаться к преподавателю на консультацию, согласно графику консультаций. Форма взаимодействия между преподавателем и студентами определяется преподавателем.

Важной составляющей изучения дисциплины является формирование у обучающихся навыков работы с информационными источниками, в

частности с учебной и научной литературой. Обучающиеся должны пользоваться учебной и научной литературой из предлагаемого списка при подготовке к лекциям, также они могут пользоваться и другой литературой, в которой раскрываются рассматриваемые темы. Особо внимание формированию навыков работы с информационными источниками уделяется при проведении практических занятий и выполнении обучающимися самостоятельной работы.

По завершению изучения дисциплины «Прочность конструкции» обучающиеся сдают экзамен. Преподаватель на первом занятии выдает вопросы к экзамену и практические задачи, которые обучающийся должен решить на экзамене. В ходе изучения дисциплины обучающиеся могут обращаться к преподавателю для разъяснения вопросов, которые могут вызвать у них трудности на экзамене. Перед экзаменом проводится консультация, согласно установленного графика, на которой обучающиеся могут уточнить непонятные им вопросы.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проведение занятий по дисциплине «Прочность конструкции» проводится с использованием:

- персональных компьютеров, установленных в вычислительном центре филиала, на которых имеется специализированное программное обеспечение для проведения расчетов на прочность авиационных конструкций (NX Advanced Simulation и APM FEM Компас 3D);
- проектора для проведения учебных занятий.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ФИЛИАЛ ДФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Прочность конструкции»
Специальность 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение
специализация «Вертолётостроение»
Форма подготовки очная/заочная**

**Арсеньев
2018**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	Весна 20__г.	Практическая работа	5 нед.	Отчет
2	Осень 20__г.	Курсовая работа	12 нед.	Курсовая работа

1. Методические указания к выполнению практической работы

Практическая работа по дисциплине «Прочность конструкций» для специальности 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение» специализация «Вертолётостроение» предназначена для закрепления теоретических знаний и практических умений и навыков полученных в ходе изучения дисциплины.

Практическая работа предусматривает:

- 1) построение узла (агрегата) вертолёт в системе автоматизированного проектирования NX;
- 2) определение нагрузок воспринимаемых узлом (агрегатом);
- 3) проведение прочностного анализа узла (агрегата) в NX Advanced Simulation;
- 4) оформление отчета.

В ходе решения предлагаемых задач у студентов развивается способность к самостоятельной работе, работе в группе, умение пользоваться учебной и справочной литературой, а также системами автоматизированного проектирования и инженерного анализа.

Задания для самостоятельной работы даются студентам на первом занятии курса. Задания для самостоятельной работы содержат варианты узла (агрегата) и методические рекомендации по их выполнению. Вариант задания выбирается по первой букве фамилии:

Первые буквы фамилий	Номер задания
А, Х, Ц	1
Б, В, Ч	2
Г, Д, М,	3
Ж, Н, Ю	4
И, Щ, П	5
Т, Э, К	6
С, Л	7
Ш, О, Р	8
У, З	9
Е, Ф, Я	10

Студенты после изучения теоретического материала и практических занятий по соответствующей теме приступают к выполнению заданий для самостоятельной работы. При выполнении заданий студенты пользуются учебной литературой из списка основной и дополнительной литературы, нормативными материалами по разработке и постановке на производство новой продукции, ресурсами сети Интернет.

Возможно выполнение работы в группах. Размер группы должен быть не более 5 человек.

Если у студента возникнут затруднения при выполнении самостоятельной работы, то он может обратиться к преподавателю для консультации. Время проведения консультаций устанавливается графиком консультаций в начале семестра.

Выполненная практическая работа представляется в форме отчета, оформленного в соответствии с требованиями по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ. Отчет по практической работе включает:

- титульный лист;
- задание в соответствии с выбранным вариантом;
- выполнение задание;
- выводы по работе;
- список использованной литературы.

Отчет по самостоятельной работе должен быть зарегистрирован на кафедре «Самолето- и вертолетостроение».

Практическая работа оценивается по 5-ти бальной шкале. Обучающемуся может выставляться следующая оценка:

- «отлично» - если студент демонстрирует свободное владение теоретическим материалом; умения пользоваться учебной и научной литературой; владение методами выполнения конструкторских расчетов и оформления конструкторской документации в системе автоматизированного проектирования и инженерного анализа.

- «хорошо» - если студент сумел решить задачи по самостоятельной работе, оформить работу в соответствии с установленными требованиями, но допустил не более 2 ошибок в расчетах и трех ошибок в оформлении;

- «удовлетворительно» - если студент, решил не менее 3 задач, допустил одну ошибку в вычислениях и не более двух ошибок в оформлении отчета;

- «неудовлетворительно» - если студент решил менее 3 задач, допустил ошибки в вычислениях, оформление работы небрежно, не соответствует установленным требованиям.

Методические указания к выполнению курсовой работы

Курсовая работа предназначена для закрепления теоретических знаний, получения практических умений и навыков выполнения расчетов на прочность элементов конструкции вертолѐта.

Курсовая работа предполагает определение прочности несущего винта вертолѐта.

Студенту необходимо:

- 1) определить нагрузки на лопасть и втулку несущего винта вертолѐта для данного расчетного случая;
- 2) рассчитать изгибные и крутильные колебания лопасти;
- 3) рассчитать вынужденные колебания лопасти;
- 4) определить прочность деталей втулки;

5) оформить пояснительную записку.

Задания для курсовой работы даются студентам на первом занятии в семестре. Задания для курсовой работы содержат варианты заданий и методические рекомендации по их выполнению.

Студенты после изучения теоретического материала и практических занятий приступают к выполнению курсовой работы. При выполнении курсовой работы студенты пользуются учебной литературой из списка основной и дополнительной литературы, нормативными материалами по расчету летательных аппаратов на прочность, ресурсами сети Интернет, системами автоматизированного проектирования и инженерного анализа..

Выполненная курсовая работа представляется в форме пояснительной записки, оформленной в соответствии с требованиями по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ в Университете. После проверки работы преподавателем студент защищает её.

Курсовая работа оценивается по 5-ти бальной шкале. Обучающемуся может выставляться следующая оценка:

«отлично» - выставляется студенту, если выполнение курсовой работы показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала по рассматриваемым темам. Студент может проводить необходимые расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой.

«хорошо» - выставляется студенту, если студент знает узловые темы программы. Студент может проводить необходимые расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой, но допускает одну ошибку.

«удовлетворительно» - если студент демонстрирует фрагментарные, поверхностные знания программного материала. Умеет проводить расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой. Допускает не более двух ошибок.

«неудовлетворительно» - выставляется студенту, если он демонстрирует не знание материала. Не может проводить расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Прочность конструкции»
Специальность 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение
специализация «Вертолётостроение»
Форма подготовки очная/заочная

Арсеньев
2018

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-2 - способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Знает
Умеет		Самостоятельно получать новые знания в области расчета на прочность летательных аппаратов, применять их в практической деятельности
Владеет		Способностью к самостоятельному получению нового знания, его практического применения при выполнении работ по расчету на прочность авиационных конструкций.
ПК-4 - способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта	Знает	Методы технико-экономического обоснования и экспертизы проектно-конструкторских решений в вертолётостроении.
	Умеет	Давать технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники.
	Владеет	Методами и инструментами технико-экономического обоснования и проведения экспертизы проектов вертолётов.
ПСК-2.4 - способность и готовность к проведению проектировочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	Знает	Методы проведения проектировочных расчетов прочности вертолётных конструкций
	Умеет	Проводить проектировочные расчеты прочности вертолётных конструкций.
	Владеет	Методами и инструментами проведения расчетов на прочность проектируемых вертолётных конструкций.

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Оценочные средства	
		текущий контроль	Промежуточная аттестация (экзамен)
1	Нагрузки, действующие на вертолёт	УО-1 «Собеседование» Практическая работа	1, 2, 3, 4, 5 Практическое задание
2	Расчет на прочность несущего винта вертолётa	ПР-1 «Тест» Практическая работа	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 Практическое задание
3	Земной резонанс	УО-1 «Собеседование» Практическая работа	16, 17, 18 Практическое задание
4	Прочность фюзеляжа вертолётa	ПР-1 «Тест» Практическая работа	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 Практическое задание
5	Расчет системы управления винтами	УО-1 «Собеседование» Курсовая работа	26, 27, 28, 29 Практическое задание
6	Расчёт на прочность крыла и оперения	ПР-1 «Тест» Курсовая работа	30, 31, 32, 33 Практическое задание
7	Расчет на прочность шасси	ПР-1 «Тест» Курсовая работа	34, 35, 36 Практическое задание

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Оценка результатов освоения дисциплины осуществляется путем проведения текущей аттестации в течение семестра и промежуточной аттестации по окончании семестра.

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Прочность конструкции» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация осуществляется для проверки хода и качества усвоения студентами учебного материала, управления учебным процессом, активизации самостоятельной работы студентов и совершенствования методики проведения занятий в форме избранной преподавателем.

Текущая аттестация по дисциплине «Прочность конструкции» проводится в форме контрольных мероприятий - собеседования, тестирования, самостоятельной работы, курсовой работы – по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов занятий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине) – оценивается с помощью собеседования, решения задач на практических занятиях, самостоятельной работы, тестирования;

- степень усвоения теоретических знаний – оценивается с помощью собеседования по темам и тестирования;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы – оценивается с помощью практических занятий и самостоятельной работы, курсовой работы;

- результаты самостоятельной работы – оцениваются с помощью практической самостоятельной работы и курсовой работы.

Промежуточная аттестация проводится с целью комплексной и объективной оценки знаний, умений и навыков в процессе освоения дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Прочность конструкций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Прочность конструкции» предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена, который проводится в устной форме. Экзамен проводится с использованием экзаменационных билетов. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание. Проводит экзамен ведущий преподаватель.

При проведении экзамена студент сам выбирает экзаменационный билет. В процессе сдачи устного экзамена экзаменатор имеет право задавать студентам дополнительные вопросы. Если студент испытывает затруднения при подготовке к ответу по выбранному билету, то преподаватель может разрешить ему выбрать ему другой с соответствующим продлением времени на подготовку, при этом оценка снижается на балл.

При подготовке к экзамену студенту разрешается оформлять ответы на вопросы в письменной форме полностью или тезисно. Во время проведения экзамена студенту разрешается пользоваться справочной литературой. В случае использования студентом технических средств, нормативной или справочной литературы, не разрешенной экзаменатором, студент может быть удален экзаменатором, а в экзаменационную ведомость будет внесена неудовлетворительная оценка.

Время, предоставляемое студенту на подготовку ответа по экзаменационному билету должно составлять не более 45 минут. В отдельных случаях время на подготовку экзаменационного билета может быть увеличено.

В аудитории, где принимается устный экзамен, могут находиться одновременно не более 8 экзаменуемых. Выходить из аудитории во время подготовки к ответам без разрешения экзаменатора студентам запрещается.

Приём экзамена у инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей организации учебного процесса для данных категорий обучающихся, которые регламентированы локальными нормативными актами ДВФУ.

Оценка студенту объявляется после окончательного ответа по билету, в том числе и по дополнительным вопросам. Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Прочность конструкции» представлены в таблице:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«отлично»	<p>Знает: Методы получения нового знания и его применение в практической деятельности. Методы технико-экономического обоснования и экспертизы проектно-конструкторских решений в вертолётостроении. Методы проведения проектных расчетов прочности вертолётных конструкций.</p> <p>Умеет: Самостоятельно получать новые знания в области расчета на прочность летательных аппаратов, применять их в практической деятельности. Давать технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники. Проводить проектные расчеты прочности вертолётных конструкций.</p> <p>Владеет: Способностью к самостоятельному получению нового знания, его практического применения при выполнении работ по расчету на прочность авиационных конструкций. Давать технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники. Проводить проектные расчеты прочности вертолётных конструкций.</p>
85-76	«хорошо»	<p>Знает: Методы получения нового знания и его применение в практической деятельности. Методы технико-экономического обоснования и экспертизы проектно-конструкторских решений в вертолётостроении. Методы проведения проектных расчетов прочности вертолётных конструкций. В ответе на теоретические вопросы допускает одну-две неточности.</p> <p>Умеет: Самостоятельно получать новые знания в области расчета на прочность летательных аппаратов, применять их в практической деятельности. Давать технико-экономическое</p>

		<p>обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники. Проводить проектировочные расчеты прочности вертолётных конструкций. В решении практических задач делает не более двух ошибок.</p> <p>Владеет Способностью к самостоятельному получению нового знания, его практического применения при выполнении работ по расчету на прочность авиационных конструкций. Давать технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники. Проводить проектировочные расчеты прочности вертолётных конструкций.</p>
75-61	«удовлетворительно»	<p>Знает: Элементарные методы получения нового знания и его применение в практической деятельности. Простые методы технико-экономического обоснования и экспертизы проектно-конструкторских решений в вертолётостроении. Элементарные методы проведения проектировочных расчетов прочности вертолётных конструкций. При ответе на теоретические вопросы допускает не более трех неточностей.</p> <p>Умеет: Самостоятельно получать новые знания в области расчета на прочность летательных аппаратов, применять их в практической деятельности. Давать простое технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники. Проводить простые проектировочные расчеты прочности вертолётных конструкций. При решении практических задач делает не более трех ошибок</p> <p>Владеет Простой способностью к самостоятельному получению нового знания, его практического применения при выполнении работ по расчету на прочность авиационных конструкций. Давать простые технико-экономическое обоснование и проводить экспертизу проектно-конструкторских решений при разработке вертолётной техники. Проводить элементарные проектировочные расчеты прочности вертолётных конструкций.</p>
60-50	«неудовлетворительно»	<p>Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы. Как, правило, студентам требуются дополнительные занятия по соответствующей дисциплине.</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы для промежуточной аттестации по дисциплине «Прочность конструкции»

1. Статические нагрузки, действующие на вертолёт.
2. Переменные нагрузки, действующие на вертолёт.
3. Случаи нагружения вертолёта согласно норм лётной годности и авиационных правил.
4. Методы экспериментального определения прочности элементов конструкции вертолёта.
5. Ресурс элементов конструкции вертолёта.
6. Типы несущих винтов.
7. Конструктивные элементы лопасти.
8. Нагружение лопасти несущего винта.
9. Маховый флаттер винта.
10. Изгибный флаттер винта.
11. Обеспечение безопасности по флаттеру.
12. Метод последовательных приближений, основанный на интегральном соотношении, в определении изгибных колебаний.
13. Приближенный метод определения частот собственных колебаний лопасти в поле центробежных сил.
14. Метод конечных элементов в определении изгибных колебаний лопасти.
15. Расчет прочности втулки несущего винта.
16. Понятие земного резонанса вертолёта.
17. Параметры, определяющие возникновение земного резонанса.
18. Конструктивные меры обеспечения безопасности вертолота от земного резонанса.
19. Нагружение фюзеляжа вертолёта.

20. Собственные и вынужденные колебания фюзеляжа как упругой балки.
21. Методы расчета колебаний более сложных моделей фюзеляжа.
22. Меры по снижению вибрации фюзеляжа.
23. Расчет на прочность шпангоутов фюзеляжа.
24. Расчет устойчивости обшивки фюзеляжа.
25. Расчет подредукторной рамы.
26. Нагрузки, действующие на систему управления одновинтовым вертолётom.
27. Расчет первого участка системы управления.
28. Расчет второго участка системы управления.
29. Расчет на прочность втулки и лопасти рулевого винта.
30. Нагрузки, действующие на крыло вертолётa.
31. Расчет на прочность крыла вертолётa.
32. Нагрузки, действующие на оперение вертолётa.
33. Расчет на прочность оперения вертолётa.
34. Нагрузки, действующие на шасси вертолётa.
35. Расчет шасси вертолётa.
36. Расчет амортизатора шасси.

Практическое задание предусматривает решение задачи. Примеры задач, включаемых в экзаменационный билет приведены ниже:

1. В сечении хвостовой балки одновинтового вертолётa в вертикальной плоскости действует расчетный разрушающий изгибающий момент от массовых сил M , тяга хвостового винта $T_{хв}$, число оборотов $n_{хв}$, мощность $N_{хв}$. Диаметр хвостового винта h . Коэффициент безопасности f . Определить в расчетном сечении крутящий момент и изгибающие моменты, действующие в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

2. Для кольцевого шпангоута построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил. Шпангоут нагружен силами P от пилонов крепления двигателя к хвостовой части фюзеляжа. Диаметр сечения d .

3. Определить напряжения среза $\tau_{\text{ср}}^P$ в болте стыковой гребенки лопасти при раскрутке пятилопастного несущего винта вертолета, если мощность на несущем винте N , число оборотов n , соединительных болтов два d , расстояние между осями крайних проушин m . Число плоскостей среза болта у проушины две.

4. Определить нормальные и касательные напряжения фюзеляжа. На фюзеляж действуют следующие нагрузки Q , $M_{\text{изг}}$, $M_{\text{кр}}$. Расчетное сечение находится на цилиндрической части фюзеляжа диаметром d . Обшивка и стрингеры выполнены из материала Д16, стрингеры стандартные профили типа Пр 100-11, шаг стрингера $t_{\text{стр}}$. Толщина обшивки $\delta_{\text{обш}}$.

5. Определить изгибающие моменты штока и цилиндра амортизатора опоры шасси, возникающие от момента M_y и построить эпюры $M_{\text{изг}}$, если параметры шасси a , b , c , d , e .

Оценочные средства для текущей аттестации

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Прочность конструкции»
наименование дисциплины

Тема: «Нагрузки, действующие на вертолёт»

1. Нагрузки, действующие на вертолёт (статические и переменные).
2. Основные расчетные случаи нагружения вертолёта согласно норм летной годности и авиационных правил АП-27.
3. Экспериментальные методы исследования прочности.
4. Ресурс, способы его обеспечения.

Тема: «Земной резонанс»

1. Земной резонанс на вертолёте.
2. Колебания винта на упругозакрепленном основании.
3. Параметры, определяющие возникновение земного резонанса.
4. Расчетные случаи и конструктивные меры по обеспечению безопасности от земного резонанса.

Тема: «Расчет системы управления винтами»

1. Система управления одновинтовым вертолётном.
2. Нагрузки, действующие на систему управления одновинтовым вертолётном.
3. Расчет лопасти и втулки рулевого винта.
4. Расчет первого участка системы управления.
5. Расчет второго участка системы управления.
6. Прочность проушин при действии переменных нагрузок.

Критерии оценки:

100 – 86 баллов выставляется студенту, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

85-76 – баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность изложения. Однако допускается одна-две неточности в ответе.

75-61 – баллов, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории. Студент не умеет давать аргументированные ответы и проводить примеры. Ответ недостаточно логичен и последователен. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

60-50 – баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумение давать аргументированные ответы, слабое владение монологической речью, отсутствие логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

Составитель _____

«__» _____ 20__ г.

Практические работы
по дисциплине «Прочность конструкции»
(наименование дисциплины)

Тема: «Нагрузки, действующие на вертолёт»

Студенту для выполнения даётся практическое задание решить задачи по определению нагрузок, действующих на вертолёт.

Студент выполняет практические задания, оформляет отчет по практической работе и защищает его. Возможно выполнение практических занятий в группах.

Тема: «Расчет на прочность несущего винта вертолёта»

Студенту для выполнения даётся практическое задание решить задачи по определению прочностных параметров лопасти и втулки несущего винта.

Студент выполняет практические задания, оформляет отчет по практической работе и защищает его. Возможно выполнение практических занятий в группах.

Тема: «Земной резонанс»

Студенту для выполнения даётся практическое задание решить задачи по определению параметров земного резонанса вертолёта.

Студент выполняет практические задания, оформляет отчет по практической работе и защищает его. Возможно выполнение практических занятий в группах.

Тема: «Прочность фюзеляжа вертолёта»

Студенту для выполнения даётся практическое задание решить следующую задачи по расчету на прочность фюзеляжа.

Студент выполняет практические задания, оформляет отчет по практической работе и защищает его. Возможно выполнение практических занятий в группах.

Критерии оценки:

100-86 баллов - выставляется студенту, если он демонстрирует глубокое и системное знание всего программного материала и понимание поставленного задания. Может выразить и аргументировать свое мнение, пользоваться литературными источниками. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

85-76 баллов - выставляется студенту, если он демонстрирует глубокое и системное знание всего программного материала и понимание поставленного задания. Может выразить и аргументировать свое мнение, пользоваться литературными источниками. При выполнении практической работы допущено не более одной ошибки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

75-61 баллов – выполнен достаточно большой объем работы. Студент знает базовые основы программного материала. Допущено не более двух ошибок при выполнении задания.

60-50 баллов – если работа представляет собой полностью переписанный из другого источника текст, нет анализа проблемы. Студент испытывает трудности при ответе на поставленные вопросы. Работа оформлена небрежно.

Составитель _____
(подпись)

« ___ » _____ 20__ г.

Темы курсовой работы
по дисциплине «Прочность конструкции»
наименование дисциплины

1. Определение прочности несущего винта вертолёта.

Критерии оценки:

100 – 86 баллов выставляется студенту, если выполнение курсовой работы показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала по дисциплине. Студент может проводить необходимые расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой. Студент может применять для оформления работы и выполнения инженерных расчетов программные продукты автоматизации проектно-конструкторских работ и инженерного анализа. Оформление работы соответствует требованиям ЕСКД.

85 -76 баллов выставляется студенту, если выполнение курсовой работы показывает глубокое и систематическое знание программного материала по дисциплине. Студент может проводить необходимые расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой. Оформление работы соответствует требованиям ЕСКД. При выполнении работы допущено не более одной ошибки.

75 – 61 баллов, если студент демонстрирует фрагментарные, поверхностные знания программного материала. Умеет проводить элементарные расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой. Допускает не более двух ошибок.

60 – 50 баллов, выставляется студенту, если он демонстрирует не знание материала. Не может проводить расчеты, пользоваться нормативной и справочной литературой.

Составитель _____

« ___ » _____ 20__ г.