



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

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала ДВФУ
в г. Арсеньеве

Ю.Ф.Огнев

« 06 » июля 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТОЛЁТОВ**

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

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

Курс 4/5/4 семестр 7.8/-/-
лекции 64/12/8 час.
практические занятия 46/14/8 час.
лабораторные работы - час.
с использованием МАО 30/10/4 час.
в электронной форме лек. -/ пр./ лаб.-.
всего часов контактной работы 110/26/16 час.
в том числе с использованием МАО 30/10/4 час, в электронной форме - час.
самостоятельная работа 106/190/200 час.
в том числе на подготовку к экзамену, зачету 36/9/9- час.
курсовой проект-8/-/- семестр, 4/5/4 курс
зачет-7/-/- семестр, курс -4/-/-
экзамен 8/-/- семестр, 4/5/4 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): ассистент, А.А. Дроздов, ст. преподаватель, С.И. Боровкова

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Совета филиала:

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

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Совета филиала:

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

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

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Проектирование вертолётов»**

Учебная дисциплина «Проектирование вертолётов» разработана для студентов специальности 24.05.07 «Самолето – и вертолётостроение» специализации «Вертолётостроение» и входит в число базовой части дисциплин специализации «Вертолётостроение» учебного плана (Б1.Б.34.2). Дисциплина реализуется в 7,8 семестре для студентов очной формы обучения, на 5 курсе для студентов заочной формы обучения и на 4 курсе для студентов заочной формы обучения (ускоренные сроки обучения на базе СПО). Общая трудоемкость дисциплины составляет 216 часов (6 зачетных единиц), в том числе 110/26/16 часов контактной работы (64/12/8 часов – лекционные занятия, 46/14/8 часов – практические занятия) и 70/181/191 часов на самостоятельную работу студента. Оценка результатов обучения - зачет в 7 семестре, экзамен в 8 семестре/экзамен на 5 курсе/экзамен на 4 курсе.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин:

- Введение в специальность
- Аэродинамика
- Конструкция самолёта (вертолёта)
- Прочность конструкций
- Динамика полёта вертолёта

Целью дисциплины «Проектирование вертолётов», как науки, является теоретическая и практическая подготовка инженера по специальности вертолётостроение в области проектирования вертолетов и их агрегатов, ознакомление с основными направлениями развития и технического совершенствования современных вертолетов, приобретение навыков по применению этих методов и направлений для решения задач выбора параметров и расчета характеристик вертолета, проведения параметрических

исследований и формирования оптимального облика вертолета и его агрегатов.

Задачей изучения дисциплины является обучение методам формирования, анализа и выбора проектных решений при проектировании вертолетов и их агрегатов.

Изучение студентами данной дисциплины должно обеспечить:

- получение знаний этапов проектирования вертолетов и круга задач, решаемых на каждом этапе,

- знание методов выбора параметров и расчета основных характеристик вертолета, а также методов проектирования основных частей вертолета, позволяющих создать высокоэффективную, надежную и технически совершенную машину,

- приобретение навыков практического использования полученных знаний при проектировании вертолетов.

Для успешного изучения дисциплины «Проектирование вертолётов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОК-8: способность применять методы и средства познания, самообучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, развития социальных и профессиональных компетенций;

- ОПК-2: способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений;

- 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-5: понимание значимости своей будущей специальности, наличие стремления к ответственному отношению к своей трудовой деятельности;

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

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-2: владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем;	Знает	методы анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем
	Умеет	собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем
	Владеет	навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем
ПК-3: способность освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций;	Знает	передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций
	Умеет	использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций
	Владеет	способностью освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций
ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта;	Знает	методы технического и технико-экономического обоснования принимаемых проектно-конструкторских решений
	Умеет	принимать экономически обоснованные проектно-конструкторские решения
	Владеет	методами технической экспертизы проекта
ПК-5: готовность разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Знает	основы системного подхода к проектированию авиационных конструкций
	Умеет	разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций
	Владеет	основами системного подхода к проектированию авиационных конструкций
ПК-8: наличие навыков в общении с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным методами контроля соответствия	Знает	методы контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области самолето- и вертолетостроения
	Умеет	обращаться с нормативно-технической документацией в области самолето- и вертолетостроения
	Владеет	навыками в обращении с нормативно-технической документацией и м методами контроля соответствия

правовым актам в области Самолето- и вертолетостроения;		разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области самолето- и вертолетостроения
ПК-10: владение основами современного дизайна и эргономики;	Знает	основы современного дизайна и эргономики
	Умеет	применять современный дизайн и эргономику при проектировании ЛА
	Владеет	навыками применения современный дизайн и эргономику при проектировании ЛА
ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию;	Знает	структуру и содержание отчетов по выполняемым заданиям
	Умеет	составлять отчет по выполненному заданию
	Владеет	навыками участия в составлении отчетов по выполненному заданию
ПК-21: способность участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;	Знает	порядок внедрения результатов исследований и разработок
	Умеет	устанавливать последовательность внедрения результатов исследований и разработок
	Владеет	навыками участия во внедрении результатов исследований и разработок
ПСК-2.1: способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения;	Знает	конструкцию и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета
	Умеет	определять и проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета
	Владеет	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения
ПСК-2.4: способность и готовность к проведению проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета;	Знает	методики проведения проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета
	Умеет	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета
	Владеет	методиками проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Проектирование вертолётов» предусмотрено 30/10/4 часов активного обучения, применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: мультимедийная презентация лекций; практические работы.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Основные этапы и содержание процесса проектирования вертолета (12 /2 /2 час.)

Тема 1. Введение. (2 /- /-час.)

Краткий исторический обзор развития вертолетов, основные достижения современного вертолетостроения, перспективы развития вертолетов и других аппаратов вертикального взлета и посадки (АВВП). Предмет курса «Проектирование вертолетов» и его связь с другими специальными курсами.

Тема 2. Процесс создания вертолетов. (2 /1 /1 час.)

Содержание и организация процесса проектирования вертолетов. Основные этапы проектирования и решаемые на них задачи. Методы проектирования. Постройка вертолета и его испытания. Научно-исследовательские и экспериментальные работы при проектировании вертолетов. Использование ЭВМ и САПР.

Тема 3. Требования к проектируемому вертолету. (4 /1 /1 час.)

Общие требования, предъявляемые к вертолетам. Технические и летно-эксплуатационные требования к вертолетам различного назначения. Технические задания и тактико-технические требования. Нормы летной годности гражданских вертолетов (АП-29).

Тема 4. Критерии оценки эффективности вертолетов. (4 /- /- час.)

Классификация критериев эффективности вертолетов. Критерии функциональной, производственной и эксплуатационной эффективности. Экономические критерии оценки эффективности. Методы определения эксплуатационных расходов для сравнительной оценки экономичности вертолетов. Оценка эффективности применения вертолетов на отдельных видах работ народнохозяйственного применения.

Раздел II. Компоновка и выбор основных параметров вертолета. (28 /6 /4 час.)

Тема 1. Выбор схемы вертолетов. (4 /- /- час.)

Существующие схемы вертолетов и их анализ. Сравнительная оценка схем по аэродинамическим, весовым и эксплуатационным характеристикам. Выбор схемы вертолета в зависимости от весовой категории, области применения и назначения вертолета.

Тема 2. Расчет массы вертолета. (2 /1 /1 час.)

Классификация массы вертолета. Уравнение баланса масс. Зависимость составляющих взлетной массы от параметров и размеров вертолета. Весовая отдача. Итеративность процесса определения взлетной массы вертолета. Метод последовательных приближений при определении взлетной массы. Весовые формулы. Уточнение взлетной массы на последующих этапах проектирования. Весовой контроль.

Тема 3. Влияние параметров вертолета на его основные летно-технические характеристики. (4 /1 /- час.)

Основные параметры вертолета (взлетная масса, удельная нагрузка на охватываемую несущим винтом площадь, окружная скорость и заполнение несущего винта, относительная энерговооруженность и др.) и его летно-технические характеристики. Уравнение существования вертолета и области допустимых решений. Основные ограничения, действующие при проектировании. Связь между параметрами вертолета и его летно-техническими и экономическими характеристиками.

Тема 4. Выбор основных параметров вертолета и двигателя. (4 /1 /1 час.)

Итеративность процесса определения основных параметров вертолета. Определение параметров начального приближения при заданной полезной нагрузке и дальности (или продолжительности) полета (прямая задача проектирования) или заданной мощности двигателя (двигатель задан) и дальности полета (обратная задача проектирования). Определение потребной энерговооруженности вертолета в зависимости от его назначения и режимов

полета. Выбор двигателя для прямой задачи проектирования. Согласование параметров вертолета и двигателя. Параметрический анализ. Оптимизация проектных параметров при заданных требованиях и ограничениях.

Тема 5. Компоновка и центровка вертолета. (4 /1 /1 час.)

Требования к компоновке вертолетов различного назначения. Составляющие процесса общей компоновки, их взаимная связь и задачи каждой из них. Аэродинамическая компоновка: взаимное расположение несущих и рулевых винтов, выбор внешних форм фюзеляжа и увязка отдельных частей вертолета, выбор формы и размеров крыла и размещение его на фюзеляже, определение размеров и месторасположения вертикального и горизонтального оперения, выбор схемы и расположения шасси и т.п. Объемно-весовая компоновка. Размещение экипажа, пассажиров и грузов. Размещение двигателей. Основные агрегаты гидropневмооборудования, электро-, радио- и аэронавигационного оборудования, спецоборудования и их размещение на вертолете. Особенности компоновки различных типов вертолетов. Центровка вертолета. Диапазоны центровок и способы исправления центровки. Конструктивно-силовая компоновка. Итоговые документы процесса компоновки и центровки. Общие виды вертолета.

Тема 6. Особенности проектирования вертолетов народнохозяйственного применения. (2 /- /- час.)

Специфика тактико-технических требований и условий эксплуатации. Ограничения на параметры и характеристики вертолетов. Влияние основных параметров вертолетов на критерии функциональной эффективности. Проектирование кабин пилотов, грузовых отсеков, специального оборудования и т.д.

Тема 7. Особенности проектирования корабельных вертолетов. (4 /2 /1 час.)

Специфика тактико-технических требований и условий эксплуатации, Ограничения на параметры и характеристики. Выбор параметров корабельных вертолетов. Особенности конструкции отдельных агрегатов.

Тема 8. Особенности проектирования скоростных маневренных вертолетов. (2 /- /- час.)

Специфика тактико-технических требований и условий эксплуатации. Параметры и характеристики скоростных вертолетов. Особенности компоновки вертолета. Специальное оборудование.

Тема 9. Особенности проектирования АВВП с винтовыми несущими системами. (2 /- /- час.)

Типы АВВП с винтовыми несущими системами. Основные параметры и характеристики и их выбор. Переходные режимы. Компоновка и центровка АВВП. Экономичность использования, области применения и перспективы развития АВВП.

Раздел III. Проектирование частей вертолета. (24 /4 /2 час.)

Тема 1. Общие основы проектирования частей вертолета. (2 /1 /1 час.)

Процесс проектирования частей вертолета. Основные параметры частей вертолета. Требования к конструкции частей вертолета. Критерии совершенства конструкции. Способы обеспечения надежности и заданного ресурса конструкции. Методы описания поверхностей агрегатов вертолета. Теоретические чертежи.

Тема 2. Проектирование несущих винтов. (4 /1 /1 час.)

Сравнительная оценка типов несущих винтов. Выбор типа винта и числа лопастей. Основные геометрические параметры лопасти (форма в плане, профиля, крутка, тип законцовки и т.п.) и их выбор. Выбор массово-жесткостных характеристик лопасти, обеспечивающих допустимый уровень вибраций вертолета и динамических напряжений в лопасти. Выбор типа втулки, разноса горизонтальных шарниров и ограничителей колебаний лопастей в плоскости взмаха и плоскости вращения для шарнирных винтов. Диапазон изменения угла установки лопастей. Параметры втулки с безшарнирным креплением лопастей. Тенденции развития несущих винтов.

Тема 3. Проектирование рулевых винтов одновинтовых вертолетов. (2 /- /- час.)

Сравнительная оценка типов рулевых винтов, включая рулевой винт в канале (фенестрон). Выбор основных параметров рулевых винтов (диаметра, окружной скорости, заполнения, числа лопастей). Определение потребной тяги и мощности рулевого винта. Выбор основных параметров лопасти и втулки рулевых винтов. Диапазон изменения общего шага.

Тема 4. Проектирование фюзеляжа, крыла и оперения. (4 /2 /- час.)

Выбор формы и определение основных размеров фюзеляжа и его частей для вертолетов различного назначения. Эксплуатационные и технологические разъемы фюзеляжа. Форма, размеры и размещение дверей, люков, окон и грузовых трапов. Выбор основных геометрических параметров крыла. Анализ и выбор конструктивно-силовой схемы. Механизация крыла. Выбор основных параметров и конструктивно-силовой схемы вертикального и горизонтального оперения.

Тема 5. Проектирование трансмиссии. (4 /- /- час.)

Выбор схемы трансмиссии. Размещение частей трансмиссии. Определение передаточных отношений редукторов. Числа оборотов хвостовых валов трансмиссии. Выбор числа опор. Другие способы компенсации реактивного момента несущего винта и обеспечения путевого управления вертолетов.

Тема 6. Проектирование шасси. (4 /- /- час.)

Выбор схемы шасси. Определение основных параметров и размеров шасси (база, колея, клиренс, противокапотажный и стояночный углы и т. п.). Уборка шасси. Определение параметров ползкового шасси. Посадочные устройства для посадки на воду.

Тема 7. Проектирование управления. (4 /- /- час.)

Выбор системы управления вертолетов различных схем. Размещение рычагов управления и агрегатов системы управления. Углы отклонения рычагов управления. Гидроусилители в системах управления и определение их характеристик. Выбор параметров автомата-перекоса и регулятора взмаха лопасти. Автоматические устройства, улучшающие характеристики управляемости и устойчивости.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (46 /14 /8 час.)

Занятие 1. Введение в проектирование вертолётов. (4 /- /- час.)

Решение задач по определению технического уровня конструкции вертолётов.

Занятие 2. Критерии оценки эффективности и оптимизации параметров вертолетов. . (4 /- /- час.)

Определение критериев оценки эффективности и оптимизации параметров вертолетов.

Занятие 3. Расчет массы вертолета. (6 /2 /2 час.)

Решение задач по определению массы вертолета.

Занятие 4. Выбор двигателя. (4 /2 /2 час.)

Решение задач по определению основных параметров двигателя

Занятие 5. Центровка вертолётa. (4 /2 /1 час.)

Решение задач по определению требуемого положения центра масс вертолётa на всех режимах полётa.

Занятие 6. Компоновка вертолета. (4 /2 /1 час.)

Построение эскиза компоновки вертолётa.

Занятие 7. Проектирование несущих винтов. (6 /4 /2 час.)

Решение задач по определению основных параметров несущих винтов вертолётa.

Занятие 8. Проектирование фюзеляжа, крыла и оперения. (6 /4 /- час.)

Решение задач по определению основных параметров фюзеляжа, крыла и оперения вертолётa.

Занятие 9. Проектирование трансмиссии. (4 /- /- час.)

Решение задач по определению основных параметров трансмиссии вертолѐта.

Занятие 10. Проектирование шасси. (4 /2 /- час.)

Решение задач по определению основных параметров шасси вертолѐта.

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Проектирование вертолѐтов» 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 студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	ПК-2: владение навыками	знает	УО-1	1-3

	получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем;	умеет	ПР-7	4-6
		владеет	ПР-2	1
2	ПК-3: способность освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций;	знает	УО-1	7-8
		умеет	ПР-7	9-11
		владеет	ПР-2	2
3	ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта;	знает	УО-1	12-13
		умеет	ПР-7	14-16
		владеет	ПР-2	3
4	ПК-5: готовность разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	знает	УО-1	17-19
		умеет	ПР-7	20-21
		владеет	ПР-2	4
5	ПК-8: наличие навыков в общении с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области Самолето- и вертолетостроения;	знает	УО-1	22-23
		умеет	ПР-7	24-27
		владеет	ПР-2	5
6	ПК-10: владение основами современного дизайна и эргономики;	знает	УО-1	28-30
		умеет	ПР-7	31-33
		владеет	ПР-2	6
7	ПК-20: готовность к	знает	УО-1	34-36

	участию в составлении отчетов по выполненному заданию;	умеет	ПР-7	37-40
		владеет	ПР-2	7
8	ПК-21: способность участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;	знает	УО-1	41-42
		умеет	ПР-7	43-45
		владеет	ПР-2	8-9
9	ПСК-2.1: способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения;	знает	УО-1	46-47
		умеет	ПР-7	48-49
		владеет	ПР-2	10
10	ПСК-2.4: способность и готовность к проведению проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета;	знает	УО-1	50-51
		умеет	ПР-7	52-53
		владеет	ПР-5	54

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Далин В.Н., Михеев С.В., Конструкция вертолетов – М.: МАИ, 2001.
2. Миль М.Л. и др. Вертолеты. Т.1 и Т.2, М., Машиностроение, 1967.
3. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. М., Машиностроение, 1976
4. Братухин И.П. Проектирование и конструкции вертолетов. М., Оборонгиз, 1955
5. Богданов Ю.С., Михеев Р.А., Скулков Д.Д. Конструкция вертолетов. М., Машиностроение, 1990
6. Богданов Ю.С. Анализ и выбор параметров вертолетов народнохозяйственного применения. М., МАИ, 1985

7. Егер С.М. и др. Проектирование самолетов. М., Машиностроение, 1983
8. Жустрин Г.К., Кронштадтов В.В. Весовые характеристики вертолетов и их предварительный расчет. М., Машиностроение, 1978
9. Акимов А.И., Берестов Л.М., Михеев Р.А. Летные испытания вертолетов. М., Машиностроение, 1980

Дополнительная литература.

1. Миль М. Л., Некрасов А.В., Браверман А.С., Гродко Л.Н., Лейканд М.А., Вертолеты. Расчет и проектирование. Т 2, Колебания и динамическая прочность. - М.: Машиностроение, 1966 – 1967.
2. Дмитриев И.С., Есаулов С.Ю., Системы управления одновинтовых вертолетов. - М.: Машиностроение, 1969.
3. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С., Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. - М.: Машиностроение, 1976.
4. Бехли Ю.Г., Масленников Н.М., Шальман Ю.И. Газотурбинные двигатели для вертолетов. М., Машиностроение. 1969
5. Шейнин В.И., Козловский В.И. Весовое проектирование и эффективность пассажирских самолетов. Т.1 и Т.2, М., Машиностроение, 1977
6. Серов И.А. Некоторые связи аэродинамических и транспортных характеристик вертолетов. Труды ЦАГИ, вып. 2159, 1982
7. Вильдгрубе Л.С. Вертолеты. Расчет интегральных аэродинамических характеристик и летно-технических данных. М., Машиностроение, 1977
8. Джонсон У. Теория вертолета. Т.1 и Т.2, Мир, 1983
9. Юрьев Б.Н. Аэродинамический расчет вертолетов. М., Оборонгиз, 1956
10. Саркисян С.А., Минаев Э.С. Экономическая оценка летательных аппаратов. М., Машиностроение, 1972
11. Громов Н.Н., Мухордых Е.В., Овруцкий Е.А. и др. Экономика воздушного транспорта. М., Транспорт. 1971

Нормативно-правовые материалы

1. 1. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации - Электронный ресурс – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/kind-doclist/62/Акты органов власти:1>
2. 2. Государственные стандарты Системы разработки и постановки продукции на производство [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/97/9786.shtml>
3. 3. Авиационные правила/ Авиационный регистр МАК – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://armak.mak-iac.org/registr/aviatsionnye-pravila/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Проектирование вертолётов» используются следующие информационные технологии и программные продукты:

- Интернет-технологии;
- справочные системы «Консультант Плюс» и «Гарант»;
- стандартный пакет офисных программ;
- система инженерного анализа NX Advanced Simulation;
- система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D.
- система прочностного анализа для КОМПАС 3D АРМ FEM.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудиторные занятия включают лекционные, практические и лабораторные занятия. На лекционных занятиях изучаются теоретические основы дисциплины. Практические занятия проводятся после теоретических занятий и предназначены для закрепления полученных знаний. Практические занятия по дисциплине «Проектирование вертолётов» проводятся в форме

решения задач по определению конструктивных параметров проектируемых авиационных конструкций, при выполнении практических задач обучающиеся могут пользоваться стандартными и специализированными программными продуктами. Практические и лабораторные работы могут проводиться в групповой форме. Если по теме дисциплины предусмотрено проведение нескольких занятий, то практические работы могут проводиться или после изучения всего лекционного материала, или его определенной 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 и лабораторных занятий предоставляются перед началом практических и лабораторных занятий. В ходе практических и лабораторных занятий преподаватель оказывает студентам помощь при решении задач.

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.

По дисциплине «Проектирование вертолётов» предусмотрено выполнение курсовой работы после изучения первой части дисциплины. В начале учебного семестра преподаватель выдаёт студентам задание для выполнения курсовой работы, устанавливает график выполнения работы и назначает время консультаций.

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, лабораторных занятий и выполнении обучающимися самостоятельной работы.

По завершению изучения дисциплины «Проектирование вертолётов» обучающиеся сдают экзамен. Экзамен сдаётся после изучения каждого раздела дисциплины. Преподаватель на первом занятии выдает вопросы к экзамену и типы практических задач, 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.

I. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Проведение занятий по дисциплине «Проектирование вертолётов» 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 «Проектирование вертолётов»
Специальность 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение
специализация «Вертолётостроение»
Форма подготовки очная/ заочная/ заочная(СПО)

Арсеньев
2018

1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя 7 семестра	Основные этапы и содержание процесса проектирования вертолета	10/41/44	Зачтено/не зачтено
2	8 неделя 7 семестра	Компоновка и выбор основных параметров вертолета	10/40/40	Зачтено/не зачтено
3	4 неделя 8 семестра	Проектирование частей вертолета	10/30/36	Зачтено/не зачтено
9	8 неделя 8 семестра	Выполнение курсовой работы	40/70/70	Защита курсовой работы

2. Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Курсовой проект по дисциплине Проектирование вертолётов.

Цель курсового проекта – более глубокое и детальное ознакомление студентов с особенностями конструкции вертолёт и овладение практическими приемами расчета на прочность элементов планера вертолёт.

Задание: Выбор и расчет летно-технических характеристик вертолетов различного назначения

Варианты:

1. Лёгкий вертолёт.
2. Средний вертолёт.
3. Тяжёлый вертолёт.
4. Скоростной вертолёт

Содержание

1. Разработка тактико-технических требований.
2. Расчет параметров вертолета.

- 2.1 Расчет массы полезного груза.
- 2.2 Расчет параметров несущего винта вертолета.
- 2.3 Относительные плотности воздуха на статическом и динамическом потолках
- 2.4 Расчет экономической скорости у земли и на динамическом потолке.
- 2.5 Расчет относительных значений максимальной и экономической скоростей горизонтального полета на динамическом потолке.
- 2.6 Расчет допускаемых отношений коэффициента тяги к заполнению несущего винта для максимальной скорости у земли и для экономической скорости на динамическом потолке.
- 2.7 Расчет коэффициентов тяги несущего винта у земли и на динамическом потолке
- 2.8 Расчет заполнения несущего винта.
- 2.9 Определение относительного увеличения тяги несущего винта для компенсации аэродинамического сопротивления фюзеляжа и горизонтального оперения.
- 3 Расчет мощности двигательной установки вертолета.
 - 3.1 Расчет мощности при висении на статическом потолке.
 - 3.2 Расчет удельной мощности в горизонтальном полете на максимальной скорости.
 - 3.3 Расчет удельной мощности в полете на динамическом потолке с экономической скоростью.
 - 3.4 Расчет удельной мощности в полете у земли на экономической скорости в случае отказа одного двигателя при взлете.
 - 3.5 Расчет удельных приведенных мощностей для различных случаев полета
 - 3.5.1 Расчет удельной приведенной мощности при висении на статическом потолке
 - 3.5.2 Расчет удельной приведенной мощности в горизонтальном полете на максимальной скорости.

3.5.3 Расчет удельной приведенной мощности в полете на динамическом потолке с экономической скоростью.

3.5.4 Расчет удельной приведенной мощности в полете у земли с экономической скоростью при отказе одного двигателя.

3.5.5 Расчет потребной мощности двигательной установки.

3.6 Выбор двигателей.

4 Расчет массы топлива.

4.1 Расчет крейсерской скорости второго приближения.

4.2 Расчет удельного расхода топлива.

4.3 Расчет массы топлива.

5 Определение массы узлов и агрегатов вертолета.

5.1 Расчет массы лопастей несущего винта.

5.2 Расчет массы втулки несущего винта.

5.3 Расчет массы системы бустерного управления.

5.4 Расчет массы системы ручного управления.

5.5 Расчет массы главного редуктора.

5.6 Расчет массы узлов привода рулевого винта.

5.7 Расчет массы и основных размеров рулевого винта.

5.8 Расчет массы двигательной установки вертолета.

5.9 Расчет массы фюзеляжа и оборудования вертолета.

5.10 Расчет взлетной массы вертолета второго приближения.

6 Описание компоновки вертолета.

Список литературы.

1. Разработка тактико-технических требований

1.1 Сбор статистического материала

Наметим пять однотипных вертолётов с проектируемым вертолётom и по каждому вертолёту составим краткое описание с указанием наиболее важных и оригинальных технических решений, использованных при его разработке. К описанию прилагаем три проекции вертолётa.

Таблица 1 – Основные характеристики вертолётov

№	Вертолёты	1	2	3	4	5	
1	Наименование вертолётa, фирма, страна, год выпуска						
2	Экипаж						
5	Диаметр несущего винта, м						
6	Максимальная взлётная масса, кг						
7	Масса пустого, кг						
8	Дальность полета, км						
9	Статический потолок, м						
10	Динамический потолок, м						
11	Максимальная скорость, км/ч						
12	Крейсерская скорость, км/ч						
13	Масса топлива, кг						
14	Мощность двигателей, кВт						

Из тактико-технических характеристик и схем прототипов определяем средние значения величин и получаем исходные данные для проектирования вертолета.

1.1.1

Год первого полета вертолѐта —

Вертолѐт ----- является самой популярной моделью (назначение) эксплуатируется в авиакомпаниях с -----г.

Авиастроительная компания ----- выпустила около -----вертолѐтов ----- всех модификаций, производство которых ----- Дальнейшим развитием вертолѐта -----

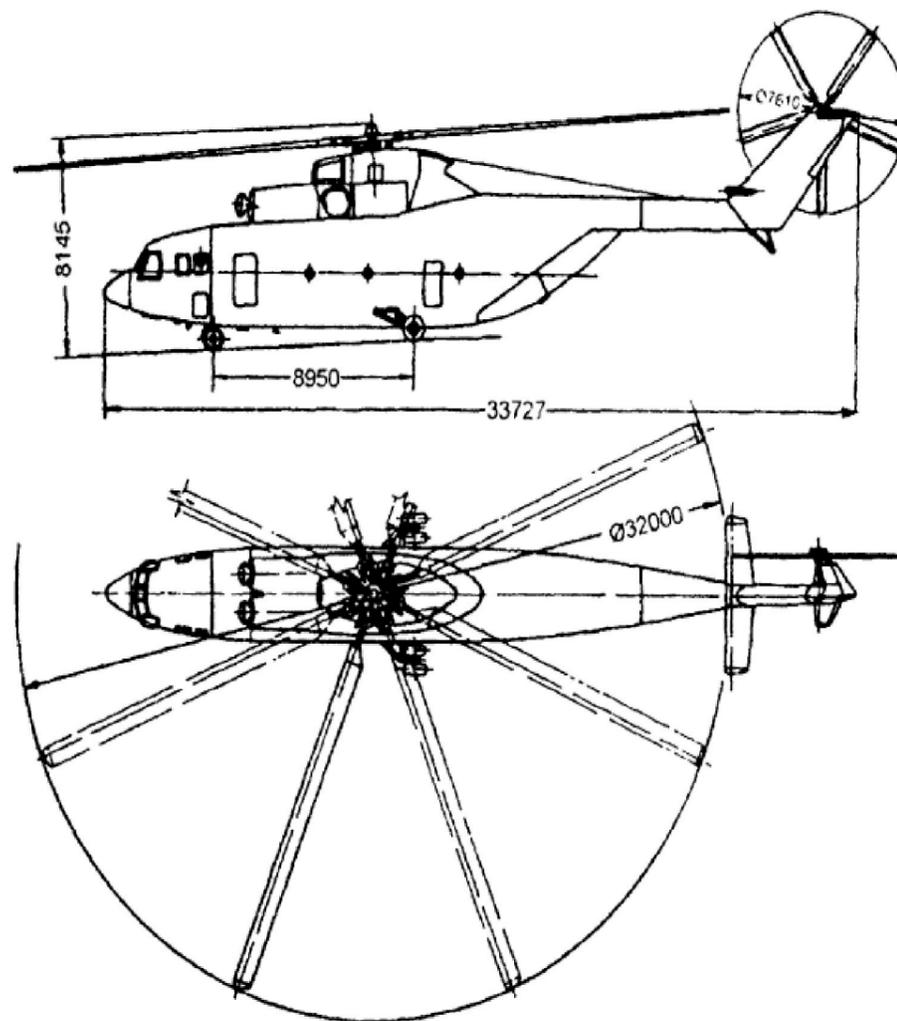


Рисунок 1 – Эскиз вертолѐта

Итак все пять прототипов

Список литературы

1. Проектирование вертолетов/ В.С. Кривцов, Л.И. Лосев, Я.С. Карпов. – Учебник. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 344с.
2. Богданов Ю. С. Конструкция вертолетов: учебник для авиационных техникумов / Ю. С. Богданов, Р. А. Михеев, Д. Д. Скулков. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.

3. Колганов И.М. Технология сборки самолетов: методические указания по проведению практических занятий. Часть 3 / Колганов И.М., Томов П.Б. – Ульяновск: УлГТУ, 1999. – 55 с.
4. Кривцов В.С. Проектирование вертолетов: учебник. / В.С. Кривцов, Л.И. Лосев, Я.С. Карпов. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 344 с.
5. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. М., Машиностроение, 1976
6. Братухин И.П. Проектирование и конструкции вертолетов. М., Оборонгиз, 1955
7. Жустрин Г.К., Кронштадтов В.В. Весовые характеристики вертолетов и их предварительный расчет. М., Машиностроение, 1978
8. Егер С.М. и др. Проектирование самолетов. М., Машиностроение, 1983



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ФИЛИАЛ ДВФУ В г. АРСЕНЬЕВЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Проектирование вертолётов»
Специальность 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение
специализация «Вертолётостроение»
Форма подготовки очная/ заочная /заочная(СПО)

Арсеньев
2018

**Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине
«Проектирование вертолётов»
(наименование дисциплины, вид практики)**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-2: владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем;	Знает	методы анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем
	Умеет	собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем
	Владеет	навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем
ПК-3: способность освоить и использовать передовой опыт авиационной техники в разработке авиационных конструкций;	Знает	передовой опыт авиационной техники в разработке авиационных конструкций
	Умеет	использовать передовой опыт авиационной техники в разработке авиационных конструкций
	Владеет	способностью освоить и использовать передовой опыт авиационной техники в разработке авиационных конструкций
ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта;	Знает	методы технического и технико-экономического обоснования принимаемых проектно-конструкторских решений
	Умеет	принимать экономически обоснованные проектно-конструкторские решения
	Владеет	методами технической экспертизы проекта
ПК-5: готовность разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Знает	основы системного подхода к проектированию авиационных конструкций
	Умеет	разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций
	Владеет	основами системного подхода к проектированию авиационных конструкций
ПК-8: наличие навыков в общении с	Знает	методы контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам,

нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области Самолето- и вертолетостроения;		техническим условиям и нормативным правовым актам в области самолето- и вертолетостроения
	Умеет	обращаться с нормативно-технической документацией в области самолето- и вертолетостроения
	Владеет	навыками в обращении с нормативно-технической документацией и м методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области самолето- и вертолетостроения
ПК-10: владение основами современного дизайна и эргономики;	Знает	основы современного дизайна и эргономики
	Умеет	применять современный дизайн и эргономику при проектировании ЛА
	Владеет	навыками применения современного дизайна и эргономику при проектировании ЛА
ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию;	Знает	структуру и содержание отчетов по выполняемым заданиям
	Умеет	составлять отчет по выполненному заданию
	Владеет	навыками участия в составлении отчетов по выполненному заданию
ПК-21: способность участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;	Знает	порядок внедрения результатов исследований и разработок
	Умеет	устанавливать последовательность внедрения результатов исследований и разработок
	Владеет	навыками участия во внедрении результатов исследований и разработок
ПСК-2.1: способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения;	Знает	конструкцию и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета
	Умеет	определять и проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета
	Владеет	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения
ПСК-2.4: способность и готовность к проведению проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и	Знает	методики проведения проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета
	Умеет	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета

экономики проектируемого вертолета;	Владеет	методиками проектировочных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемого вертолётa
-------------------------------------	---------	---

КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	ПК-2: владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем;	знает	УО-1	1-3
		умеет	ПР-7	4-6
		владеет	ПР-2	1
2	ПК-3: способность освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций;	знает	УО-1	7-8
		умеет	ПР-7	9-11
		владеет	ПР-2	2
3	ПК-4: способность выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта;	знает	УО-1	12-13
		умеет	ПР-7	14-16
		владеет	ПР-2	3
4	ПК-5: готовность разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	знает	УО-1	17-19
		умеет	ПР-7	20-21
		владеет	ПР-2	4
5	ПК-8: наличие навыков в общении с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия	знает	УО-1	22-23
		умеет	ПР-7	24-27
		владеет	ПР-2	5

	разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области Самолето- и вертолетостроения;			
6	ПК-10: владение основами современного дизайна и эргономики;	знает	УО-1	28-30
		умеет	ПР-7	31-33
		владеет	ПР-2	6
7	ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию;	знает	УО-1	34-36
		умеет	ПР-7	37-40
		владеет	ПР-2	7
8	ПК-21: способность участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;	знает	УО-1	41-42
		умеет	ПР-7	43-45
		владеет	ПР-2	8-9
9	ПСК-2.1: способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения;	знает	УО-1	46-47
		умеет	ПР-7	48-49
		владеет	ПР-2	10
10	ПСК-2.4: способность и готовность к проведению проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета;	знает	УО-1	50-51
		умеет	ПР-7	52-53
		владеет	ПР-5	54

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Конструирование агрегатов вертолѐта»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------	-------------------

<p>ПК-2: владение навыками получать, собирать, систематизировать и проводить анализ исходной информации для разработки проектов летательных аппаратов и их систем;</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Источники информации, используемой при разработке конструкций летательных аппаратов и их систем, а также методы анализа информации.</p>	<p>Знание источников информации необходимой при разработке вертолётов.</p>	<p>способность назвать источники информации, используемой при разработке вертолётов.</p>
			<p>Знание основных методов анализа информации, используемой при разработке вертолётов.</p>	<p>способность перечислить и раскрыть суть основных методов анализа информации, используемой при проектировании вертолётов.</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Находить, систематизировать и анализировать информацию необходимую для разработки конструкций вертолётов и их систем.</p>	<p>Умеет работать с печатными и электронными источниками информации, систематизировать и анализировать информацию для проектирования вертолётов.</p>	<p>способность работать с печатными и электронными источниками информации; способность осуществить анализ информации и сделать вывод.</p>

	владеет (высокий)	Инструментами и методами сбора, систематизации и анализа необходимой для разработки вертолётов и их систем информации.	Владение способностью работать с различными источниками информации, находить и анализировать для разработки вертолётов информацию.	способность найти в печатных и электронных базах данных информацию для решения поставленной задачи; способность проанализировать для целей проектирования вертолётов информацию.
ПК-3: способность освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций;	знает (пороговый уровень)	передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций	Знание передовых разработок, которые могут найти применение в конструкции вертолёта.	способность назвать передовые разработки, которые могут найти применение в конструкции вертолёта.
	умеет (продвинутый)	использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций	Умение найти применение передовым разработкам в авиастроении и смежных областях техники в создании авиационных конструкций.	способность применить передовые разработки в науки и техники при создании авиационных конструкций.
	владеет (высокий)	способностью освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработке авиационных конструкций	Владение способностью разработки конструкции вертолётов на базе передовых разработок в авиастроении и смежных областях науки и техники.	способность разработать конструкцию вертолётов с использованием передовых разработок в науки и техники.

ПК-4: способность выполнить техническое и техничко- экономическое обоснование принимаемых проектно- конструкторских решений, владением методами технической экспертизы проекта;	знает (порогов ый уровень)	основные пакеты прикладных программ для проведения расчетов по проектированию вертолётов; алгоритмах расчета летных, аэродинамических, объемно-весовых, конструктивно-силовых характеристик вертолёт различного целевого назначения и его частей; нормативной базе сертификации авиационной техники в РФ;	Знание основных пакетов прикладных программ для проектирования вертолётов	Способность применение пакетов прикладных программ для проектирования вертолётов
			Знание нормативной базы сертификации авиационной техники	Способность применения нормативной базы сертификации авиационной техники
	умеет (продвину тый)	выполнить техническое и техничко-экономическое обоснование типового элемента конструкции вертолёт; применять нормы сертификации к деятельности по разработке проектов авиационной техники; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;	Знание методик сравнительного экономического обоснования вариантов проектируемых типовых элементов вертолёт	Способность применять знания по экономическому обоснованию типового элемента конструкции вертолёт;
			Знание норм сертификации к проектированию авиационной техники, в частности проектирования вертолётов	Способность применять знания по сертификации проектирования авиационной техники
	владеет (высокий)	навыками технического и техничко-экономического обоснования типовых проектов; выполнить техническое и техничко-экономическое обоснование типового элемента конструкции вертолёт; применять нормы сертификации к деятельности по разработке проектов авиационной техники; проводить технические расчёты по типовым проектам, их техническую экспертизу;	Знание методик сравнительного экономического обоснования вариантов проектируемых типовых элементов вертолёт	Способность применять знания по экономическому обоснованию типового элемента конструкции вертолёт;
			Знание норм сертификации к проектированию авиационной техники, в частности проектирования вертолётов	Способность применять знания по сертификации проектирования авиационной техники
ПК-5: готовность разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;;	знает (порогов ый уровень)	Основы системного подхода к проектированию авиационных конструкций, последовательность работ при разработке конструкций вертолётов и их систем.	Знание порядка разработки конструкций вертолётов и их систем, в том числе и на основе системного подхода.	способность перечислить последовательность этапов разработки вертолётов и их систем, раскрыть содержание работ, выполняемых на каждом этапе; способность дать определение понятия «система», назвать свойства системы и принципы системного подхода в проектировании.

	умеет (продвинутый)	На основе системного подхода разрабатывать конструкции вертолѐтов и их систем.	Умение поставить цель, задачи, определить последовательность и содержание работ по проектированию вертолѐтов..	способность сформулировать задание по разработке агрегатов летательных аппаратов; способность определить вид работ, их последовательность, исполнителей при проектировании агрегатов вертолѐтов.
	владеет (высокий)	Инструментами и методами разработки конструкций вертолѐтов и их систем.	Владение принципами системного подхода в проектировании; владение способностью поставить цель и задачи конструкторской работы, выбрать методы и инструменты их достижения.	способность назвать принципы анализа системного подхода применительно к проектированию авиационных конструкций; способность поставить цель и задачи проектирования; способность выбирать методы и инструменты решения задач в проектировании авиационных конструкций.
ПК-8: наличие навыков в общении с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия	знает (пороговый уровень)	Нормативно-техническую документацию в сфере разработки конструкций вертолѐтов и их систем. Методы контроля разрабатываемой технической документации нормативным требованиям.	Знание требований нормативно-технической документации в области проектирования вертолѐтов и их систем, методы контроля разрабатываемой технической документации, установленным требованиям.	способность назвать виды нормативно-технической документации, регламентирующей проектирование вертолѐтов; способность назвать главные требования к конструкции вертолѐтов; способность перечислить и раскрыть содержание методов контроля соответствия конструкторской документации установленным требованиям.
	умеет (продвинутый)	Пользоваться нормативно-технической документацией при создании конструкторской технической документации, контролировать её соответствие нормативным документам.	Умение применять нормативную документацию при разработке конструкторской документации на агрегаты вертолѐтов.	способность применить нормативно-техническую документацию при оформлении конструкторской документации на агрегаты вертолѐтов;

				способность контролировать соответствие разработанной конструкторской документации установленным требованиям.
	владеет (высокий)	Способностью обращаться с нормативно-технической документацией при выполнении конструкторских работ, методами контроля технической документации требованиям нормативных документов.	Владение способностью обращения с нормативно-технической документацией при проектировании агрегатов вертолётов.	способность выполнять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями нормативно-технической документации области проектирования вертолётов.
ПК-10: владение основами современного дизайна и эргономики;	знает (пороговый уровень)	основы современного дизайна и эргономики	Знание средств компьютерной графики и геометрического моделирования авиационных конструкций с учетом основ современного дизайна и эргономики, а также их возможностей и сфер применения;	Способность перечислить основные средства компьютерной графики и геометрического моделирования авиационных конструкций с учетом основ современного дизайна и эргономики, а также их возможностей и сфер применения;
	умеет (продвинутый)	применять современный дизайн и эргономику при проектировании ЛА	Умение применять средства компьютерной графики в профессиональной деятельности для моделирования типовых авиационных конструкций;	Способность применять средства компьютерной графики в профессиональной деятельности для моделирования типовых авиационных конструкций;
	владеет (высокий)	навыками применения современного дизайна и эргономику при проектировании ЛА	Владение практическими навыками геометрического моделирования типовых авиационных конструкций с учетом современного дизайна и эргономики;	Способность производить геометрическое моделирование типовых авиационных конструкций с учетом современного дизайна и эргономики;

ПК-20: готовность к участию в составлении отчетов по выполненному заданию;	знает (пороговый уровень)	Основные методы и способы анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Знание основных методов и способов анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Способность перечислить основные методы и способы анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе
	умест (продвинутый)	Проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Умение проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе	Способность проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе
	владеет (высокий)	Навыками проведения анализа и обработки результатов выполненной работы, обобщением результатов работы с целью получения выводов о работе с учетом оценки погрешностей	Умением проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе с учетом оценки погрешностей	Навыками проводить анализ и обработку результатов выполненной работы, обобщение результатов работы с целью получения выводов о работе с учетом оценки погрешностей
ПК-21: способность участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;	знает (пороговый уровень)	порядок внедрения результатов исследований и разработок	Знание теоретических основ научного исследования; нормативные документы, стандарты, в т.ч. на оформление отчета по НИР и библиографического описания источников литературы; способов внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов в производство вертолетов;	Способность перечислить теоретические основы научного исследования; нормативные документы, стандарты, в т.ч. на оформление отчета по НИР и библиографического описания источников литературы; способов внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов в производство вертолетов;
	умеет (продвинутый)	устанавливать последовательность внедрения результатов исследований и разработок	Умение выбирать нормативные и методические материалы по внедрению результатов исследований и разработок; организовывать свой умственный	Способность применять нормативные и методические материалы по внедрению результатов исследований и разработок; организовывать свой

			труд; пользоваться различными источниками научно-технической информации; провести патентные исследования; применять методы математического планирования и моделирования для проведения исследовательских работ; уметь пользоваться методами оценки погрешностей современных приборов; делать выводы и формулировать рекомендации для практического использования результатов исследования;	умственный труд; пользоваться различными источниками научно-технической информации; провести патентные исследования; применять методы математического планирования и моделирования для проведения исследовательских работ; уметь пользоваться методами оценки погрешностей современных приборов; делать выводы и формулировать рекомендации для практического использования результатов исследования;
	владеет (высокий)	навыками участия во внедрении результатов исследований и разработок	Владение основными приемами обработки экспериментальных данных исследований и внедрения полученных результатов; навыками проведения экспериментальных исследований и обрабатывать их результаты с помощью ЭВМ;	Способность производить обработку экспериментальных данных исследований и внедрять полученные результаты; навыками проведения экспериментальных исследований и обрабатывать их результаты с помощью ЭВМ;
ПСК-2.1: способность и готовность участвовать в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения;	знает (пороговый уровень)	конструкцию и функциональное назначение отдельных агрегатов вертолета	Знание основных этапов проектирования вертолета в целом и отдельных его частей, основы инженерной и компьютерной графики; - алгоритмы расчета летных, аэродинамических, объемно-весовых, конструктивно-силовых характеристик вертолета различного целевого	Способность перечислить основные этапы проектирования вертолета в целом и отдельных его частей, основы инженерной и компьютерной графики; - алгоритмы расчета летных, аэродинамических, объемно-весовых, конструктивно-силовых характеристик вертолета различного целевого назначения и его частей; -

			назначения и его частей; - исходные данные и основные параметры для проектирования вертолета и его частей;	исходные данные и основные параметры для проектирования вертолета и его частей;
	умеет (продвинутый)	определять и проводить расчеты основных летно-технических характеристик вертолета	Умение применять информационные технологии для решения задач проектирования вертолета; произвести расчет летных, аэродинамических, объемно-весовых, конструктивно-силовых характеристик вертолета различного целевого назначения и его частей и выполнить техническое и технико-экономическое обоснование предлагаемой схемы, структуры и конструкции будущего вертолета и составляющих его элементов; выполнить конструктивно-компоновочную схему вертолета и его частей в соответствии с техническим заданием;	Способность применять информационные технологии для решения задач проектирования вертолета; произвести расчет летных, аэродинамических, объемно-весовых, конструктивно-силовых характеристик вертолета различного целевого назначения и его частей и выполнить техническое и технико-экономическое обоснование предлагаемой схемы, структуры и конструкции будущего вертолета и составляющих его элементов; выполнить конструктивно-компоновочную схему вертолета и его частей в соответствии с техническим заданием;
	владеет (высокий)	навыками участия в разработке проектов вертолетов различного целевого назначения	Владение основами автоматизированного проектирования и конструирования; навыками технического и технико-экономического обоснования проектируемой оптимальной схемы, структуры и конструкции будущего вертолета и составляющих его элементов; опытом выполнения аэродинамической,	Способность владеть основами автоматизированного проектирования и конструирования; навыками технического и технико-экономического обоснования проектируемой оптимальной схемы, структуры и конструкции будущего вертолета и составляющих его элементов; опытом выполнения

			объемно-весовой и конструктивно-силовой компоновки вертолета и его частей;	аэродинамической, объемно-весовой и конструктивно-силовой компоновки вертолета и его частей;
ПСК-2.4: способность и готовность к проведению проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета;	знает (пороговый уровень)	методики проведения проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	Знает основные законы аэродинамики и динамики полета вертолета; процесс формирования аэродинамического облика вертолета; основы механики полета вертолета, силы и моменты, действующие на вертолет при его движении, условия его балансировки, условия обеспечения требуемого уровня его маневренности, методы исследования устойчивости и управляемости вертолета и их улучшение с помощью автоматических систем;	Способность применять знания основ механики полета вертолета для решения практических задач динамики полета вертолета на основе современных методов расчета и эксперимента; учитывать требования законов динамики полета при разработке и эксплуатации вертолетной техники; понимать физическую суть и методы оценки основных летных ограничений летательных аппаратов, их зависимость от различных эксплуатационных факторов и конструктивно-компоновочных особенностей летательных аппаратов;
	умеет (продвинутой)	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета	Умеет разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций с учетом решения проблем динамики полета; анализировать влияние требований динамики полета на параметры и конструкцию летательного аппарата, его систем	Способность разрабатывать проекты вертолетов различного целевого назначения с учетом задач динамики полета; проводить проектные расчеты динамики полета вертолета; практически работать на персональном компьютере решая задачи моделирования динамики полета летательного аппарата, используя системные и

			и подсистем, особенности их технической и летной эксплуатации;	прикладные программные средства; составлять алгоритмы решаемых прикладных задач динамики полета и осуществлять их реализацию на персональном компьютере;
	владеет (высокий)	методиками проектных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемого вертолёт	Владеет основами построения, законами управления, принципами действия и влияния на динамику полета летательного аппарата основных автоматических систем (подсистем) управления движением вертолёт, его стабилизации, систем улучшения устойчивости и управляемости, предотвращения выхода на критические режимы полета или вывода из них.	Способность выполнять расчет балансировки вертолёт, расчет кинематических параметров движения вертолёт, расчет потребных отклонений органов управления вертолёт, расчет эффективности управления вертолёт использовать методы исследования устойчивости движения вертолёт, методы выбора параметров вертолёт, обеспечивающих эффективность управления вертолёт.

Вопросы к зачету / экзамену

1. Современное состояние мирового парка военных и гражданских вертолетов
2. Современное состояние и перспективы развития парка гражданских вертолетов России. Основные области и интенсивность использования российских гражданских вертолетов.
3. Современные серийно выпускаемые российские вертолеты и программы разработки перспективных вертолетов в России
4. Современные серийно выпускаемые и перспективные гражданские винтокрылые летательные аппараты, разработанные фирмами США.
5. Современные серийно выпускаемые и перспективные военные винтокрылые летательные аппараты, разработанные фирмами США.

6. Современные серийно выпускаемые и перспективные гражданские винтокрылые летательные аппараты, разработанные фирмами Западной Европы.
7. Современные серийно выпускаемые и перспективные военные винтокрылые летательные аппараты, разработанные фирмами Западной Европы.
8. Содержание, цель и задачи процесса проектирования вертолетов. Основные этапы проектирования и решаемые на них задачи.
9. Методы проектирования вертолетов
10. Методологические основы проектирования вертолетов
11. Технические и летно-эксплуатационные требования к вертолетам различного назначения. Технические задания и тактико-технические требования.
12. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов (АП-29 и АП-27).
13. Классификация критериев эффективности вертолетов. Критерии функциональной и эксплуатационной эффективности.
14. Критерии эффективности транспортных вертолетов
15. Существующие схемы вертолетов и их сравнительный анализ
16. Одновинтовая схема. Основные типы рулевых устройств. Достоинства и недостатки. Примеры вертолетов, построенных по одновинтовой схеме.
17. Соосная схема. Достоинства и недостатки. Примеры вертолетов, построенных по соосной схеме.
18. Продольная схема. Достоинства и недостатки. Примеры вертолетов, построенных по продольной схеме.
19. Поперечная схема. Достоинства и недостатки. Примеры вертолетов, построенных по поперечной схеме.
20. Схема с перекрещивающимися винтами (синхроптер). Достоинства и недостатки. Примеры вертолетов, построенных по схеме синхроптер.
21. Многовинтовые схемы. Достоинства и недостатки. Примеры вертолетов, построенных по многовинтовой схеме.

22. Винтокрылы. Достоинства и недостатки. Основные схемы винтокрылов и их сравнительный анализ. Перспективы развития винтокрылов.
23. Конвертопланы. Достоинства и недостатки. Основные схемы винтокрылых конвертопланов и их сравнительный анализ. Перспективы развития конвертопланов.
24. Формула для определения взлетного веса вертолета в режиме висения с учетом потерь на обдувку планера струей, отбрасываемой несущим винтом (с выводом). Учет потерь мощности на пылефильтр двигателя.
25. Формула для вычисления коэффициента используемой мощности (с выводом)
26. Аэродинамическое качество и пропульсивный коэффициент несущего винта
27. Формула для вычисления мощности, потребной для работы несущего винта на заданном режиме, через качество несущего винта и пропульсивный коэффициент несущего винта (с выводом).
28. Приближенные формулы для определения часового и удельного расхода топлива двигателя в зависимости от его текущей мощности (с выводом)
29. Формула для определения коэффициента эффективности использования топлива (с выводом). Физический смысл этого коэффициента.
30. Формула для определения запаса топлива при заданной дальности горизонтального полета (с выводом)
31. Диаграмма «Груз по дальности». Основные параметры, влияющие на положение крайних точек этой диаграммы.
32. Классификация массы вертолета. Уравнение баланса масс. Весовая отдача.
33. Определение предварительной взлетной массы вертолета
34. Метод расчета масс основных агрегатов и систем вертолета. Определяющие параметры и коэффициенты массы в весовых формулах. Весовая сводка.

35. Расчет массы лопастей несущего и рулевого винтов. Определяющие параметры и основные типы конструкции лопастей винтов, по которым разделяются коэффициенты массы лопастей.
36. Расчет массы втулок несущих винтов. Определяющие параметры и основные типы конструкции втулок несущих винтов, по которым разделяются коэффициенты массы втулок.
37. Расчет массы главных редукторов вертолетов. Определяющие параметры для определения массы главного редуктора.
38. Расчет массы двигателей и относящихся к ним элементов конструкции вертолета. Определяющие параметры для определения массы двигателей и относящихся к ним элементов конструкции.
39. Определяющие параметры, применяемые в формулах определения массы для каждой составляющей группы «планер».
40. Расчет массы системы электроснабжения вертолета. Определение электрической мощности для каждой из основных групп потребителей электроэнергии.
41. Аэродинамическая компоновка вертолета. Взаимное расположение несущего и рулевого винтов. Взаимное расположение рулевого винта и киля. Взаимное расположение несущих винтов двухвинтовых вертолетов. Размещение крыла. Размещение стабилизатора и киля. Выбор внешних форм фюзеляжа.
42. Конструктивно-силовая и объемно-весовая компоновка вертолета. Размещение экипажа, пассажиров и грузов. Размещение двигателей. Размещение колесного шасси. Размещение ползкового шасси.
43. Центровка вертолета. Центровочная ведомость вертолета.
44. Эксплуатационные расходы вертолета. Структура себестоимости летного часа вертолета. Приближенная формула для определения прямых эксплуатационных затрат.
45. Ограничения при проектировании вертолетов. Ограничения по средней удельной нагрузке на площадь, ометаемую несущим винтом.

46. Ограничения при проектировании вертолетов. Ограничение по срыву потока.
47. Ограничения при проектировании вертолетов. Ограничение по мощности, передаваемой коническими парами шестерен главного редуктора.
48. Ограничения при проектировании вертолетов. Ограничение по величине статического прогиба лопасти несущего винта.
49. Основные параметры вертолета. Взаимосвязь основных параметров.
50. Прямая и обратная задачи проектирования.
51. Определение удельной нагрузки на ометаемую площадь несущего винта.
52. Определение окружной скорости несущего винта.
53. Определение коэффициента заполнения несущего винта.
54. Определение потребной энерговооруженности вертолета. Выбор двигателя.

**Примерное содержание методических рекомендаций,
определяющих процедуры оценивания результатов освоения
дисциплины «Проектирование вертолётов»**

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Проектирование вертолётов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Рекомендуются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- опрос на практических занятиях;
- защита индивидуальных расчетно-проектировочных работ;
- защита курсовых работ;
- проверка контрольных работ с разбором на консультации и практических занятиях нерешенных примеров и задач и типичных ошибок.