Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.11.2026 11:57:59
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bfdf9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической деятельности
_____Ю.А. Устименко
«10» сентября 2026 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.01.02 Конструкция систем механического оборудования

Направление подготовки: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Направленность (профиль): Конструкция, технология эксплуатации и ремонта авиационной техники

Форма обучения: очная
Курс – 3
Семестр – 5
Всего зачетных единиц – 5; часов – 180
Форма аттестации – зачет

Смоленск
2026

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Конструкция систем механического оборудованияотносится к части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины (модули) по выбору), учебного плана образовательной программы по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Данная дисциплина направлена на формирование у обучающихся компетенций, позволяющих понимать принципы работы, конструктивные особенности и методы расчета систем механического оборудования, применяемых в авиационной отрасли. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с различными типами насосов, компрессоров, двигателей, редукторов и других механических устройств, а также с методами их проектирования, эксплуатации и обслуживания.

Дисциплина «Конструкция систем механического оборудования» изучается в 5, семестре и базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов». Дисциплина «Конструкция систем механического оборудования» является обеспечивающей при прохождении практик: «Производственно-конструкторская практика (в том числе НИР)», «Преддипломная практика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции	Индикаторы достижения
ПК – 1 Способен организовывать и выполнять процессы технического обслуживания и ремонта планера, систем и двигателей летательных аппаратов в соответствии с требованиями нормативно-технической и эксплуатационной документации для обеспечения заданного уровня надежности и безопасности полетов	Знать: требования Воздушного кодекса, федеральных авиационных правил (ФАП) и руководящих документов, регламентирующих техническое обслуживание и ремонт авиационной техники; юридическую ответственность (гражданскую, административную, уголовную) за нарушение правил полетов и эксплуатации воздушных судов; устройство, принципы работы и технические характеристики планера, функциональных систем и двигателей обслуживаемых летательных аппаратов; структуру и правила ведения руководств по технической эксплуатации (РТЭ), регламентов ТО, технологических указаний и карт неисправностей; основы теории надежности авиационной техники, методы контроля технического состояния, а также факторы, влияющие на безопасность полетов Уметь: находить, анализировать и правильно применять актуальные нормы воздушного права при решении практических задач; планировать распределение ресурсов, расставлять исполнителей и координировать работу технического персонала при выполнении различных видов регламентных работ; безошибочно находить, читать и применять технологические карты, схемы и инструкции в процессе обслуживания и ремонта; выявлять отказы и неисправности планера, систем и двигателей с использованием встроенных средств контроля и наземной диагностической аппаратуры; оценивать соответствие выполненных ремонтных и регулировочных работ установленным техническим допускам и нормам. Владеть: методами правовой оценки производственных

	ситуаций, связанных с организацией и выполнением технического обслуживания и ремонта планера, систем и двигателей летательных аппаратов; методами сборки-разборки, регулировки, дефектации и устранения неисправностей на узлах планера, системах и двигателях; навыками работы со специализированным контрольно-измерительным оборудованием, стандартным и нестандартным авиационным инструментом; технологиями предотвращения повреждений авиатехники посторонними предметами (FOD) и способами минимизации человеческого фактора; навыками документального оформления выполненных работ, ведения пономерной документации (формуляров, паспортов) и работы в цифровых системах управления ТОиР (MRO).
ПК – 2 Способен применять знания конструкции, физических принципов работы бортовых систем и авиадвигателей, а также методов инженерной графики и САПР для разработки технологических процессов ремонта, оценки технического состояния и восстановления исправности авиационной техники	Знать: физические принципы работы, устройство и технические характеристики бортовых систем и авиадвигателей различных типов; инженерную графику и САПР: стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), правила выполнения технических чертежей и возможности современных систем автоматизированного проектирования (например, Компас-3D, AutoCAD, SolidWorks); методы оценки технического состояния, физико-химические основы износа деталей, а также технологии восстановления исправности авиационной техники; принципы разработки технологических процессов ремонта и правила оформления технологической документации (ЕСТД); принципы построения и функционирования системы автоматического управления авиационным двигателем; принципы построения и структуру систем генерирования и распределения электроэнергии (СГРЭ) переменного (115/200 В, 400 Гц) и постоянного (28 В) тока, устройство и работу основных источников тока, принципы защиты и управления электросистемами, схемы распределения и резервирования электроэнергии, правила электробезопасности, защиты от статического электричества и молниезащиты воздушных судов. Уметь: разрабатывать последовательность технологических операций по ремонту, сборке, разборке и регулировке узлов авиатехники; применять САПР для создания 3D-моделей, разработки конструкторско-технологической документации и проведения инженерных расчетов; проводить дефектацию деталей, оценивать степень их износа и определять пригодность к дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления; обосновывать выбор методов ремонта и восстановления деталей, исходя из условий работы узлов и действующих на них нагрузок; контролировать параметры и оценивать техническое состояние системы автоматического управления; читать и анализировать принципиальные, фидерные и монтажные электросхемы воздушных судов, выполнять дефектацию и поиск неисправностей в

	электрических цепях (обрывы, короткие замыкания, ухудшение изоляции) с использованием контрольно-измерительной аппаратуры. Владеть: навыками твердотельного моделирования, разработки сборочных чертежей и составления спецификаций в автоматизированных системах; методами и практическими приемами восстановления исправности деталей (сварка, наплавка, напыление, механическая и термическая обработка); навыками применения средств неразрушающего контроля (ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный) и измерительного инструмента; навыком разработки карт технологических процессов, маршрутных карт и другой ремонтной документации в соответствии со стандартами; навыками анализировать нештатные ситуации и отказы систем автоматики; навыками работы с авиационным измерительным оборудованием, технологией ремонта и монтажа электропроводки ВС, методами бортовой диагностики.
ПК – 3 Способен применять методы технической диагностики, неразрушающего контроля и теории надежности для локализации отказов и неисправностей авиационной техники, проведения процедур поиска неисправностей (Troubleshooting) и анализа причин инцидентов	Знать: теоретические основы надежности авиационной техники, классификацию отказов, закономерности износа, а также физические принципы и методы технической диагностики; принципы работы, физические основы, области применения и ограничения основных методов НК (магнитный, капиллярный, вихретоковый, ультразвуковой, радиографический, визуально-оптический); алгоритмы и стандарты поиска неисправностей, структуру и правила использования руководств по поиску неисправностей (TSM — Troubleshooting Manual / AWM — Fault Isolation Manual); процедуры анализа инцидентов: нормативно-правовую базу, методы установления причинно-следственных связей авиационных событий, а также подходы к анализу полетной информации (параметрических и речевых самописцев); основные физико-химические законы, экологические нормы и стандарты безопасности для контроля качества, подбора, хранения и рационального использования горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей в авиационной технике. Уметь: оценивать летно-технические характеристики, аэродинамическое качество, устойчивость и управляемость воздушных судов в процессе эксплуатации, а также анализировать влияние технического состояния планера на безопасность полетов; анализировать симптомы неисправностей, сопоставлять их с показаниями бортовых систем контроля и строить логические деревья поиска корневой причины (Root Cause Analysis); подбирать оптимальный метод неразрушающего контроля для конкретной детали или узла планера/двигателя, настраивать аппаратуру и правильно интерпретировать результаты контроля; читать диагностические схемы, логические карты поиска неисправностей и сопутствующие руководства разработчиков авиационной техники; интерпретировать экспресс-анализы полетной информации, результаты лабораторных

	исследований ГСМ (наличие стружки в масле) и выявлять предотказные состояния систем; осуществлять технический контроль состояния систем ВС, заправляемых ГСМ, организовывать процессы заправки, консервации, расконсервации авиатехники, а также анализировать причины отказов узлов и агрегатов, связанных с качеством применяемых химмотологических продуктов. Владеть: практическими навыками работы с дефектоскопами, эндоскопами, тепловизорами и другими техническими средствами контроля состояния авиационной техники; отработанными навыками пошагового выполнения процедур изоляции и устранения отказов в условиях ограниченного времени (на перроне или в ангаре) без необоснованной замены исправных блоков; навыками расследования отказов, классификации их причин (технический фактор, ошибка ТО, скрытый дефект) и составления технических актов (отчетов) по результатам анализа; навыками работы с программным обеспечением для расшифровки черных ящиков, бортовыми системами централизованного обслуживания (CMC/CMS) и базами данных по надежности; навыками анализа влияние ГСМ на надежность авиатехники и безопасность полетов.
ПК – 4 Способен руководствоваться основами воздушного права, требованиями летной годности, стандартами сертификации и процедурами обеспечения качества при ведении пономерной и учетно-отчетной технической документации в авиапредприятиях (организациях по техническому обслуживанию и ремонту).	Знать: основы международного (ИКАО) и национального воздушного законодательства (Воздушный кодекс РФ, Федеральные авиационные правила, включая ФАП-285, ФАП-21 и др.); требования к поддержанию летной годности (ПЛГ) гражданских воздушных судов и процедуры сертификации авиационной техники, разработчиков и организаций по техническому обслуживанию и ремонту; принципы функционирования системы управления качеством в авиапредприятиях, стандарты контроля качества, методы проведения внутренних аудитов и управления рисками; структуру, виды и правила оформления документации (формуляры, паспорта, летные книжки) и учетно-отчетных документов (справки о техническом состоянии, производственные журналы, акты выполненных работ). Уметь: соотносить производственные процессы организации по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) с актуальными требованиями воздушного законодательства и директивами летной годности (AD/ДЛГ); безошибочно заполнять, актуализировать и закрывать пономерные и учетные документы как в бумажном, так и в электронном виде по результатам выполнения ТОиР; готовить рабочие места, инструменты и документацию к проверкам качества, выявлять и фиксировать несоответствия технологических процессов установленным стандартам; проверять легальность происхождения, сроки службы и ресурсы (жизненный цикл) устанавливаемых на воздушное судно компонентов и запасных частей. Владеть: практическими методами оформления паспортов и формуляров авиационной техники, учета наработки, замен агрегатов и устранения дефектов; навыками участия в

	процедурах обеспечения и контроля качества (Quality Assurance / Quality Control) на авиапредприятии в соответствии с руководствами по качеству (МОЕ/РД); опытом работы в специализированных информационных системах (MRO/MIS, таких как AMOS, BRAVO, Малахит или аналогичных программных комплексах) для учета компонентов, планирования ТО и ведения электронных записей; навыками мониторинга, оценки и внедрения обязательных указаний уполномоченных органов в области гражданской авиации по поддержанию летной годности.

3. Содержание дисциплины

Введение в системы механического оборудования летательных аппаратов (ЛА). Классификация и назначение систем механического оборудования ЛА. Обзор основных компонентов и их функций. Требования к системам механического оборудования ЛА (надежность, безопасность, вес, габариты, экономичность). Перспективы развития систем механического оборудования.

Насосы в авиационных системах. Типы насосов, применяемых в авиации (центробежные, шестеренчатые, плунжерные и др.). Принципы работы, характеристики и области применения различных типов насосов. Расчет основных параметров насосов для авиационных систем (производительность, напор, мощность). Конструктивные особенности насосов, применяемых в ЛА.

Компрессоры в авиационных системах. Типы компрессоров, используемых в авиации (осевые, центробежные, винтовые и др.). Принципы работы, характеристики и области применения различных типов компрессоров. Расчет основных параметров компрессоров для авиационных систем (производительность, степень сжатия, мощность). Конструктивные особенности компрессоров, применяемых в ЛА.

Двигатели в авиационных системах. Обзор различных типов двигателей, применяемых в авиации (поршневые, турбореактивные, турбовинтовые и др.). Принципы работы, характеристики и области применения различных типов двигателей. Особенности применения двигателей в системах механического оборудования ЛА.

Редукторы и передачи в авиационных системах. Типы редукторов и передач, используемых в авиации (цилиндрические, конические, червячные и др.). Принципы работы, характеристики и области применения различных типов редукторов и передач. Расчет основных параметров редукторов и передач для авиационных систем (передаточное отношение, мощность, КПД). Конструктивные особенности редукторов и передач, применяемых в ЛА.

Гидравлические системы ЛА. Назначение и классификация гидравлических систем ЛА. Компоненты гидравлических систем (насосы, гидроцилиндры, гидрораспределители, гидроаккумуляторы и др.). Расчет параметров гидравлических систем. Особенности проектирования и эксплуатации гидравлических систем ЛА.

Системы управления ЛА. Механические, гидравлические и электрогидравлические системы управления ЛА. Принципы работы и характеристики систем управления. Особенности проектирования и эксплуатации систем управления ЛА.

Системы кондиционирования воздуха ЛА. Назначение и принципы работы систем кондиционирования воздуха ЛА. Компоненты систем кондиционирования воздуха (компрессоры, теплообменники, турбохолодильники и др.). Расчет параметров систем кондиционирования воздуха. Особенности проектирования и эксплуатации систем кондиционирования воздуха ЛА.

Системы топливопитания ЛА. Назначение и принципы работы систем топливопитания ЛА. Компоненты систем топливопитания (топливные баки, насосы,

фильтры, регуляторы давления и др.). Расчет параметров систем топливопитания. Особенности проектирования и эксплуатации систем топливопитания ЛА.

Техническое обслуживание и ремонт систем механического оборудования ЛА. Виды технического обслуживания и ремонта систем механического оборудования. Методы диагностики и контроля состояния систем механического оборудования. Организация технического обслуживания и ремонта на авиационных предприятиях.

Надежность и безопасность систем механического оборудования ЛА. Анализ надежности и безопасности систем механического оборудования. Методы повышения надежности и безопасности систем механического оборудования. Требования к системам механического оборудования по обеспечению безопасности полетов.

4. Тематический план и виды образовательной деятельности

№ п/п	Темы лекционных занятий / практических занятий / лабораторных работ/ самостоятельной работы студента	Формы занятий				
		Всего часов	Практические занятия	Лабораторные работы	Лекционные занятия	Самостоятельная работа
9 семестр						
1.	Введение в системы механического оборудования летательных аппаратов (ЛА)	12	2	-	2	8
2.	Насосы в авиационных системах	14	4	-	2	8
3.	Компрессоры в авиационных системах	16	4	-	4	8
4.	Двигатели в авиационных системах	16	4	-	4	8
5.	Редукторы и передачи в авиационных системах	18	6	-	4	8
6.	Гидравлические системы ЛА	18	6	-	4	8
7.	Системы управления ЛА	18	6	-	4	8
8.	Системы кондиционирования воздуха ЛА	18	6	-	4	8
9.	Системы топливопитания ЛА	18	6	-	4	8
10.	Техническое обслуживание и ремонт систем механического оборудования ЛА	16	6	-	2	8
11.	Надежность и безопасность систем механического оборудования ЛА	16	4	-	2	10
Итого по дисциплине		**180**	**54**	**-**	**36**	**90**

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (перечень)

Уровень и качество знаний обучающихся по дисциплине «Конструкция систем механического оборудования» оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает устные опросы, решение задач на практических занятиях, а также проверку самостоятельной работы. Устный опрос проводится на занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, изученного самостоятельно и в рамках лекций. Решение задач на занятиях позволяет оценить способность студента применять теоретические знания для решения конкретных инженерных задач.

Задача 1. Гидравлический расчет систем привода механического оборудования

Дано:

В процессе выпуска основных стоек шасси магистрального самолета гидроцилиндр привода должен развивать на штоке потребное тянущее усилие Fпот=120кН=120000Н для преодоления веса стойки и скоростного напора воздуха. Выпуск осуществляется за счет подачи рабочей жидкости под давлением в штоковую полость цилиндра. Диаметр поршня гидроцилиндра составляет: D=110мм=0,11м. Диаметр штока поршня составляет: d

=50мм=0,05м. Рабочее давление в основной гидросистеме самолета равно: pраб=21МПа=21×106Па. Гидравлический КПД цилиндра (с учетом трения уплотнений) составляет: ηг=0,92.

Задание:

1. Рассчитать эффективную рабочую площадь штоковой полости гидроцилиндра (Sшт).
2. Определить фактическое усилие на штоке (Fфакт), развиваемое гидроцилиндром при номинальном рабочем давлении.
3. Сделать инженерный вывод: обеспечивает ли основная гидросистема необходимый запас по усилию для безопасного выпуска шасси?

2. Ситуационно-диагностическая задача

Ситуация. При заходе на посадку экипаж самолета перевел рукоятку управления закрылками в положение «Взлетно-посадочное (Выпущено полностью, 35°)». На комплексном индикаторе систем в кабине загорелся желтый текстовый транспарант «РАСХОЖДЕНИЕ ЗАКРЫЛКОВ» (FLAPS ASYMMETRY), а процесс выпуска механизации автоматически заблокировался на промежуточном угле 15°. Посадка была успешно совершена на промежуточном угле закрылков.

Вопросы и задания

1.Физическая сущность дефекта: какая именно опасная ситуация возникла в механической системе крыла (трансмиссии) и к каким аэродинамическим последствиям для самолета она могла привести, если бы автоматика не заблокировала привод?
2.Принцип работы какого узла/датчика механической системы обеспечивает выявление данного отказа и выдачу команды на экстренное торможение трансмиссии?
3. Какие регламентные проверки и осмотры механического оборудования крыла должен выполнить инженерно-технический состав АТБ на земле для локализации неисправности?

Задача 3. Прочностной расчет элементов механических систем

Дано:

Управление закрылками самолета осуществляется посредством центрального двухканального гидромотора и раздаточных трансмиссионных валов. При экстренном выпуске закрылков на максимальной скорости полета крутящий момент, передаваемый по стальному валу трансмиссии, достигает величины Mкр=450Н·м. Вал выполнен полым (трубчатым) с наружным диаметром D=40мм и внутренним диаметром d=34мм. Допускаемое напряжение материала вала (хромансилевая сталь) на кручение (сдвиг) составляет: $[\tau]$=180МПа=180×106Па.

Задание:

1. Вычислить полярный момент сопротивления (Wp) полого круглого сечения трансмиссионного вала.
2. Рассчитать максимальные фактические касательные напряжения кручения (τmax), возникающие в опасном сечении вала при максимальном моменте.
3. Проверить выполнение условия прочности вала ($\tau max \leq [\tau]$).

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к аудиторным занятиям, решение задач, изучение дополнительной литературы, а также выполнение индивидуальных заданий. В качестве самостоятельной работы студентам предлагаются задачи для самостоятельного решения. Решение задач предназначено для проверки студентов на предмет освоения теоретического и практического материала и проводится после изучения основных тем.

Промежуточная аттестация по итогам изучения дисциплины проводится в форме зачета. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены все предшествующие формы контроля. Зачет позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1 Основная литература

1. *Епифанцев, Ю. А.* Эксплуатация и организация ремонтов металлургического оборудования : учебник для вузов / Ю. А. Епифанцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 160 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13806-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567656
2. *Колошкина, И. Е.* Автоматизация проектирования технологической документации : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14010-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567543
3. *Вульфсон, И. И.* Динамика машин. Колебания : учебник для вузов / И. И. Вульфсон. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 275 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04587-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/562696
4. Резание материалов. Режущий инструмент : учебник для вузов — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 582 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18875-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/555004

6.2 Дополнительная литература

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 704 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16051-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/580730
2. Атрошенко, Ю. К. Метрология, стандартизация и сертификация. Практический курс : учебник для вузов / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Кравченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 174 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18039-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/561413

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Система дистанционного обучения СмолГУ (moodle.smolgu.ru).
2. Национальный открытый университет (intuit.ru).
3. Научная библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (www.lib.msu.su/index.html).
4. Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета (www.lib.pu.ru).
5. Российская Государственная Библиотека (www.rsl.ru).
6. Научная электронная библиотека (elibrary.ru).

7. Материально - техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, в том числе:

- компьютерный студенческий стол (15 шт.);
- компьютерный стол
преподавателя (1 шт.);
- монитор Acer (16 шт.);
- системный блок Kraftway (16 шт.);
- принтер Canon (1 шт.);
- проектор InFokus (1 шт.);
- интерактивная доска сенсорная SMART Board (1 шт.);
- доска настенная трехэлементная (1 шт.)
-образцы авиационной техники;
-наглядные стенды деталей и узлов.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, в том числе: компьютеры (12 шт.); компьютерный студенческий стол (12 шт.); стол и стул для преподавателя (по 1 шт.); доска настенная трехэлементная (1 шт.).

8. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», а также доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.