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.04 Горюче-смазочные материалы

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

Форма обучения: очная
Курс – 4
Семестр – 7
Всего зачетных единиц – 2; часов – 72
Форма аттестации – зачет

Смоленск
2026

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.04 Горюче-смазочные материалы относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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 физико-химические свойства, классификацию и эксплуатационные характеристики авиационных топлив, масел, смазок и специальных жидкостей. В процессе изучения курса студенты овладевают методами контроля качества нефтепродуктов, а также способами предотвращения их деградации при хранении, транспортировке и заправке воздушных судов. Особое внимание уделяется влиянию фракционного и химического состава горюче-смазочных материалов (ГСМ) на надежность работы узлов трения планера, топливных систем и газотурбинных двигателей. Полученные знания позволяют будущим инженерам квалифицированно выявлять причины отказов авиатехники, связанные с применением некондиционных продуктов, и обеспечивать строгое соблюдение требований экологической безопасности. Таким образом, дисциплина закладывает необходимую теоретическую и прикладную базу для эффективного управления процессами химмотологии в рамках инженерно-авиационного обеспечения полетов.

Дисциплина «Горюче-смазочные материалы» содержательно базируется на фундаментальных знаниях, полученных студентами при изучении курсов «Химия», «Общая физика» и «Гидравлика». В свою очередь, формируемые компетенции являются обеспечивающими для успешного освоения последующих профильных дисциплин профессионального цикла, таких как «Общая теория авиационных двигателей», «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» и «Система управления безопасностью полетов». Кроме того, глубокое понимание эксплуатационных ограничений ГСМ и регламентов заправки бортовых систем необходимо студентам для прохождения производственной (эксплуатационной) практики и выполнения технологических разделов выпускной квалификационной работы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции	Индикаторы достижения
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: 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: 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: навыками анализа влияние ГСМ на надежность авиатехники и безопасность полетов.

3. Содержание дисциплины

Введение в химмотологию. Нефть как сырье для авиационных ГСМ. Основы химмотологии авиационных ГСМ. Предмет и задачи дисциплины. Роль горюче-смазочных материалов в обеспечении надежности авиатехники и безопасности полетов. Факторы, определяющие эксплуатационные требования к ГСМ. Состав и переработка нефти. Фракционный и химический состав нефти (алканы, циклоалканы, арены). Основные технологические процессы получения авиационных топлив и масел: прямая перегонка, крекинг, риформинг, гидроочистка.

Авиационные топлива для реактивных и поршневых двигателей. Топлива для авиационных газотурбинных двигателей (ГТД). Марки авиационных керосинов (ТС-1, РТ, Jet A-1). Физико-химические свойства, эксплуатационные свойства. Авиационные бензины. Марки бензинов (Б-91/115, 100LL). Детонационная стойкость, октановое и сортное число. Давление насыщенных паров, стабильность фракционного состава и теплота сгорания. Применение присадок (тетраэтилсвинец). Специфические проблемы применения топлив в эксплуатации. Процессы смоло- и нагарообразования в камерах сгорания. Наличие воды в топливе: растворенная и свободная вода, кристаллообразование на больших высотах. Назначение и применение противоводокристаллических присадок (жидкости И, И-М). Биоповреждения топлив и меры борьбы с микроорганизмами в баках.

Авиационные смазочные материалы (масла и смазки). Авиационные масла для газотурбинных двигателей. Условия работы масел в ГТД (высокие температуры в опорах турбины, термические нагрузки). Минеральные (МС-8П) и синтетические (ИПМ-10, Mobil Jet Oil II) масла. Вязкостно-температурные свойства, индекс вязкости. Термоокислительная стабильность, испаряемость и косообразование. Масла для поршневых двигателей и вертолетных трансмиссий. Особенности смазки поршневых двигателей (масла МС-20). Требования к трансмиссионным маслам, противоизносные и противозадирные свойства. Пластичные (консистентные) смазки. Состав пластичных смазок (жидкая основа, загуститель, присадки). Классификация и марки авиационных смазок (ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-221, НК-50, ЭРА). Температура каплепадения, пенетрация, коллоидная стабильность. Область применения в узлах трения планера, подшипниках шасси и механизации.

Специальные жидкости авиационного назначения. Авиационные гидравлические жидкости. Условия работы в гидросистемах ВС при экстремальных температурах и давлениях. Жидкости на нефтяной основе (АМГ-10) и синтетические негорючие жидкости на основе эфиров фосфорной кислоты (НГЖ-5У, Skydrol). Сдвиговая стабильность, температура вспышки, токсичность. Влияние загрязненности жидкостей на надежность гидроагрегатов. Противообледенительные и амортизационные жидкости. Состав и свойства жидкостей для наземной противообледенительной обработки ВС (тип I, II, IV) и бортовых ПОС (арктика, этиленгликоль). Жидкости для амортизационных стоек шасси (стеол-М).

Контроль качества ГСМ и заправка воздушных судов. Организация контроля качества ГСМ на авиапредприятиях. Входной, приемно-сдаточный, контрольный и аэродромный контроль качества. Паспортизация ГСМ. Определение плотности, вязкости, содержания механических примесей и свободной воды в аэродромных условиях. Приборы контроля качества. Технология заправки ВС и экологическая безопасность. Оборудование службы ГСМ аэропорта (топливозаправщики, системы централизованной заправки). Порядок подготовки ВС к заправке, заземление, дренаж. Меры безопасности при работе с токсичными ГСМ (НГЖ, авиабензины). Сбор, регенерация и утилизация отработанных нефтепродуктов. Охрана окружающей среды.

4. Тематический план и виды образовательной деятельности

№ п/п	Наименование разделов и тем лекционных, лабораторных, практических занятий и СРС	Всего часов	Лекции (ч)	Лабораторные работы (ч)	Практические занятия (ч)	Самостоятельная работа (ч)

1	РАЗДЕЛ 1. Введение в химмотологию. Состав и переработка нефти	7	4	0	0	3
1.1	Предмет и задачи авиационной химмотологии. Роль ГСМ в обеспечении исправности авиатехники. Фракционный и химический состав нефти.	4	2			2
1.2	Технологические процессы получения авиационных топлив и масел (прямая перегонка, крекинг, риформинг, гидроочистка).	3	2			1
2	РАЗДЕЛ 2. Авиационные топлива для реактивных и поршневых двигателей	23	8	2	4	9
2.1	Топлива для авиационных ГТД (ТС-1, РТ, Jet A-1) и поршневых двигателей (100LL). Физико-химические и детонационные свойства.	5	2			3
2.2	Процессы смоло-, нагарообразования. Кристаллизация воды в топливе на высотах, применение противоводокристаллических присадок (жидкость И) и биоповреждения баков.	10	4	2	2	2
2.3	Расчет изменения плотности, теплоты сгорания авиатоплива от температуры и оценка влияния фракционного состава на запуск двигателя.	8	2		2	4
3	РАЗДЕЛ 3. Авиационные смазочные материалы (масла и смазки)	19	6	2	4	7
3.1	Минеральные и синтетические масла для авиационных ГТД и редукторов. Вязкостно-температурные свойства, термоокислительная стабильность.	5	2			3
3.2	Пластичные (консистентные) смазки (ЦИАТИМ-201, ЭРА, НК-50) для узлов трения планера, подшипников шасси и механизации крыла.	6	2	2		2
3.3	Расчет вязкостных характеристик авиамасел при экстремальных температурах, подбор пластичных смазок по температуре каплепадения и пенетрации.	8	2		2	2
4	РАЗДЕЛ 4. Специальные жидкости авиационного назначения	11	2	0	2	7
4.1	Авиационные гидравлические жидкости (АМГ-10, НГЖ-5У/Skydrol), амортизационные (стеол-М) и противообледенительные жидкости для наземной обработки ВС.	3	2			1
4.2	Расчет объемного расширения и вязкости гидрожидкостей, оценка рисков применения некондиционных противообледенительных составов.	8			2	6
5	РАЗДЕЛ 5. Контроль качества ГСМ и технология заправки ВС	12	4	2	2	4
5.1	Организация контроля качества ГСМ	6	2	2		2

	(входной, аэродромный). Паспортизация. Определение плотности, вязкости, содержания механических примесей и свободной воды.					
5.2	Технология заправки ВС топливозаправщиками (ТЗ) и централизованными системами (ЦЗС). Меры безопасности при работе с токсичными ГСМ. Охрана окружающей среды.	6	2		2	2
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ:	**72**	**24**	**6**	**12**	**30**

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

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Текущий контроль успеваемости включает устные опросы, тесты, защиту практических работ.

1. Пример тестового задания

1. Какая присадка (жидкость И или И-М) в обязательном порядке добавляется в авиационное топливо (керосин) перед заправкой воздушных судов гражданской авиации и какова её главная функция?

а) Антиокислительная присадка; для предотвращения смолообразования при повышенных температурах.

б) Противоводокристаллическая присадка; для предотвращения замерзания растворенной в топливе воды и забивания топливных фильтров кристаллами льда на больших высотах.

в) Антистатическая присадка; для снижения наэлектризованности керосина при заправке под давлением.

г) Противоизносная присадка; для улучшения смазывающих свойств сухих гидроочищенных топлив.

2. К какому типу относятся авиационные гидравлические жидкости марок НГЖ-5У и Skydrol, активно применяемые в гидросистемах современных магистральных пассажирских ВС?

а) Минеральные жидкости на нефтяной основе.

б) Синтетические негорючие жидкости на основе эфиров фосфорной кислоты .

в) Водно-гликолевые смеси с антикоррозионными добавками.

г) Кремнийорганические (силиконовые) термостабильные масла.

3. Какое свойство пластичной (консистентной) авиационной смазки (например, ЦИАТИМ-201 или НК-50) характеризует температуру, при которой происходит переход смазки из мазеобразного состояния в жидкое капельное?

а) Пенетрация.

б) Температура каплепадения.

в) Коллоидная стабильность.

г) Кинематическая вязкость основы.

2. Расчетно-аналитическая задача

Дано:

Аэродромная служба ГСМ произвела налив авиационного керосина марки ТС-1 в топливозаправщик (ТЗ) объемом $V1$=40м при утренней температуре воздуха $t1$=+15∘. Согласно паспорту качества, плотность керосина при базовой температуре +15∘С составляет $\rho 15$=780кг/м3. К моменту заправки воздушного судна днем температура воздуха и топлива в цистерне поднялась до $t2$=+35∘. *Средний температурный*

коэффициент объемного расширения авиационных керосинов составляет βV=0,001 К−1, а средняя температурная поправка к плотности на один градус составляет γ=0,00072 г/(см3·∘С).

Задание:

1. Рассчитать фактическую плотность авиатоплива ($\rho 2$) при дневной температуре +35∘С.
2. Определить новый объем керосина ($V2$) в цистерне топливозаправщика после его температурного расширения.
3. Сделать инженерный вывод: изменилась ли при этом суммарная масса заправляемого в баки ВС топлива и почему при заправке современных самолетов бортовые системы ведут расчет расхода в единицах массы (кг, т), а не объема (литры, м3)?

3. Кейс-задание

Ситуация. При выполнении аэродромного контроля качества топлива перед заправкой пассажирского самолета авиатехник произвел слив отстоя керосина из нижних точек бака топливозаправщика в стеклянную банку. При визуальном осмотре пробы на свет инженер обнаружил, что топливо прозрачное, без осадка, механические примеси отсутствуют, однако на самом дне банки четко отделилась небольшая прозрачная линза посторонней жидкости, а сама проба имеет легкое помутнение при встряхивании. Температура воздуха на перроне составляет −5∘С.

Вопросы и задания

1. Присутствие какого постороннего компонента в авиатопливе вызвало образование линзы на дне пробоотборника и легкое помутнение керосина?
2. Каковы физические причины выпадения этого компонента в осадок и в чем заключается критическая опасность заправки самолета таким топливом в условиях отрицательных температур?
3. Напишите алгоритм действий авиатехника в данной ситуации.

4. Лабораторная работа № 3

Тема: *«Технология проведения аэродромного контроля качества авиационных топлив и определение их плотности и содержания свободной воды».*

Цель работы**:** освоение практических методов экспресс-контроля качества авиационных горюче-смазочных материалов в аэродромных условиях, получение навыков работы с химмотологическими приборами и оформления паспортов заправки ВС.

Задачи:

1. Изучить правила и точки отбора проб авиатоплива из топливозаправщиков (ТЗ) и систем централизованной заправки (ЦЗС);
2. Провести визуальную оценку пробы керосина на прозрачность, отсутствие механических примесей и следов помутнения;
3. Выполнить инструментальное измерение плотности и температуры авиационного керосина марки ТС-1 (или РТ) с помощью нефтеденсиметра (ареометра) и пересчитать полученные данные к стандартным условиям (+15°С);
4. Провести качественный экспресс-анализ на наличие микропримесей свободной и эмульсионной воды в топливе с помощью индикаторов качества типа «ПОЗ-7» (или аналогичных тест-систем).

Оборудование и материалы: стеклянные цилиндры для ареометров, набор авиационных денсиметров для легких нефтепродуктов (АНТ-1 или АНТ-2), термометры, прибор контроля чистоты топлива ПОЗ-7 с комплектом индикаторных бумаг (с химреагентом, меняющим цвет при контакте с водой), пробы авиационного керосина ТС-1 (кондиционная и искусственно обводненная).

Форма отчетности: Лабораторный протокол (акт контроля качества), содержащий результаты измерений плотности, расчетные формулы приведения плотности к базовой температуре, описание цвета индикаторной бумаги после теста ПОЗ-7 и итоговое инженерное заключение о допуске данной партии топлива к заправке в баки ВС.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

1. Каким образом и по какой формуле производится приведение плотности авиационного керосина, измеренной при произвольной температуре на перроне, к стандартной температуре +15°C?
2. Каков принцип работы прибора ПОЗ-7 для определения свободной воды в топливе и какое изменение индикатора свидетельствует о некондиционности керосина?
3. В чем заключается разница между растворенной и свободной (эмульсионной) водой в авиационном керосине с точки зрения прохождения контроля качества и опасности для ГТД?

Самостоятельная работа студентов способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня. Основными видами самостоятельной образовательной деятельности студентов являются: предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал; самостоятельная работа при прослушивании лекций, осмысление учебной информации, сообщаемой преподавателем, ее обобщение и краткая запись, а также своевременная доработка конспектов лекций; выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций; подготовка к лабораторным занятиям, проверочным работам, практическим занятиям, зачету; выполнение собственных научных исследований, участие в научных исследованиях, проводимых в масштабе кафедры, факультета; систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации.

Промежуточная аттестация по итогам изучения дисциплины проводится в форме зачета в 7 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены все предшествующие формы контроля. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1 Основная литература

1. Щукин, П. О. Химмотология : учебник и практикум для вузов / П. О. Щукин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 312 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16210-3.
2. Никифоров, В. Н. Топливо и смазочные материалы : учебник и практикум для вузов / В. Н. Никифоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 245 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14902-9.
3. Мороз, С. М. Методология исследований в технической эксплуатации машин : учебник для вузов / С. М. Мороз. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19462-3.
4. Кондратьев, В. В. Химия органических соединений и нефтепродуктов : учебное пособие для вузов / В. В. Кондратьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 134 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11024-1.

6.2 Дополнительная литература

1. Пискунов, В. А. Авиационная химмотология : учебное пособие для вузов / В. А. Пискунов, В. Н. Зрелов. — Москва : Издательство МАИ, 2004. — 328 с.

2. Коваленко, В. П. Загрязнения и очистка авиационных горюче-смазочных материалов / В. П. Коваленко, В. Е. Турчанинов. — Москва : Транспорт, 1990. — 288 с.
3. Яновский, Л. С. Химмотология горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей для авиационной техники : учебное пособие / Л. С. Яновский [и др.]. — Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2017. — 344 с.
4. Организация топливообеспечения на авиапредприятиях гражданской авиации : учебно-методическое пособие / сост. А. А. Савелов. — Москва : ИД Академии Жуковского, 2021. — 48 с.
5. ГОСТ 10227-2013. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия. — Введ. 2014-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2014.
6. ГОСТ 8313-88. Этилцеллозольв технический. Технические условия. — Введ. 1990-01-01. — Москва : Издательство стандартов, 1989.
7. ГОСТ Р 52906-2008. Заправка авиационным топливом гражданских воздушных судов. Общие требования. — Введ. 2009-01-01. — Москва : Стандартинформ, 2008.
8. ГОСТ 6457-76. Масло моторное МС-20. Технические условия. — Введ. 1977-01-01. — Москва : Издательство стандартов, 1976.
9. ГОСТ 6267-74. Смазка ЦИАТИМ-201. Технические условия. — Введ. 1975-01-01. — Москва : Издательство стандартов, 1974.

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru).
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru)
3. Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация) (https://favt.gov.ru)
4. ФГУП «ГосНИИ ГА» (Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации) (gosniiga.ru)
5. Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина (gubkin.ru)
6. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) (rst.gov.ru)
7. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Техэксперт» (cntd.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:

- стандартная учебная мебель (50 посадочных мест);
- стол и стул для преподавателя (по 1 шт.);
- стол лабораторный для химических исследований – 5шт.;
- вытяжка – 1шт.;
- доска ученическая – 2 шт.;
- потенциометр pH – 340 – 1 шт.;
- весы лабораторные ВЛТЭ – 500 – 1шт.;
- весы тензометрические ВТ – 300 – 1шт.;
- pH-метр карманный – 1 шт.;
- pH-метр 150М – 1 шт.

Озонатор – 2 шт.;

- колба Вюрца, 50 мл. – 10 шт.;
- колба Вюрца, 250 мл. – 11 шт.;
- электрическая плитка – 5 шт.;
- водяная баня – 2 шт.;
- аппарат Киппа – 16 шт.;
- сушильный шкаф – 2 шт.;
- штатив для пробирок шестиугольный – 16 шт.;
- штатив для пробирок прямоугольный – 5 шт.;
- штатив для пробирок демонстрационный – 1 шт.;
- штатив Верховского – 19 шт.;
- прибор Черняка – 12 шт.;
- выпрямитель тока – 1 шт.;
- реохордный мост Р38 – 3 шт.;
- ЛАТР лабораторный – 4 шт.;
- прибор для работы с галогенами – 4 шт.;
- прибор для получения кислорода – 12 шт.;
- весы с гирями учебные ВГУ-1 – 5 шт.;
- термометр Бэкмана – 3 шт.;
- набор ареометров АОН-1 – 3 шт.;
- термометр – 6 шт.;
- газометр – 10 шт.;
- склянка Тищенко – 6 шт.;
- эксикатор – 1 шт.
- химическая посуда и реактивы

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.