Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТОПЛИВА И СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):
к.т.н., доцент /А.В. Колунин/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н. /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 11
3.4.1. Семинарские/практические занятия 11
3.4.2. Лабораторные занятия 12
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 13
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 13
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 13
4.2. Основная литература 14
4.3. Дополнительная литература 14
4.4. Электронные образовательные ресурсы 14
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 14
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 14
5. Материально-техническое обеспечение 15
6. Методические рекомендации 16
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 16
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 17
7. Фонд оценочных средств 17
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 17
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 21
7.3 Оценочные средства 28

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системы теоретических знаний и практических навыков в области химического состава, физико-химических свойств, технологий получения и применения топлив и смазочных материалов, а также понимания их влияния на рабочие процессы, эксплуатационные характеристики, экономичность и экологические показатели поршневых двигателей и турбомашин на третьем этапе сквозного проектирования «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация».

Задачами дисциплины являются:

- изучение классификации, химического состава, способов получения и основных физико-химических свойств нефтяных и альтернативных топлив, применяемых в энергетических установках;
- освоение методик оценки влияния свойств топлив на процессы смесеобразования, воспламенения и сгорания в поршневых двигателях и камерах сгорания турбомашин;
- формирование навыков расчёта термохимических характеристик процессов горения (теплоты сгорания, стехиометрического соотношения, состава продуктов сгорания);
- изучение классификации, состава, свойств и механизмов действия моторных, трансмиссионных и индустриальных масел, пластичных смазок и специальных жидкостей;
- приобретение навыков выбора марок топлив и смазочных материалов для различных типов двигателей и условий эксплуатации с учётом требований стандартов и рекомендаций производителей;
- освоение методов контроля качества и диагностики состояния топлив и масел в процессе эксплуатации;
- формирование понимания влияния применяемых топлив и масел на экологические показатели двигателей, включая образование токсичных компонентов в отработавших газах и методы их нейтрализации.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	**ИОПК-5.1.** Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Формирующая. Дисциплина обеспечивает знания о физико-химических свойствах топлив (бензинов, дизельных, газовых, альтернативных) и смазочных материалов (моторных, трансмиссионных, пластичных смазок), их влиянии на рабочий процесс, износ, экономические и экологические показатели двигателей. В ходе лабораторных работ студенты осваивают методы определения октанового и цетанового чисел, фракционного состава, вязкости, низкотемпературных свойств, содержания серы и фактических смол. На практических занятиях формируются навыки выбора моторного масла по классификациям SAE, API, ACEA, расчёта индекса вязкости, оценки эффективности присадок, а также расчёта состава охлаждающих жидкостей. Полученные знания и навыки позволяют учитывать свойства эксплуатационных материалов при расчётах параметров и режимов энергетических установок на этапах разработки, проектирования и испытаний (ИОПК-5.1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Топлива и смазочные материалы энергетических установок»** относится к **обязательной части блока Б.1** учебного плана (код дисциплины: Б1.1.18) и изучается в **3-м и 4-м семестрах**.

Данная дисциплина обеспечивает **третий этап сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация»**, создавая базу для понимания физико-химических процессов горения и трения, а также для обоснованного выбора эксплуатационных материалов при проектировании и испытаниях двигателей.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Химия** (школьный курс, а также дисциплина «Органическая химия» (Б1.1.10, 1 семестр): знание основ органической химии, строения углеводородов и химических реакций необходимо для понимания состава и свойств топлив и масел.
- **Физика** (школьный курс, а также дисциплина «Физика» (Б1.1.26.3, 2-3 семестры): понимание физических свойств жидкостей и газов (вязкость, плотность, поверхностное натяжение) необходимо для изучения процессов распыливания и смазки.
- **Термодинамика** (Б1.1.17, 3 семестр), изучаемая параллельно, даёт понимание тепловых процессов, необходимых для анализа процессов горения.
- **Теоретические основы поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.1.11, 1 семестр) и **Конструкция поршневых двигателей** (Б1.2.2, 2 семестр): понимание принципов работы двигателей необходимо для осознания роли топлив и масел в обеспечении работоспособности.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы, обеспечивая последующие этапы сквозного проекта:

- **Теория рабочих процессов поршневых двигателей** (Б1.1.20, 4 семестр): использует данные о свойствах топлив для расчёта процессов сгорания (III этап).
- **Вычислительная гидрогазодинамика в проектировании и верификации двигателей** (Б1.1.19, 4-5 семестры): требует знания свойств топлив и продуктов сгорания для моделирования процессов в камере сгорания (III этап).
- **Системы поршневых двигателей** (Б1.2.5, 5 семестр): включает изучение топливных систем и систем смазки (III этап).
- **Агрегаты наддува** (Б1.2.7, 6 семестр): требует понимания влияния свойств топлива на параметры наддува и организацию рабочего процесса.
- **Экология и токсичность поршневых двигателей** (Б1.2.17, 7 семестр): непосредственно базируется на знании состава топлив и механизмов образования токсичных компонентов (IV этап).
- **Методы испытаний поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.2.14, 7 семестр): включает экспериментальную оценку влияния топлив и масел на характеристики двигателя (IV этап).
- **Диагностика и техническая эксплуатация поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.2.18, 8 семестр): включает методы контроля состояния масел и диагностику по их составу (V этап).
- **Системы газобаллонного оборудования двигателей** (Б1.2.24, 8 семестр) и **Комбинированные энергетические установки** (Б1.2.20, 8 семестр): расширяют знания на область альтернативных топлив и комбинированных энергоустановок (V этап).
- Все последующие дисциплины, связанные с эксплуатацией, диагностикой и испытаниями двигателей, а также подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6 зачетных единицы (216 часов)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов		Семестры
			3	4
1	Аудиторные занятия	108	54	54
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	36	18	18
1.3	Лабораторные занятия	36	18	18
2	Самостоятельная работа	108	54	54
3	Промежуточная аттестация			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Зачет	Экзамен
	Итого	**216**	**108**	**108**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Семестр 3	**Основы нефтепереработки и топлива для ДВС**						
1	Тема 1. Введение. Происхождение и состав нефти	16	6	2	2	2	10
2	Тема 2. Технологии переработки нефти	18	8	2	2	4	10
3	Тема 3. Топлива для двигателей с искровым зажиганием	20	10	4	2	4	10

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
4	Тема 4. Дизельные топлива	20	10	4	2	4	10
5	Тема 5. Показатели качества топлив и методы их определения	18	8	2	4	2	10
6	Тема 6. Присадки к топливам и их назначение	10	6	2	2	2	4
7	Тема 7. Экологические аспекты применения топлив	6	6	2	4	–	–
	Итого за 3 семестр	**108**	**54**	**18**	**18**	**18**	**54**
Семестр 4	**Смазочные материалы и специальные жидкости**						
8	Тема 8. Основы трибологии. Смазочные материалы	16	8	2	2	4	8
9	Тема 9. Моторные масла: классификация, свойства, требования	20	10	4	2	4	10
10	Тема 10. Трансмиссионные и индустриальные масла	14	8	2	2	4	6
11	Тема 11. Пластичные смазочные материалы	14	8	2	2	4	6

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
12	Тема 12. Изменение свойств масел в эксплуатации и их диагностика	14	8	2	4	2	6
13	Тема 13. Охлаждающие жидкости	8	4	2	–	2	4
14	Тема 14. Тормозные, амортизаторные и гидравлические жидкости	8	4	2	–	2	4
15	Тема 15. Классификация и маркировка топлив и масел (отечественные и зарубежные стандарты)	14	4	2	6	–	10
	Итого за 4 семестр	**108**	**54**	**18**	**18**	**18**	**54**
	ИТОГО по дисциплине	**216**	**108**	**36**	**36**	**36**	**108**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 3. Основы нефтепереработки и топлива для ДВС

Тема 1. Введение. Происхождение и состав нефти

Роль топлив и смазочных материалов в жизненном цикле двигателя. Химмотология как наука. Происхождение нефти, гипотезы образования. Элементный и фракционный состав нефти. Групповой химический состав: алканы (парафины), циклоалканы (нафтены), арены (ароматические углеводороды), алкены (олефины), алкадиены. Влияние химического состава на свойства нефтепродуктов. Нефтяные газы. Физико-химические свойства нефти (плотность, вязкость, температура застывания и др.). Сернистые, смолистые и другие соединения в нефти. Классификация нефтей.

Тема 2. Технологии переработки нефти

Подготовка нефти к переработке: обессоливание, обезвоживание, стабилизация. Первичная перегонка нефти (прямая гонка). Атмосферная и вакуумная перегонка. Получаемые фракции: газовый бензин, бензин, лигроин, керосин, газойль, мазут, гудрон. Вторичные процессы переработки: термический крекинг, каталитический крекинг, гидрокрекинг, каталитический

риформинг. Назначение процессов, их влияние на качество топлив. Получение высокооктановых компонентов: алкилирование, изомеризация, полимеризация. Производство газообразных топлив. Компаундирование (смешение) компонентов для получения товарных топлив.

Тема 3. Топлива для двигателей с искровым зажиганием

Требования к бензинам. Испаряемость бензинов: фракционный состав, давление насыщенных паров. Влияние фракционного состава на пусковые свойства, приёмистость, расход топлива, износ двигателя. Детонационная стойкость бензинов: октановое число, моторный и исследовательский методы определения. Чувствительность бензина. Способы повышения октанового числа: применение высокооктановых компонентов, антидетонационных присадок (этилирование, ММА, ферроцен). Химическая стабильность бензинов, склонность к смолообразованию. Коррозионная активность бензинов. Низкотемпературные свойства. Экологические требования к бензинам (евростандарты). Маркировка бензинов по ГОСТ 32513-2013.

Тема 4. Дизельные топлива

Особенности рабочего процесса дизеля и требования к топливу. Воспламеняемость дизельных топлив: цетановое число, цетановый индекс. Влияние цетанового числа на жёсткость работы дизеля, пусковые свойства, дымность. Испаряемость дизельных топлив: фракционный состав, температура вспышки. Вязкостно-температурные свойства: вязкость кинематическая, предельная температура фильтруемости, температура помутнения, температура застывания. Низкотемпературные свойства и их обеспечение (депрессорные присадки). Содержание серы и её влияние на износ и экологию. Смазывающая способность дизельных топлив. Коксуемость, зольность, содержание механических примесей и воды. Маркировка дизельных топлив по ГОСТ 32511-2013 (ЕН 590:2009).

Тема 5. Показатели качества топлив и методы их определения

Методы определения фракционного состава (ГОСТ 2177-99). Определение давления насыщенных паров (ГОСТ 1756-2000). Определение октанового числа (ГОСТ 8226-2015, ГОСТ 32339-2013). Определение цетанового числа (ГОСТ 3122-67, ГОСТ EN 5165-2011). Определение вязкости (ГОСТ 33-2000). Определение низкотемпературных свойств (ГОСТ 5066-91, ГОСТ 20287-91, ГОСТ 22254-92). Определение содержания серы (ГОСТ Р 51947-2002, ГОСТ 32139-2013). Определение кислотности и щелочности. Определение фактических смол (ГОСТ 1567-97, ГОСТ 8489-85). Определение зольности (ГОСТ 1461-75). Определение температуры вспышки (ГОСТ 6356-75). Определение плотности (ГОСТ 3900-85). Лабораторные методы и автоматизированные анализаторы.

Тема 6. Присадки к топливам и их назначение

Классификация присадок. Антидетонационные присадки. Цетаноповышающие присадки. Моющие присадки для бензиновых и дизельных двигателей. Антиокислительные присадки. Антикоррозионные присадки. Депрессорные (диспергирующие) присадки для дизельных топлив. Противоизносные присадки. Деэмульгаторы. Антистатические присадки. Красители и одоранты. Механизм действия, эффективность, экологические аспекты применения присадок.

Тема 7. Экологические аспекты применения топлив

Влияние химического состава топлив на образование токсичных компонентов в отработавших газах. Сера в топливе и её влияние на системы нейтрализации. Бензол и ароматические углеводороды. Требования европейских стандартов (Евро) и технического регламента Таможенного союза. Экологические классы топлив. Моторные топлива с улучшенными экологическими свойствами (реформулированные бензины, «чистые» дизельные топлива). Влияние качества топлив на выбросы парниковых газов. Экономия топлива как фактор снижения экологической нагрузки.

Семестр 4. Смазочные материалы и специальные жидкости

Тема 8. Основы трибологии. Смазочные материалы

Трение: виды (жидкостное, граничное, смешанное), законы трения. Износ: виды (абразивный, адгезионный, усталостный, коррозионно-механический). Смазка как способ снижения трения и износа. Классификация смазочных материалов (жидкие, пластичные, твёрдые). Основные

функции смазочных материалов в двигателе. Состав и получение минеральных масел (селективная очистка, депарафинизация, гидроочистка). Синтетические и полусинтетические масла: преимущества, области применения.

Тема 9. Моторные масла: классификация, свойства, требования

Условия работы моторных масел в двигателях. Эксплуатационно-технические требования к моторным маслам. Вязкостно-температурные свойства: вязкость кинематическая, индекс вязкости, динамическая вязкость при низких температурах (CCS, MRV). Влияние вязкости на пуск, прокачиваемость, износ, расход топлива. Моющие, диспергирующие и нейтрализующие свойства. Термоокислительная стабильность. Противоизносные и противозадирные свойства. Антикоррозионные свойства. Совместимость с материалами уплотнений. Пенообразование. Зольность. Присадки к моторным маслам (вязкостные, моющие, диспергирующие, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные, антипенные). Классификации моторных масел: SAE (по вязкости), API (по эксплуатационным свойствам для бензиновых и дизельных двигателей), ACEA (европейская классификация). Отечественная классификация по ГОСТ 17479.1-2015.

Тема 10. Трансмиссионные и индустриальные масла

Условия работы трансмиссионных масел. Требования к трансмиссионным маслам. Вязкостно-температурные свойства. Противозадирные, противоизносные и антипиттинговые свойства. Антикоррозионные свойства. Совместимость с материалами уплотнений. Присадки к трансмиссионным маслам. Классификации трансмиссионных масел: SAE (по вязкости), API (GL-1...GL-6), ГОСТ 17479.2-2015. Маркировка и применение. Индустриальные масла: назначение, классификация, основные требования.

Тема 11. Пластичные смазочные материалы

Общие сведения о пластичных смазках. Состав: масляная основа, загуститель, присадки, наполнители. Классификация по типу загустителя (мыльные, углеводородные, неорганические). Получение пластичных смазок. Основные показатели качества: вязкость (эффективная), предел прочности, пенетрация (консистенция), каплепадение, коллоидная стабильность, механическая стабильность, химическая стабильность, водостойкость, защитные свойства. Маркировка пластичных смазок по ГОСТ. Классификация NLGI. Применение пластичных смазок в узлах двигателей и трансмиссий (подшипники ступиц, шарниры, электроприводы и др.). Ассортимент и область применения.

Тема 12. Изменение свойств масел в эксплуатации и их диагностика

Факторы, вызывающие старение масла: окисление, термический распад, обводнение, загрязнение механическими примесями и продуктами износа, разбавление топливом. Изменение физико-химических показателей масла в процессе работы. Предельные состояния и браковочные показатели. Методы экспресс-диагностики моторных масел (капельная проба, определение вязкости полевым вискозиметром, определение содержания воды и топлива). Периодичность замены масел. Регенерация отработанных масел. Экологические аспекты утилизации.

Тема 13. Охлаждающие жидкости

Назначение и основные требования к охлаждающим жидкостям. Вода как охлаждающая жидкость: преимущества, недостатки, жёсткость и способы её устранения. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости (тосолы, антифризы). Состав: этиленгликоль/пропиленгликоль, вода, присадки (антикоррозионные, антивспенивающие, стабилизирующие). Основные показатели качества: температура начала кристаллизации, плотность, коррозионная активность, вспениваемость, совместимость с материалами. Маркировка охлаждающих жидкостей (ГОСТ 28084-2019). Тосолы и антифризы зарубежного производства (G11, G12, G12+, G12++, G13). Сроки службы, правила эксплуатации и утилизации.

Тема 14. Тормозные, амортизаторные и гидравлические жидкости

Тормозные жидкости: назначение, требования. Состав (гликолевые, силиконовые, минеральные). Основные показатели качества: температура кипения («сухая» и «увлажнённая»), вязкостно-температурные свойства, гигроскопичность, смазывающая способность, совместимость с материалами. Классификация DOT. Маркировка, применение,

периодичность замены. Амортизаторные жидкости: требования, свойства, маркировка. Гидравлические масла для гидроусилителя руля и других систем.

Тема 15. Классификация и маркировка топлив и масел (отечественные и зарубежные стандарты)

Обобщение и систематизация знаний о маркировке. Отечественные стандарты на бензины, дизельные топлива, моторные, трансмиссионные масла. Зарубежные спецификации: ASTM, EN. Системы классификации API, ACEA, ILSAC, JASO. Маркировка масел на канистрах. Взаимозаменяемость и совместимость топлив и масел различных производителей. Выбор топлив и масел для конкретных типов двигателей и условий эксплуатации в рамках сквозного проекта.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семестр 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 1	Расчёт фракционного состава нефти по кривой ИТК	2
2	Тема 2	Составление схемы первичной перегонки нефти и анализ материального баланса	2
3	Тема 3	Анализ фракционного состава бензина по данным перегонки. Построение кривой разгонки	2
4	Тема 3	Расчёт октанового числа смешения бензинов. Определение чувствительности	2
5	Тема 4	Анализ фракционного состава дизельного топлива	2
6	Тема 4	Расчёт цетанового числа и цетанового индекса	2
7	Тема 5	Обработка результатов лабораторных испытаний качества топлив	2
8	Тема 6	Расчёт эффективности применения присадок к топливам	2
9	Тема 7	Оценка экологического класса топлива по техническому регламенту	2
	Итого за 3 семестр		**18**

Семестр 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 9	Расчёт индекса вязкости моторного масла	2
2	Тема 9	Выбор моторного масла для двигателя по SAE, API, ACEA	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
3	Тема 10	Расчёт вязкостно-температурной характеристики трансмиссионного масла	2
4	Тема 11	Анализ маркировки пластичных смазок по ГОСТ и NLGI	2
5	Тема 12	Анализ капельной пробы масла. Оценка степени загрязнения	2
6	Тема 12	Расчёт периодичности замены масла по результатам диагностики	2
7	Тема 13	Расчёт состава охлаждающей жидкости для заданной температуры замерзания	2
8	Тема 14	Анализ совместимости тормозных жидкостей различных классов	2
9	Тема 15	Сравнительный анализ отечественных и зарубежных классификаций масел	2
	Итого за 4 семестр		**18**

3.4.2. Лабораторные занятия

Семестр 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
1	Тема 1	Определение плотности нефтепродуктов ареометром и пикнометром	2
2	Тема 2	Определение фракционного состава нефтепродуктов на аппарате АРНС-1	2
3	Тема 2	Изучение процесса разгонки нефти на лабораторной установке	2
4	Тема 3	Определение октанового числа бензина на моторном стенде (или анализ хроматограммы)	2
5	Тема 3	Определение давления насыщенных паров бензина (по ГОСТ 1756-2000)	2
6	Тема 4	Определение цетанового числа дизельного топлива на установке ИТ9-3М (или анализ)	2
7	Тема 4	Определение низкотемпературных свойств дизельного топлива (температура помутнения, застывания)	2
8	Тема 5	Определение содержания фактических смол в бензине	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
9	Тема 5	Определение содержания серы в топливе (метод лампы или рентгенофлуоресцентный)	2
	Итого за 3 семестр		**18**

Семестр 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
1	Тема 8	Определение кинематической вязкости масла капиллярным вискозиметром	2
2	Тема 9	Определение индекса вязкости моторного масла расчётным методом	2
3	Тема 9	Определение щелочного числа моторного масла (метод потенциометрического титрования)	2
4	Тема 9	Определение термической стабильности моторного масла	2
5	Тема 10	Определение трибологических характеристик масла на четырёхшариковой машине трения (ЧШМ)	2
6	Тема 11	Определение пенетрации пластичной смазки	2
7	Тема 11	Определение температуры каплепадения пластичной смазки	2
8	Тема 12	Капельная проба масла (экспресс-метод)	2
9	Тема 13	Определение температуры начала кристаллизации охлаждающей жидкости	2
	Итого за 4 семестр		**18**

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены. Результаты освоения дисциплины (знания свойств топлив и масел, методов их оценки, требований стандартов) используются при обосновании выбора эксплуатационных материалов для проектируемого двигателя, при моделировании рабочих процессов (теплота сгорания, стехиометрические соотношения) и при разработке мероприятий по эксплуатации в рамках сквозного проекта.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 14846–2020 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
2. ГОСТ 10150– 2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия
3. ГОСТ Р 54120-2010 Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования

4.2. Основная литература

1. А. П. Уханов, Д. А. Уханов, А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов. Эксплуатационные материалы : учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 528 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Текст : непосредственный. https://e.lanbook.com/reader/book/123674/#2

2. Вербицкий, В. В. Эксплуатационные материалы : учебное пособие / В. В. Вербицкий, В. С. Курасов, А. Б. Шепелев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 76 с. — ISBN 978-5-8114-4384-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119287

4.3. Дополнительная литература

1. Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчёта и эксплуатации : учебник / Н. Г. Фаталиев, М. М. Аливагабов, А. Х. Бекеев, М. А. Арсланов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/113001

2. Общая энергетика: водород в энергетике / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 230 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07557-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492147

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Горюче-смазочные материалы для эксплуатации энергоустановок
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6847

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет

отслеживать публикационную активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществляется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

Для успешного освоения дисциплины используется общий аудиторный фонд университета и специализированные аудитории, закреплённые за кафедрой, имеющие следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Компьютерный класс № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Компьютеры и мебель для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-229 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Эффективность освоения дисциплины определяется качеством организации учебного процесса, выбором адекватных форм и методов обучения. Преподавателю необходимо учитывать специфику дисциплины, уровень подготовленности обучающихся и современные образовательные технологии.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- чётко представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- ознакомиться с видами учебной работы и содержанием разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

- назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы;
- во вступительной части обосновать место и роль темы, раскрыть её практическое значение, увязать с предыдущим материалом;
- в основной части раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на ключевых категориях, явлениях и процессах, аргументированно обосновывать собственную позицию, приводить примеры, задавать риторические вопросы;
- руководить конспектированием, подчёркивая необходимость фиксации основных положений;
- в заключительной части сформулировать выводы, объявить план следующего занятия, дать рекомендации по подготовке.

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

- обеспечивать активное участие всех студентов, использовать индивидуальные выступления, групповые дискуссии, решение практических задач, разбор кейсов;
- контролировать степень усвоения материала, поощрять самостоятельный поиск информации.

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

- ознакомить студентов с правилами техники безопасности;
- обеспечить понимание цели и задач каждой работы;
- организовать защиту работ с оценкой понимания сущности изучаемых процессов.

При организации самостоятельной работы студентов следует:

- чётко формулировать задания, указывать сроки выполнения;
- обеспечивать необходимыми учебно-методическими материалами;
- осуществлять регулярный контроль выполнения.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

- использовать разнообразные формы контроля в соответствии с фондом оценочных средств;
- обеспечить объективность оценивания, руководствуясь установленными критериями;
- своевременно доводить результаты до студентов с указанием ошибок и рекомендаций.

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

- мультимедийные презентации для визуализации материала;
- интерактивные методы обучения (деловые игры, дискуссии, разбор кейсов);
- дистанционные образовательные технологии;
- материалы, размещённые в системе дистанционного обучения Московского Политеха (СДО-LMS).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке необходимые издания. Доступ к информационным ресурсам организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного устройства через беспроводной доступ.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой с рекомендованными источниками и материалами лекций. Начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно.

Каждый студент должен самостоятельно планировать свою работу, исходя из возможностей и приоритетов. Для плодотворной работы важно организовать постоянное рабочее место, чередовать труд и отдых (перерывы каждые 1–2 часа).

Особое место уделяется консультированию как форме обучения и контроля. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами, направленное на разрешение проблем.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

- систематически посещать лекции, вести конспект;
- готовиться к практическим занятиям заранее, изучая теорию и выполняя задания;
- при наличии лабораторных работ — выполнять их в соответствии с методическими указаниями, оформлять отчёты и готовиться к защите;
- своевременно выполнять задания для самостоятельной работы;
- активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы;
- использовать СДО-LMS для доступа к материалам и выполнения тестов;
- регулярно проверять свои знания с помощью вопросов для самопроверки.

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

- повторить теоретический материал по соответствующим разделам;
- выполнить практические задания, аналогичные разобранным на занятиях;
- ознакомиться с критериями оценивания;
- систематизировать материал, составить краткий план ответов;
- при необходимости посетить консультацию преподавателя.

Соблюдение данных рекомендаций позволит качественно освоить учебный материал и успешно пройти все формы контроля.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Третий семестр

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачёта). Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» является **формирующей** для компетенции **ОПК-5**, обеспечивая системные теоретические знания и практические навыки в области

химического состава, физико-химических свойств, технологий получения и применения топлив, а также понимания их влияния на рабочие процессы, эксплуатационные характеристики, экономичность и экологические показатели поршневых двигателей и турбомашин на третьем этапе сквозного проектирования «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация».

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИОПК-5.1.** Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок.

Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» обеспечивает третий этап сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация», создавая базу для понимания физико-химических процессов горения, а также для обоснованного выбора эксплуатационных материалов при проектировании и испытаниях двигателей. В ходе изучения дисциплины студент осваивает классификацию, химический состав и свойства нефтяных и альтернативных топлив, методики оценки влияния свойств топлив на процессы смесеобразования и сгорания, термохимические расчёты процессов горения, методы контроля качества топлив, а также влияние применяемых топлив на экологические показатели двигателей.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей дисциплины. Тестирование осуществляется в письменной или компьютерной форме и включает вопросы закрытого и открытого типа, а также расчётные задачи, направленные на проверку знаний классификации и свойств топлив, методов их получения, показателей качества, влияния свойств на рабочие процессы, методов контроля качества. Результаты тестирования используются для оценки уровня освоения материала модуля и определения готовности студента к дальнейшему обучению. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1 (знание свойств материалов для расчётов параметров).

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических и лабораторных занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать влияние свойств топлив на рабочие процессы двигателя, анализировать показатели качества, обосновывать выбор материалов для конкретных условий эксплуатации. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным, и направлен на выявление глубины усвоения материала, умения применять полученные знания для решения профессиональных задач. В рамках сквозного проекта устный опрос позволяет оценить способность студента обосновывать выбор топлив для проектируемого двигателя. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (расчёт фракционного состава нефти, анализ фракционного состава бензина и дизельного топлива, расчёт октанового и цетанового числа, анализ низкотемпературных свойств, расчёт стехиометрического количества воздуха, состава продуктов сгорания, теплоты сгорания) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Результаты выполнения практических заданий фиксируются в виде отчётов, которые защищаются студентом в устной форме. Практические занятия ориентированы на формирование навыков анализа свойств топлив, необходимых для выбора эксплуатационных материалов в рамках сквозного проекта. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Лабораторные занятия

В ходе выполнения лабораторных работ студент работает с лабораторным оборудованием, проводит определение плотности нефтепродуктов, фракционного состава, октанового и цетанового числа, низкотемпературных свойств, содержания фактических смол и серы.

Оценивается умение работать с лабораторным оборудованием, проводить измерения, обрабатывать результаты, оценивать погрешности. Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями и защищаются студентом путем ответов на контрольные вопросы. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с обоснованием выбора топлива для проектируемого двигателя, а также расчётом термохимических характеристик процесса сгорания. Содержание индивидуального задания включает анализ физико-химических свойств рекомендуемого топлива, расчёт стехиометрического количества воздуха, состава продуктов сгорания, теплоты сгорания. Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 10–15 страниц. Защита индивидуального задания проводится в форме презентации результатов перед преподавателем. Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта позволяет комплексно оценить сформированность индикатора ИОПК-5.1.

Зачёт

Промежуточная аттестация по итогам третьего семестра проводится в форме зачёта. Зачёт позволяет комплексно оценить знания, умения и навыки студента по разделу «Основы нефтепереработки и топлива для ДВС». Зачёт проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал раздела, с возможным выполнением практического задания (расчёт термохимических характеристик, анализ показателей качества). Результаты зачёта определяют итоговую оценку по дисциплине за третий семестр и отражают степень сформированности знаний, необходимых для выполнения третьего этапа сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация». Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Роль дисциплины в оценке результатов сквозного проекта

Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» формирует фундаментальные знания, необходимые для выполнения третьего этапа сквозного проекта — «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация». В рамках этого этапа студент должен обосновать выбор топлив для проектируемого двигателя, выполнить расчёт термохимических характеристик процесса сгорания, а также учесть влияние свойств материалов на рабочий процесс и экологические показатели. Результаты освоения дисциплины оцениваются в ходе защиты индивидуального задания и отчёта по третьему этапу сквозного проекта. Оценка сформированности компетенции ОПК-5 по дисциплине учитывается при подведении итогов выполнения сквозного проекта в целом.

Четвёртый семестр

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» является **формирующей** для компетенции **ОПК-5**, обеспечивая системные теоретические знания и практические навыки в области химического состава, физико-химических свойств, технологий получения и применения смазочных материалов и специальных жидкостей, а также понимания их влияния на рабочие процессы, эксплуатационные характеристики, экономичность и экологические показатели поршневых двигателей и турбомашин на третьем этапе сквозного проектирования «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация». В четвёртом семестре изучение дисциплины продолжается в рамках раздела «Смазочные материалы и специальные жидкости».

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенции:

• **ИОПК-5.1.** Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок.

Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» обеспечивает третий этап сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация», создавая базу для понимания физико-химических процессов трения и смазки, а также для обоснованного выбора эксплуатационных материалов при проектировании и испытаниях двигателей. В четвёртом семестре студент осваивает раздел «Смазочные материалы и специальные жидкости», включающий изучение основ трибологии, классификации, свойств и требований к моторным маслам, трансмиссионным и индустриальным маслам, пластичным смазочным материалам, методам контроля качества масел в эксплуатации, а также охлаждающим, тормозным, амортизаторным и гидравлическим жидкостям.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

В четвёртом семестре дисциплина изучается в рамках одного семестра и делится на два модуля. Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача), направленных на проверку знаний в области трибологии, классификации и свойств моторных масел, трансмиссионных и индустриальных масел, пластичных смазок, методов контроля качества, а также охлаждающих, тормозных, амортизаторных и гидравлических жидкостей. Результаты тестирования используются для оценки уровня освоения материала модуля и определения готовности студента к дальнейшему обучению. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1 (знание свойств материалов для расчётов параметров).

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических и лабораторных занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать влияние свойств смазочных материалов на трение и износ, анализировать показатели качества, обосновывать выбор масел и жидкостей для конкретных условий эксплуатации. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным, и направлен на выявление глубины усвоения материала, умения применять полученные знания для решения профессиональных задач. В рамках сквозного проекта устный опрос позволяет оценить способность студента обосновывать выбор смазочных материалов для проектируемого двигателя. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (расчёт индекса вязкости моторного масла, выбор моторного масла по SAE, API, ACEA, анализ капельной пробы масла, расчёт состава охлаждающей жидкости, анализ совместимости тормозных жидкостей, сравнительный анализ отечественных и зарубежных классификаций) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Результаты выполнения практических заданий фиксируются в виде отчётов, которые защищаются студентом в устной форме. Практические занятия ориентированы на формирование навыков анализа свойств смазочных материалов и специальных жидкостей, необходимых для выбора эксплуатационных материалов в рамках сквозного проекта. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Лабораторные занятия

В ходе выполнения лабораторных работ студент работает с лабораторным оборудованием, проводит определение вязкости масел капиллярным вискозиметром, определение индекса вязкости, щелочного числа, термической стабильности, трибологических характеристик на четырёхшариковой машине трения, пенетрации пластичных смазок, температуры каплепадения, а также определение температуры начала кристаллизации охлаждающих жидкостей.

Оценивается умение работать с лабораторным оборудованием, проводить измерения, обрабатывать результаты, оценивать погрешности. Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями и защищаются студентом путем ответов на контрольные вопросы. Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с обоснованием выбора смазочных материалов и специальных жидкостей для проектируемого двигателя. Содержание индивидуального задания включает анализ условий работы смазочных материалов в проектируемом двигателе, обоснование выбора моторного масла по вязкостным и эксплуатационным характеристикам (SAE, API, ACEA), выбор трансмиссионного масла и пластичных смазок для узлов двигателя, обоснование выбора охлаждающей жидкости, а также разработку рекомендаций по контролю качества и периодичности замены. Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 10–15 страниц. Защита индивидуального задания проводится в форме презентации результатов перед преподавателем. Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта позволяет комплексно оценить сформированность индикатора ИОПК-5.1.

Экзамен

Промежуточная аттестация по итогам четвёртого семестра проводится в форме экзамена. Экзамен позволяет комплексно оценить знания, умения и навыки студента по разделу «Смазочные материалы и специальные жидкости». Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса (по основным разделам смазочных материалов и специальных жидкостей) и одно практико-ориентированное задание (выбор масла по классификациям, анализ капельной пробы, расчёт параметров). Результаты экзамена определяют итоговую оценку по дисциплине за четвёртый семестр и отражают степень сформированности знаний, необходимых для выполнения третьего этапа сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация». Проверяемые индикаторы: ИОПК-5.1.

Роль дисциплины в оценке результатов сквозного проекта

Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» формирует фундаментальные знания, необходимые для выполнения третьего этапа сквозного проекта — «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация». В рамках этого этапа студент должен обосновать выбор смазочных материалов и специальных жидкостей для проектируемого двигателя, разработать рекомендации по их эксплуатации и контролю качества, а также учесть влияние свойств материалов на рабочий процесс, надёжность и долговечность двигателя. Результаты освоения дисциплины оцениваются в ходе защиты индивидуального задания и отчёта по третьему этапу сквозного проекта. Оценка сформированности компетенции ОПК-5 по дисциплине учитывается при подведении итогов выполнения сквозного проекта в целом.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Третий семестр

Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов). Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет основными понятиями химмотологии, знает классификацию и свойства топлив, умеет рассчитывать термохимические характеристики,

понимает влияние свойств материалов на рабочие процессы двигателя. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикатора ИОПК-5.1 в части знаний топлив.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% заданий теста (набрано 15 баллов и менее). Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в классификации и свойствах топлив, не может рассчитать термохимические характеристики. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

Критерии оценки итогового тестирования по курсу

Итоговое тестирование проводится после завершения изучения всех модулей. Тест состоит из 30 заданий, охватывающих весь материал дисциплины. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов — 30.

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от 29 до 30 баллов (97–100% правильных ответов). Студент демонстрирует системные теоретические знания по всем разделам дисциплины, уверенно классифицирует топлива, знает их свойства, умеет рассчитывать термохимические характеристики, анализировать влияние свойств на рабочий процесс и экологические показатели. Сформированность индикатора ИОПК-5.1 оценивается на продвинутом уровне, что позволяет студенту успешно выполнить раздел сквозного проекта, связанный с выбором топлив.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему от 24 до 28 баллов (80–97% правильных ответов). Студент в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов, но допускает отдельные неточности в сложных вопросах, связанных с технологиями переработки нефти или методами оценки эксплуатационных свойств. Сформированность индикатора оценивается на базовом уровне, достаточном для выполнения сквозного проекта.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 18 до 23 баллов (60–80% правильных ответов). Студент демонстрирует знание основного материала, но допускает ошибки в деталях, испытывает затруднения при расчёте термохимических характеристик, не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора оценивается на пороговом уровне, что требует дополнительной работы для успешного выполнения сквозного проекта.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 0 до 17 баллов (менее 60% правильных ответов). Студент не демонстрирует системных знаний, не владеет основными понятиями, не может классифицировать топлива, допускает грубые ошибки в расчётах. Сформированность индикатора не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение раздела сквозного проекта по выбору топлив без дополнительной подготовки.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе и логически стройно его излагает. Студент демонстрирует полное знание классификации, состава и свойств топлив, технологий их получения, методов оценки качества, влияния свойств на рабочие процессы и экологические показатели. Уверенно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. В контексте сквозного проекта такой уровень подготовки позволяет студенту самостоятельно обосновывать выбор топлив для проектируемого двигателя.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и классификациями, умеет расшифровывать марки топлив, но может испытывать затруднения при ответе на уточняющие вопросы или при объяснении сложных технологических процессов. В целом демонстрирует хорошее владение профессиональной терминологией.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. Студент допускает неточности и ошибки в изложении, испытывает затруднения при классификации и выборе материалов, обладает

фрагментарными знаниями. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, требуют наводящих вопросов. Профессиональная терминология используется недостаточно уверенно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может классифицировать топлива, не понимает влияния их свойств на работу двигателя. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Студент не готов к выполнению раздела сквозного проекта по выбору топлив.

Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно, в установленные сроки. Студент продемонстрировал понимание методики решения задачи, способность применять теоретические знания для анализа свойств топлив, расчёта показателей качества, выбора материалов. При защите студент аргументирует полученные результаты, отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует владение профессиональной терминологией. В рамках сквозного проекта успешное выполнение практических заданий позволяет студенту обоснованно подходить к выбору топлив для проектируемого двигателя.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. Студент не понимает методику решения, не может объяснить полученные результаты, не отвечает на вопросы по существу задания, не владеет профессиональной терминологией. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки лабораторных работ

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил лабораторную работу в полном объёме, в установленные сроки. Студент продемонстрировал умение работать с лабораторным оборудованием, проводить измерения, обрабатывать результаты, оценивать погрешности. При защите работы студент показывает понимание цели и методики проведения работы, уверенно отвечает на контрольные вопросы, правильно интерпретирует полученные результаты. Отчёт оформлен в соответствии с требованиями. Успешное выполнение лабораторных работ позволяет студенту получить практический опыт, необходимый для контроля качества топлив в рамках сквозного проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил лабораторную работу, выполнил её не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов. Отсутствует отчёт или он оформлен с грубыми нарушениями требований. Студент обязан выполнить лабораторную работу повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «отлично» выставляется студенту, который полностью выполнил индивидуальное задание в соответствии с требованиями. Студент демонстрирует глубокое понимание свойств топлив, самостоятельно обосновывает выбор топлива для проектируемого двигателя, корректно выполняет расчёт стехиометрического количества воздуха, состава продуктов сгорания, теплоты сгорания. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями. При защите студент свободно владеет материалом, аргументированно отвечает на вопросы, демонстрирует понимание влияния свойств материалов на рабочий процесс двигателя. Сформированность индикатора ИОПК-5.1 оценивается на продвинутом уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме, но допускает отдельные неточности в расчётах или неполноту в обосновании выбора. Студент демонстрирует понимание свойств материалов, способен выполнять расчёты, но может испытывать затруднения при обосновании выбора конкретных марок топлив. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, но содержит незначительные замечания. При защите студент в целом отвечает на вопросы, но может допускать неточности. Сформированность индикатора оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание, но допустил существенные ошибки в расчётах или не полностью обосновал выбор

топлива. Студент демонстрирует фрагментарные знания свойств топлив, испытывает значительные затруднения при выполнении расчётов. Пояснительная записка оформлена с нарушениями требований. При защите студент отвечает на вопросы неуверенно, требует наводящих вопросов. Сформированность индикатора оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания свойств топлив, не может выполнить расчёты. Пояснительная записка отсутствует или оформлена с грубыми нарушениями. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки ответа на зачёте

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который усвоил программный материал по всем разделам, грамотно и по существу излагает ответы на теоретические вопросы. Студент демонстрирует знание классификации, состава и свойств топлив, технологий их получения, методов оценки качества, влияния свойств на рабочие процессы и экологические показатели. Выполняет практическое задание (расчёт термохимических характеристик, анализ показателей качества) в целом правильно. Даёт ответы на дополнительные вопросы, владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора ИОПК-5.1 оценивается на пороговом или более высоком уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент не может выполнить практическое задание или выполняет его с грубыми ошибками, не понимает сути задания. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение третьего этапа сквозного проекта.

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины в третьем семестре оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикатора компетенции **ОПК-5**. Дисциплина является формирующей для указанной компетенции.

Индикатор	Формируемые навыки	Методы контроля
ИОПК-5.1	Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов (топлив) в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок (расчёт стехиометрического количества воздуха, состава продуктов сгорания, теплоты сгорания, анализ показателей качества)	Текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, лабораторные работы, индивидуальное задание, зачёт

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и итогового тестирования, устных опросов, выполнения практических и лабораторных работ, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также зачёта учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине и оценке выполнения третьего этапа сквозного проекта.

Четвёртый семестр

Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов). Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет основными понятиями трибологии, знает классификацию и свойства моторных масел, трансмиссионных масел, пластичных смазок и специальных жидкостей, умеет выбирать материалы по классификациям, понимает методы контроля качества масел. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикатора ИОПК-5.1 в части знаний смазочных материалов и специальных жидкостей.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% заданий теста (набрано 15 баллов и менее). Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в классификации и свойствах смазочных материалов, не может выбрать масло по классификациям. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

Критерии оценки итогового тестирования по курсу

Итоговое тестирование проводится после завершения изучения всех модулей четвёртого семестра. Тест состоит из 30 заданий, охватывающих весь материал раздела «Смазочные материалы и специальные жидкости». Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов — 30.

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от 29 до 30 баллов (97–100% правильных ответов). Студент демонстрирует системные теоретические знания по всем разделам, уверенно классифицирует смазочные материалы, знает их свойства, умеет выбирать масла по классификациям SAE, API, ACEA, понимает методы контроля качества масел, знает свойства охлаждающих, тормозных, амортизаторных и гидравлических жидкостей. Сформированность индикатора ИОПК-5.1 оценивается на продвинутом уровне, что позволяет студенту успешно выполнить раздел сквозного проекта, связанный с выбором смазочных материалов и специальных жидкостей.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему от 24 до 28 баллов (80–97% правильных ответов). Студент в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов, но допускает отдельные неточности в сложных вопросах, связанных с трибологическими характеристиками или методами контроля качества. Сформированность индикатора оценивается на базовом уровне, достаточном для выполнения сквозного проекта.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 18 до 23 баллов (60–80% правильных ответов). Студент демонстрирует знание основного материала, но допускает ошибки в деталях, испытывает затруднения при выборе масел по классификациям, не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора оценивается на пороговом уровне, что требует дополнительной работы для успешного выполнения сквозного проекта.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 0 до 17 баллов (менее 60% правильных ответов). Студент не демонстрирует системных знаний, не владеет основными понятиями, не может классифицировать смазочные материалы, допускает грубые ошибки. Сформированность индикатора не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение раздела сквозного проекта по выбору смазочных материалов без дополнительной подготовки.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе и логически стройно его излагает. Студент демонстрирует полное знание основ трибологии, классификации, свойств и требований к моторным маслам, трансмиссионным и индустриальным маслам, пластичным смазочным материалам, методам контроля качества масел, а также охлаждающим, тормозным, амортизаторным и гидравлическим жидкостям. Уверенно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. В контексте сквозного проекта такой уровень подготовки позволяет студенту самостоятельно обосновывать выбор смазочных материалов и специальных жидкостей для проектируемого двигателя.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и классификациями, умеет расшифровывать марки масел, но может испытывать затруднения при ответе на уточняющие вопросы или при объяснении сложных процессов (например, механизмов износа, процессов старения масел). В целом демонстрирует хорошее владение профессиональной терминологией.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. Студент допускает неточности и ошибки в изложении, испытывает затруднения при классификации и выборе масел, обладает фрагментарными знаниями. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, требуют наводящих вопросов. Профессиональная терминология используется недостаточно уверенно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может классифицировать смазочные материалы, не понимает влияния их свойств на работу двигателя. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Студент не готов к выполнению раздела сквозного проекта по выбору смазочных материалов.

Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно, в установленные сроки. Студент продемонстрировал понимание методики решения задачи, способность применять теоретические знания для анализа свойств смазочных материалов, расчёта показателей качества, выбора материалов по классификациям. При защите студент аргументирует полученные результаты, отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует владение профессиональной терминологией. В рамках сквозного проекта успешное выполнение практических заданий позволяет студенту обоснованно подходить к выбору смазочных материалов для проектируемого двигателя.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. Студент не понимает методику решения, не может объяснить полученные результаты, не отвечает на вопросы по существу задания, не владеет профессиональной терминологией. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки лабораторных работ

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил лабораторную работу в полном объёме, в установленные сроки. Студент продемонстрировал умение работать с лабораторным оборудованием, проводить измерения, обрабатывать результаты, оценивать погрешности. При защите работы студент показывает понимание цели и методики проведения работы, уверенно отвечает на контрольные вопросы, правильно интерпретирует полученные результаты. Отчёт оформлен в соответствии с требованиями. Успешное выполнение лабораторных работ позволяет студенту получить практический опыт, необходимый для контроля качества смазочных материалов в рамках сквозного проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил лабораторную работу, выполнил её не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов. Отсутствует отчёт или он оформлен с грубыми нарушениями требований. Студент обязан выполнить лабораторную работу повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «отлично» выставляется студенту, который полностью выполнил индивидуальное задание в соответствии с требованиями. Студент демонстрирует глубокое понимание свойств смазочных материалов и специальных жидкостей, самостоятельно обосновывает выбор моторного масла по вязкостным и эксплуатационным характеристикам (SAE, API, ACEA), выбирает трансмиссионное масло и пластичные смазки для узлов двигателя, обосновывает выбор охлаждающей жидкости, разрабатывает рекомендации по периодичности замены и методам контроля качества масел. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями. При

защите студент свободно владеет материалом, аргументированно отвечает на вопросы, демонстрирует понимание влияния свойств материалов на работу двигателя. Сформированность индикатора ИОПК-5.1 оценивается на продвинутом уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме, но допускает отдельные неточности в обосновании выбора или неполноту в рекомендациях. Студент демонстрирует понимание свойств материалов, способен выбирать масла по классификациям, но может испытывать затруднения при обосновании выбора конкретных марок или при разработке рекомендаций по контролю качества. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, но содержит незначительные замечания. При защите студент в целом отвечает на вопросы, но может допускать неточности. Сформированность индикатора оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание, но допустил существенные ошибки в выборе материалов или не полностью обосновал рекомендации. Студент демонстрирует фрагментарные знания свойств смазочных материалов, испытывает значительные затруднения при выборе масел по классификациям. Пояснительная записка оформлена с нарушениями требований. При защите студент отвечает на вопросы неуверенно, требует наводящих вопросов. Сформированность индикатора оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания свойств смазочных материалов, не может выбрать масла по классификациям. Пояснительная записка отсутствует или оформлена с грубыми нарушениями. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил программный материал по всем разделам, исчерпывающе и логически стройно излагает ответы на теоретические вопросы. Студент демонстрирует полное знание основ трибологии, классификации, свойств и требований к моторным маслам, трансмиссионным и индустриальным маслам, пластичным смазочным материалам, методам контроля качества масел, а также охлаждающим, тормозным, амортизаторным и гидравлическим жидкостям. Уверенно и без ошибок выполняет практико-ориентированное задание (выбор масла по классификациям, анализ капельной пробы, расчёт параметров), аргументирует свои действия, делает обоснованные выводы. Даёт полные ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора ИОПК-5.1 оценивается на продвинутом уровне, что подтверждает готовность студента к выполнению третьего этапа сквозного проекта.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает ответы на теоретические вопросы, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и классификациями, умеет выбирать масла по классификациям. Выполняет практико-ориентированное задание в целом правильно, но может испытывать затруднения при обосновании отдельных этапов. На дополнительные вопросы отвечает в целом правильно, но допускает несущественные ошибки. Сформированность индикатора оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, допускает неточности и ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент обладает фрагментарными знаниями по отдельным разделам. Выполняет практико-ориентированное задание с помощью наводящих вопросов или допускает ошибки в выборе масел. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, профессиональная терминология используется недостаточно уверенно. Сформированность индикатора оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки в изложении теоретических вопросов.

Студент не может выполнить практико-ориентированное задание или выполняет его с грубыми ошибками, не понимает сути задания. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикатора не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение третьего этапа сквозного проекта.

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины в четвёртом семестре оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикатора компетенции **ОПК-5**. Дисциплина является формирующей для указанной компетенции.

Индикатор	Формируемые навыки	Методы контроля
ИОПК-5.1	Умеет использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов (смазочных материалов, специальных жидкостей) в расчетах параметров и режимов при разработке, проектировании и испытаниях энергетических установок (расчёт индекса вязкости, выбор масел по классификациям, анализ качества, расчёт состава охлаждающих жидкостей)	Текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, лабораторные работы, индивидуальное задание, экзамен

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и итогового тестирования, устных опросов, выполнения практических и лабораторных работ, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также экзамена учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине и оценке выполнения третьего этапа сквозного проекта. Дисциплина «Топлива и смазочные материалы энергетических установок» закладывает содержательную основу для последующего формирования компетенций на этапах расчётного обоснования, верификации и оптимизации, обеспечивая студента знаниями о свойствах смазочных материалов и специальных жидкостей, необходимыми для обоснованного выбора эксплуатационных материалов, обеспечения надёжности и долговечности двигателя.

7.3 Оценочные средства

Третий семестр

Текущий контроль

Модульная структура дисциплины (третий семестр)

Дисциплина изучается в 3-м и 4-м семестрах. Третий семестр посвящён разделу «Основы нефтепереработки и топлива для ДВС». Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определённые темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Основы нефтепереработки. Бензиновые и дизельные топлива

Включает темы: Тема 1. Введение. Происхождение и состав нефти; Тема 2. Технологии переработки нефти; Тема 3. Топлива для двигателей с искровым зажиганием; Тема 4. Дизельные топлива; Тема 5. Показатели качества топлив и методы их определения.

Модуль 2 (недели 9–16) — Присадки. Экологические аспекты

Включает темы: Тема 6. Присадки к топливам и их назначение; Тема 7. Экологические аспекты применения топлив.

Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Основы нефтепереработки. Бензиновые и дизельные топлива

Перечень вопросов для собеседования:

1. Роль топлив и смазочных материалов в жизненном цикле двигателя. Химмотология как наука. Происхождение нефти, гипотезы образования.
2. Элементный и фракционный состав нефти. Групповой химический состав: алканы (парафины), циклоалканы (нафтены), арены (ароматические углеводороды), алкены (олефины), алкадиены. Влияние химического состава на свойства нефтепродуктов.

3. Физико-химические свойства нефти (плотность, вязкость, температура застывания и др.). Сернистые, смолистые и другие соединения в нефти. Классификация нефтей.

4. Подготовка нефти к переработке: обессоливание, обезвоживание, стабилизация. Первичная перегонка нефти (прямая гонка). Атмосферная и вакуумная перегонка. Получаемые фракции.

5. Вторичные процессы переработки: термический крекинг, каталитический крекинг, гидрокрекинг, каталитический риформинг. Назначение процессов, их влияние на качество топлив.

6. Получение высокооктановых компонентов: алкилирование, изомеризация, полимеризация. Производство газообразных топлив. Компаундирование (смешение) компонентов для получения товарных топлив.

7. Требования к бензинам. Испаряемость бензинов: фракционный состав, давление насыщенных паров. Влияние фракционного состава на пусковые свойства, приёмистость, расход топлива, износ двигателя.

8. Детонационная стойкость бензинов: октановое число, моторный и исследовательский методы определения. Чувствительность бензина. Способы повышения октанового числа.

9. Химическая стабильность бензинов, склонность к смолообразованию. Коррозионная активность бензинов. Низкотемпературные свойства. Экологические требования к бензинам. Маркировка бензинов по ГОСТ 32513-2013.

10. Особенности рабочего процесса дизеля и требования к топливу. Воспламеняемость дизельных топлив: цетановое число, цетановый индекс. Влияние цетанового числа на жёсткость работы дизеля, пусковые свойства, дымность.

11. Испаряемость дизельных топлив: фракционный состав, температура вспышки. Вязкостно-температурные свойства: вязкость кинематическая, предельная температура фильтруемости, температура помутнения, температура застывания.

12. Низкотемпературные свойства и их обеспечение (депрессорные присадки). Содержание серы и её влияние на износ и экологию. Смазывающая способность дизельных топлив. Маркировка дизельных топлив по ГОСТ 32511-2013 (ЕН 590:2009).

13. Методы определения фракционного состава (ГОСТ 2177-99). Определение давления насыщенных паров (ГОСТ 1756-2000).

14. Определение октанового числа (ГОСТ 8226-2015, ГОСТ 32339-2013). Определение цетанового числа (ГОСТ 3122-67, ГОСТ EN 5165-2011).

15. Определение вязкости (ГОСТ 33-2000). Определение низкотемпературных свойств (ГОСТ 5066-91, ГОСТ 20287-91, ГОСТ 22254-92). Определение содержания серы (ГОСТ Р 51947-2002, ГОСТ 32139-2013).

16. Определение кислотности и щелочности. Определение фактических смол (ГОСТ 1567-97, ГОСТ 8489-85). Определение зольности (ГОСТ 1461-75). Определение температуры вспышки (ГОСТ 6356-75). Определение плотности (ГОСТ 3900-85).

Модуль 2. Присадки. Экологические аспекты

Перечень вопросов для собеседования:

1. Классификация присадок к топливам. Антидетонационные присадки: механизм действия, применяемые вещества (тетраэтилсвинец, ММА, ферроцен), экологические аспекты.

2. Цетаноповышающие присадки: назначение, механизм действия, применяемые вещества (алкилнитраты, эфиры). Моющие присадки для бензиновых и дизельных двигателей.

3. Антиокислительные присадки. Антикоррозионные присадки. Депрессорные (диспергирующие) присадки для дизельных топлив.

4. Противоизносные присадки. Деэмульгаторы. Антистатические присадки. Красители и одоранты. Механизм действия, эффективность, экологические аспекты применения присадок.

5. Влияние химического состава топлив на образование токсичных компонентов в отработавших газах. Сера в топливе и её влияние на системы нейтрализации.

6. Бензол и ароматические углеводороды. Требования европейских стандартов (Евро) и технического регламента Таможенного союза. Экологические классы топлив.

7. Моторные топлива с улучшенными экологическими свойствами (реформулированные бензины, «чистые» дизельные топлива). Влияние качества топлив на выбросы парниковых газов. Экономия топлива как фактор снижения экологической нагрузки.

Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

1. **Какой процесс переработки нефти относится к первичным?**
   - A) Каталитический крекинг
   - B) Гидрокрекинг
   - C) Прямая перегонка
   - D) Каталитический риформинг

Правильный ответ: C

2. **Какой параметр характеризует детонационную стойкость бензина?**
   - A) Цетановое число
   - B) Октановое число
   - C) Температура вспышки
   - D) Вязкость

Правильный ответ: B

3. **Какое цетановое число является оптимальным для дизельных топлив?**
   - A) 40–55
   - B) 70–85
   - C) 20–30
   - D) 90–100

Правильный ответ: A

4. **Какой показатель качества топлива определяет его склонность к образованию отложений?**
   - A) Содержание серы
   - B) Содержание фактических смол
   - C) Температура помутнения
   - D) Давление насыщенных паров

Правильный ответ: B

5. **Какой класс бензина по ГОСТ 32513-2013 соответствует экологическому классу Евро-5?**
   - A) К2
   - B) К3
   - C) К4
   - D) К5

Правильный ответ: D

Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с обоснованием выбора топлива для проектируемого двигателя, а также расчётом термохимических характеристик процесса сгорания.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ типа двигателя и выбор топлива.** На основе заданного типа двигателя (бензиновый, дизельный, газовый) и его параметров (степень сжатия, способ смесеобразования, наличие турбонаддува) студент обосновывает выбор топлива. Указывается марка топлива по ГОСТ или стандарту ЕН, его основные физико-химические свойства.

2. **Расчёт стехиометрического количества воздуха.** Для выбранного топлива на основе его элементного состава (или приближённых формул) рассчитывается стехиометрическое количество воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг топлива. Определяется коэффициент избытка воздуха для заданного режима работы двигателя.

3. **Расчёт состава продуктов сгорания.** Для заданного коэффициента избытка воздуха рассчитывается состав продуктов сгорания (массовые и объёмные доли CO_2, H_2O, N_2, O_2). Определяется количество продуктов сгорания.

4. **Расчёт теплоты сгорания топлива.** Определяется низшая и высшая теплота сгорания выбранного топлива. Сравнивается с табличными значениями.

5. **Анализ экологических характеристик.** Оценивается влияние выбранного топлива на токсичность отработавших газов. Указывается экологический класс топлива, соответствие стандартам Евро.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 10–15 страниц, включающей:

- титульный лист с указанием темы задания, ФИО студента, группы, руководителя;
- содержание;
- введение с обоснованием актуальности выбора топлива;
- основную часть, содержащую выбор топлива, расчёт стехиометрического количества воздуха, расчёт состава продуктов сгорания, расчёт теплоты сгорания, анализ экологических характеристик;
- заключение с выводами по результатам выполненной работы;
- список использованных источников (включая нормативную документацию, справочную литературу, стандарты).

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Обоснование выбора бензина для двигателя с искровым зажиганием и расчёт термохимических характеристик процесса сгорания.
2. Обоснование выбора дизельного топлива для двигателя с воспламенением от сжатия и расчёт термохимических характеристик.
3. Сравнительный анализ бензинов различных марок (АИ-92, АИ-95, АИ-98) для заданного типа двигателя.
4. Расчёт стехиометрического количества воздуха и состава продуктов сгорания для бензина с заданным октановым числом.
5. Анализ влияния коэффициента избытка воздуха на состав продуктов сгорания и токсичность отработавших газов.
6. Обоснование выбора топлива для двигателя с турбонаддувом с учётом требований к детонационной стойкости.

Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Основы нефтепереработки. Бензиновые и дизельные топлива

Задание 1. Расчёт фракционного состава нефти по кривой ИТК

По заданным данным о выходе фракций при различных температурах построить кривую истинных температур кипения (ИТК) нефти. Определить содержание бензиновой, керосиновой, дизельной и мазутной фракций.

Задание 2. Составление схемы первичной перегонки нефти и анализ материального баланса

На основе заданного состава нефти и выхода фракций составить схему атмосферно-вакуумной перегонки. Рассчитать материальный баланс установки.

Задание 3. Анализ фракционного состава бензина по данным перегонки. Построение кривой разгонки

По заданным результатам разгонки бензина (температуры начала кипения, 10%, 50%, 90%, конца кипения) построить кривую разгонки. Оценить пусковые свойства бензина, склонность к образованию паровых пробок.

Задание 4. Расчёт октанового числа смешения бензинов. Определение чувствительности

По заданному составу смеси бензинов (прямогонный, риформат, алкилат) и их октановым числам (по исследовательскому и моторному методам) рассчитать октановое число смеси. Определить чувствительность полученного бензина.

Задание 5. Анализ фракционного состава дизельного топлива

По заданным результатам разгонки дизельного топлива оценить его испаряемость, определить температуру 50% и 95% отгона. Сделать вывод о соответствии требованиям стандарта.

Задание 6. Расчёт цетанового числа и цетанового индекса

По заданным параметрам дизельного топлива (плотность, температура 50% отгона) рассчитать цетановый индекс. Сравнить с требуемым цетановым числом для заданного типа двигателя.

Модуль 2. Присадки. Экологические аспекты

Задание 7. Расчёт эффективности применения присадок к топливам

Для заданного топлива рассчитать необходимое количество антидетонационной присадки для повышения октанового числа до требуемого значения. Оценить экономическую эффективность применения присадки.

Задание 8. Оценка экологического класса топлива по техническому регламенту

По заданным показателям качества топлива (содержание серы, бензола, ароматических углеводородов) определить его экологический класс. Сделать вывод о возможности применения в двигателях различных экологических стандартов.

Задание 9. Анализ влияния состава топлива на выбросы CO, CH, NOx

По заданным данным о составе топлива и режиме работы двигателя оценить влияние изменения коэффициента избытка воздуха на выбросы оксида углерода, углеводородов и оксидов азота.

Оценочные средства для лабораторных занятий

Перечень лабораторных работ и контрольные вопросы для защиты

Лабораторная работа №1. Определение плотности нефтепродуктов ареометром и пикнометром

Краткое содержание: измерение плотности образцов бензина, дизельного топлива, масла с использованием ареометра и пикнометра. Расчёт плотности при стандартной температуре.

Контрольные вопросы для защиты:

- Какие методы определения плотности нефтепродуктов существуют?
- Как устроен ареометр?
- Какие факторы влияют на точность измерения плотности?
- Как пересчитать плотность, измеренную при температуре t, к плотности при 20°C?

Лабораторная работа №2. Определение фракционного состава нефтепродуктов на аппарате АРНС-1

Краткое содержание: проведение разгонки образца бензина или дизельного топлива на аппарате АРНС-1. Запись температур начала кипения, 10%, 50%, 90%, конца кипения. Построение кривой разгонки.

Контрольные вопросы для защиты:

- Каков принцип работы аппарата АРНС-1?
- Какие температуры фиксируются при разгонке?
- Что характеризует температура 10% отгона?
- Что характеризует температура 90% отгона?

Лабораторная работа №3. Изучение процесса разгонки нефти на лабораторной установке

Краткое содержание: проведение процесса разгонки нефти на лабораторной установке. Определение выхода фракций. Построение кривой разгонки.

Контрольные вопросы для защиты:

- Как устроена лабораторная установка для разгонки нефти?
- Какие факторы влияют на чёткость разделения фракций?
- Как определить выход фракций?
- Какие фракции получаются при разгонке нефти?

Лабораторная работа №4. Определение октанового числа бензина на моторном стенде (или анализ хроматограммы)

Краткое содержание: определение октанового числа бензина по исследовательскому и моторному методам на специальном стенде. Сравнение полученных значений с паспортными данными.

Контрольные вопросы для защиты:

- В чём различие между исследовательским и моторным методами определения октанового числа?
- Как устроен моторный стенд?
- Что такое эталонные топлива?
- Как определяется октановое число по хроматограмме?

Лабораторная работа №5. Определение давления насыщенных паров бензина (по ГОСТ 1756-2000)

Краткое содержание: измерение давления насыщенных паров бензина с использованием прибора для определения упругости паров (бомба Рейда). Оценка склонности к образованию паровых пробок.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое давление насыщенных паров?
- Как устроена бомба Рейда?
- Какое давление насыщенных паров считается нормальным для летнего и зимнего бензина?
- Как влияет высокое давление насыщенных паров на работу двигателя?

Лабораторная работа №6. Определение цетанового числа дизельного топлива на установке ИТ9-3М (или анализ)

Краткое содержание: определение цетанового числа дизельного топлива на стандартной установке. Сравнение с паспортными данными. Анализ влияния цетанового числа на работу дизеля.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое цетановое число?
- Как устроена установка ИТ9-3М?
- Какое цетановое число считается оптимальным?
- Как влияет низкое цетановое число на работу дизеля?

Лабораторная работа №7. Определение низкотемпературных свойств дизельного топлива (температура помутнения, застывания)

Краткое содержание: определение температуры помутнения и температуры застывания дизельного топлива. Оценка пригодности топлива для эксплуатации в зимних условиях.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое температура помутнения?
- Что такое температура застывания?
- Как определяются эти показатели?
- Какие присадки улучшают низкотемпературные свойства топлива?

Лабораторная работа №8. Определение содержания фактических смол в бензине

Краткое содержание: определение содержания фактических смол в бензине методом выпаривания. Оценка стабильности бензина при хранении.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое фактические смолы?
- Как определяется содержание смол?
- Какое содержание смол допускается стандартом?
- Как влияет высокое содержание смол на работу двигателя?

Лабораторная работа №9. Определение содержания серы в топливе (метод лампы или рентгенофлуоресцентный)

Краткое содержание: определение содержания серы в образце топлива методом сжигания в лампе или рентгенофлуоресцентным методом. Оценка экологического класса топлива.

Контрольные вопросы для защиты:

- Почему содержание серы в топливе ограничивается?
- Как устроена установка для определения серы методом лампы?
- Каков принцип рентгенофлуоресцентного метода?
- Какое содержание серы соответствует экологическому классу Евро-5?

Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Результаты освоения дисциплины используются при выполнении последующих курсовых проектов по профильным дисциплинам (Б1.1.12, Б1.1.20, Б1.1.22, Б1.2.8) и в выпускной квалификационной работе для обоснования выбора топлива и расчёта процессов сгорания.

Промежуточная аттестация (зачёт)

Условия допуска к зачёту

Студент допускается к сдаче зачёта по итогам третьего семестра при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех двух рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех лабораторных работ, предусмотренных учебным планом (9 лабораторных работ).
- Выполнение и защита всех практических занятий (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта (выбор топлива и расчёт термохимических характеристик) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

Структура билета на зачёте

Зачёт проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал раздела «Основы нефтепереработки и топлива для ДВС». В процессе собеседования студенту может быть предложено выполнить практическое задание (расчёт термохимических характеристик, анализ показателей качества).

Перечень вопросов для подготовки к зачёту

Модуль 1. Основы нефтепереработки. Бензиновые и дизельные топлива

1. Роль топлив и смазочных материалов в жизненном цикле двигателя. Химмотология как наука.
2. Происхождение нефти, гипотезы образования. Элементный и фракционный состав нефти.
3. Групповой химический состав нефти. Влияние химического состава на свойства нефтепродуктов.
4. Физико-химические свойства нефти. Сернистые, смолистые и другие соединения в нефти. Классификация нефтей.
5. Подготовка нефти к переработке. Первичная перегонка нефти. Получаемые фракции.
6. Вторичные процессы переработки: термический крекинг, каталитический крекинг, гидрокрекинг, каталитический риформинг.
7. Получение высокооктановых компонентов. Компаундирование компонентов для получения товарных топлив.

8. Требования к бензинам. Испаряемость бензинов. Влияние фракционного состава на эксплуатационные свойства.

9. Детонационная стойкость бензинов: октановое число, методы определения. Способы повышения октанового числа.

10. Химическая стабильность бензинов, склонность к смолообразованию. Экологические требования к бензинам. Маркировка бензинов по ГОСТ 32513-2013.

11. Особенности рабочего процесса дизеля и требования к топливу. Воспламеняемость дизельных топлив: цетановое число.

12. Испаряемость дизельных топлив. Вязкостно-температурные свойства. Низкотемпературные свойства.

13. Содержание серы и её влияние. Маркировка дизельных топлив по ГОСТ 32511-2013.

14. Методы определения фракционного состава, давления насыщенных паров, октанового числа, цетанового числа.

15. Методы определения вязкости, низкотемпературных свойств, содержания серы, фактических смол, плотности.

Модуль 2. Присадки. Экологические аспекты

16. Классификация присадок к топливам. Антидетонационные присадки: механизм действия, экологические аспекты.

17. Цетаноповышающие присадки. Моющие присадки. Антиокислительные присадки. Антикоррозионные присадки.

18. Депрессорные присадки. Противоизносные присадки. Деэмульгаторы. Антистатические присадки.

19. Влияние химического состава топлив на образование токсичных компонентов в отработавших газах.

20. Сера в топливе и её влияние на системы нейтрализации. Бензол и ароматические углеводороды.

21. Требования европейских стандартов (Евро) и технического регламента Таможенного союза. Экологические классы топлив.

22. Моторные топлива с улучшенными экологическими свойствами (реформулированные бензины, «чистые» дизельные топлива).

23. Влияние качества топлив на выбросы парниковых газов. Экономия топлива как фактор снижения экологической нагрузки.

Четвёртый семестр

Текущий контроль

Модульная структура дисциплины (четвёртый семестр)

Дисциплина изучается в 3-м и 4-м семестрах. Четвёртый семестр посвящён разделу «Смазочные материалы и специальные жидкости». Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определённые темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Основы трибологии. Моторные и трансмиссионные масла

Включает темы: Тема 8. Основы трибологии. Смазочные материалы; Тема 9. Моторные масла: классификация, свойства, требования; Тема 10. Трансмиссионные и индустриальные масла; Тема 11. Пластичные смазочные материалы.

Модуль 2 (недели 9–16) — Контроль качества масел. Специальные жидкости. Классификации

Включает темы: Тема 12. Изменение свойств масел в эксплуатации и их контроль качества; Тема 13. Охлаждающие жидкости; Тема 14. Тормозные, амортизаторные и гидравлические жидкости; Тема 15. Классификация и маркировка топлив и масел (отечественные и зарубежные стандарты).

Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Основы трибологии. Моторные и трансмиссионные масла

Перечень вопросов для собеседования:

1. Трение: виды (жидкостное, граничное, смешанное), законы трения. Износ: виды (абразивный, адгезионный, усталостный, коррозионно-механический). Смазка как способ снижения трения и износа.
2. Классификация смазочных материалов (жидкие, пластичные, твёрдые). Основные функции смазочных материалов в двигателе.
3. Состав и получение минеральных масел (селективная очистка, депарафинизация, гидроочистка). Синтетические и полусинтетические масла: преимущества, области применения.
4. Условия работы моторных масел в двигателях. Эксплуатационно-технические требования к моторным маслам.
5. Вязкостно-температурные свойства: вязкость кинематическая, индекс вязкости, динамическая вязкость при низких температурах (CCS, MRV). Влияние вязкости на пуск, прокачиваемость, износ, расход топлива.
6. Моющие, диспергирующие и нейтрализующие свойства моторных масел. Термоокислительная стабильность. Противоизносные и противозадирные свойства.
7. Антикоррозионные свойства. Совместимость с материалами уплотнений. Пенообразование. Зольность. Присадки к моторным маслам (вязкостные, моющие, диспергирующие, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные, антипенные).
8. Классификации моторных масел: SAE (по вязкости), API (по эксплуатационным свойствам для бензиновых и дизельных двигателей), ACEA (европейская классификация). Отечественная классификация по ГОСТ 17479.1-2015.
9. Условия работы трансмиссионных масел. Требования к трансмиссионным маслам. Вязкостно-температурные свойства.
10. Противозадирные, противоизносные и антипиттинговые свойства трансмиссионных масел. Антикоррозионные свойства. Совместимость с материалами уплотнений.
11. Присадки к трансмиссионным маслам. Классификации трансмиссионных масел: SAE (по вязкости), API (GL-1...GL-6), ГОСТ 17479.2-2015. Маркировка и применение.
12. Индустриальные масла: назначение, классификация, основные требования.
13. Общие сведения о пластичных смазках. Состав: масляная основа, загуститель, присадки, наполнители. Классификация по типу загустителя (мыльные, углеводородные, неорганические).
14. Основные показатели качества пластичных смазок: вязкость (эффективная), предел прочности, пенетрация (консистенция), каплепадение, коллоидная стабильность, механическая стабильность, химическая стабильность, водостойкость, защитные свойства.
15. Маркировка пластичных смазок по ГОСТ. Классификация NLGI. Применение пластичных смазок в узлах двигателей и трансмиссий.

Модуль 2. Контроль качества масел. Специальные жидкости. Классификации

Перечень вопросов для собеседования:

1. Факторы, вызывающие старение масла: окисление, термический распад, обводнение, загрязнение механическими примесями и продуктами износа, разбавление топливом.
2. Изменение физико-химических показателей масла в процессе работы. Предельные состояния и браковочные показатели.
3. Методы экспресс-контроля качества моторных масел (капельная проба, определение вязкости полевым вискозиметром, определение содержания воды и топлива).
4. Периодичность замены масел. Регенерация отработанных масел. Экологические аспекты утилизации.
5. Назначение и основные требования к охлаждающим жидкостям. Вода как охлаждающая жидкость: преимущества, недостатки, жёсткость и способы её устранения.
6. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости (тосолы, антифризы). Состав: этиленгликоль/пропиленгликоль, вода, присадки (антикоррозионные, антивспенивающие, стабилизирующие).

7. Основные показатели качества охлаждающих жидкостей: температура начала кристаллизации, плотность, коррозионная активность, вспениваемость, совместимость с материалами.

8. Маркировка охлаждающих жидкостей (ГОСТ 28084-2019). Тосолы и антифризы зарубежного производства (G11, G12, G12+, G12++, G13). Сроки службы, правила эксплуатации и утилизации.

9. Тормозные жидкости: назначение, требования. Состав (гликолевые, силиконовые, минеральные). Основные показатели качества: температура кипения («сухая» и «увлажнённая»), вязкостно-температурные свойства, гигроскопичность, смазывающая способность, совместимость с материалами.

10. Классификация тормозных жидкостей DOT. Маркировка, применение, периодичность замены.

11. Амортизаторные жидкости: требования, свойства, маркировка. Гидравлические масла для гидроусилителя руля и других систем.

12. Отечественные стандарты на бензины, дизельные топлива, моторные, трансмиссионные масла.

13. Зарубежные спецификации: ASTM, EN. Системы классификации API, ACEA, ILSAC, JASO. Маркировка масел на канистрах.

14. Взаимозаменяемость и совместимость топлив и масел различных производителей. Выбор топлив и масел для конкретных типов двигателей и условий эксплуатации в рамках сквозного проекта.

Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

1. **Какой вид трения характеризуется наличием разделяющего слоя смазочного материала, полностью исключающего контакт поверхностей?**
   - A) Граничное трение
   - B) Жидкостное трение
   - C) Смешанное трение
   - D) Сухое трение

   Правильный ответ: B

2. **Какой параметр характеризует вязкость масла при низких температурах для оценки пусковых свойств?**
   - A) Индекс вязкости
   - B) CCS (Cold Cranking Simulator)
   - C) Щелочное число
   - D) Температура вспышки

   Правильный ответ: B

3. **Какая классификация моторных масел по вязкости установлена стандартом SAE?**
   - A) SA (SJ, SL, SM)
   - B) 5W-30, 10W-40, 15W-40
   - C) API CI-4, CJ-4
   - D) ACEA A3/B4, C3

   Правильный ответ: B

4. **Какой класс вязкости по NLGI соответствует наиболее мягкой пластичной смазке?**
   - A) 000
   - B) 0

- C) 2
- D) 6

Правильный ответ: A

5. **Какая охлаждающая жидкость имеет срок службы 5 лет и использует технологию карбоксилатных присадок?**

- A) G11
- B) G12
- C) G12++
- D) G13

Правильный ответ: C

Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с обоснованием выбора смазочных материалов и специальных жидкостей для проектируемого двигателя.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ условий работы смазочных материалов в проектируемом двигателе.** Студент анализирует конструктивные особенности проектируемого двигателя, определяет узлы трения, требующие смазки, температурные режимы работы, нагрузки, скорости скольжения. На основе анализа формулируются требования к смазочным материалам.
2. **Обоснование выбора моторного масла.** С использованием классификаций SAE, API, ACEA студент обосновывает выбор моторного масла по вязкостно-температурным свойствам и эксплуатационным характеристикам. Указывается рекомендуемая марка масла, его основные показатели качества, обосновывается периодичность замены.
3. **Выбор трансмиссионного масла и пластичных смазок.** Для узлов трансмиссии и других узлов двигателя (подшипники вспомогательных агрегатов) обосновывается выбор трансмиссионного масла и пластичных смазок. Указываются классы по SAE и API, тип смазки по NLGI.
4. **Обоснование выбора охлаждающей жидкости.** С учётом материала двигателя, условий эксплуатации, климатических требований обосновывается выбор охлаждающей жидкости (антифриза). Указывается класс (G11, G12, G12++, G13), температура замерзания, срок службы.
5. **Разработка рекомендаций по эксплуатации и контролю качества.** Разрабатываются рекомендации по периодичности контроля состояния масел, методам экспресс-контроля (капельная проба, контроль уровня, анализ цвета и запаха), срокам замены, а также по правилам эксплуатации охлаждающей, тормозной и гидравлической жидкостей.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 10–15 страниц, включающей:

- титульный лист с указанием темы задания, ФИО студента, группы, руководителя;
- содержание;
- введение с обоснованием актуальности выбора смазочных материалов;
- основную часть, содержащую анализ условий работы, обоснование выбора моторного масла, трансмиссионного масла, пластичных смазок, охлаждающей жидкости, рекомендации по эксплуатации и контролю качества;
- заключение с выводами по результатам выполненной работы;
- список использованных источников (включая нормативную документацию, справочную литературу, стандарты).

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Обоснование выбора моторного масла для бензинового двигателя с турбонаддувом.

2. Обоснование выбора моторного масла для дизельного двигателя с системой Common Rail.

3. Обоснование выбора трансмиссионного масла для механической коробки передач.

4. Обоснование выбора пластичных смазок для подшипниковых узлов двигателя.

5. Обоснование выбора охлаждающей жидкости для двигателя с алюминиевым блоком цилиндров.

6. Разработка рекомендаций по эксплуатации и контролю качества моторного масла для автомобиля в условиях низких температур.

7. Сравнительный анализ моторных масел различных производителей для заданного типа двигателя.

8. Обоснование выбора тормозной жидкости для автомобиля с антиблокировочной системой (ABS).

Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Основы трибологии. Моторные и трансмиссионные масла

Задание 1. Расчёт индекса вязкости моторного масла

По заданным значениям кинематической вязкости масла при 40°C и 100°C определить индекс вязкости по формуле или с использованием таблиц. Сравнить полученное значение с требованиями стандарта.

Задание 2. Выбор моторного масла для двигателя по SAE, API, ACEA

Для заданного типа двигателя (бензиновый/дизельный, с турбонаддувом/без, год выпуска, условия эксплуатации) выбрать моторное масло, указав класс по SAE, категорию по API и ACEA. Обосновать выбор.

Задание 3. Расчёт вязкостно-температурной характеристики трансмиссионного масла

По заданным значениям вязкости трансмиссионного масла при различных температурах построить график зависимости вязкости от температуры. Определить класс вязкости по SAE.

Задание 4. Анализ маркировки пластичных смазок по ГОСТ и NLGI

По заданной маркировке пластичной смазки (например, Литол-24, ЦИАТИМ-221) расшифровать состав, область применения, определить класс по NLGI. Подобрать зарубежный аналог.

Модуль 2. Контроль качества масел. Специальные жидкости. Классификации

Задание 5. Анализ капельной пробы масла. Оценка степени загрязнения

По фотографии или описанию капельной пробы масла (расплыв, цвет ядра, зоны) оценить состояние масла, определить необходимость замены.

Задание 6. Расчёт периодичности замены масла по результатам контроля качества

По заданным данным о наработке двигателя, пробеге, результатам анализа масла (изменение вязкости, щелочного числа) рассчитать оптимальную периодичность замены масла.

Задание 7. Расчёт состава охлаждающей жидкости для заданной температуры замерзания

По заданной требуемой температуре замерзания определить необходимое содержание этиленгликоля (или пропиленгликоля) в охлаждающей жидкости.

Задание 8. Анализ совместимости тормозных жидкостей различных классов

По заданным классам тормозных жидкостей (DOT 3, DOT 4, DOT 5.1, DOT 5) определить возможность их смешивания, указать последствия смешивания несовместимых жидкостей.

Задание 9. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных классификаций масел

Для заданной марки моторного масла определить соответствие отечественной классификации (ГОСТ) и зарубежных классификаций (SAE, API, ACEA). Сделать вывод о взаимозаменяемости.

Оценочные средства для лабораторных занятий

Перечень лабораторных работ и контрольные вопросы для защиты

Лабораторная работа №1. Определение кинематической вязкости масла капиллярным вискозиметром

Краткое содержание: определение кинематической вязкости масла при заданной температуре с использованием капиллярного вискозиметра. Расчёт динамической вязкости.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое кинематическая и динамическая вязкость?
- Как работает капиллярный вискозиметр?
- Как влияет температура на вязкость масла?
- Какие единицы измерения вязкости используются?

Лабораторная работа №2. Определение индекса вязкости моторного масла расчётным методом

Краткое содержание: определение вязкости масла при 40°C и 100°C. Расчёт индекса вязкости по формуле или с использованием таблиц. Оценка соответствия требованиям стандарта.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что характеризует индекс вязкости?
- Как рассчитывается индекс вязкости?
- Какое значение индекса вязкости считается высоким?
- Почему высокий индекс вязкости важен для моторных масел?

Лабораторная работа №3. Определение щелочного числа моторного масла (метод потенциометрического титрования)

Краткое содержание: определение щелочного числа моторного масла методом потенциометрического титрования. Оценка остаточного ресурса масла по щелочному числу.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое щелочное число масла?
- Как щелочное число изменяется в процессе эксплуатации?
- Какое минимальное щелочное число допускается для работающего масла?
- Как щелочное число связано с моющими свойствами масла?

Лабораторная работа №4. Определение термической стабильности моторного масла

Краткое содержание: нагрев масла до заданной температуры, выдержка, определение изменения вязкости, цвета, кислотного числа. Оценка термоокислительной стабильности.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое термоокислительная стабильность масла?
- Какие факторы влияют на старение масла?
- Как оценивается термическая стабильность?
- Какие присадки улучшают термостабильность?

Лабораторная работа №5. Определение трибологических характеристик масла на четырёхшариковой машине трения (ЧШМ)

Краткое содержание: проведение испытаний масла на четырёхшариковой машине трения. Определение критической нагрузки, индекса задира, износа шариков.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое четырёхшариковая машина трения?
- Какие характеристики определяются при испытаниях?
- Что такое критическая нагрузка?
- Как оцениваются противоизносные свойства масла?

Лабораторная работа №6. Определение пенетрации пластичной смазки

Краткое содержание: измерение пенетрации (консистенции) пластичной смазки с помощью пенетрометра. Определение класса по NLGI.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое пенетрация?
- Как определяется класс консистенции по NLGI?
- Какие факторы влияют на консистенцию смазки?
- Для каких узлов применяются смазки различной консистенции?

Лабораторная работа №7. Определение температуры каплепадения пластичной смазки

Краткое содержание: определение температуры каплепадения пластичной смазки. Оценка температурной стабильности смазки.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое температура каплепадения?
- Как определяется температура каплепадения?
- Какое значение температуры каплепадения считается достаточным?
- Как температура каплепадения связана с рабочим диапазоном смазки?

Лабораторная работа №8. Капельная проба масла (экспресс-метод)

Краткое содержание: проведение капельной пробы работающего масла. Анализ зон капли (ядро, зона диффузии, периферия). Оценка степени загрязнения и необходимости замены.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое капельная проба?
- Как интерпретировать результаты капельной пробы?
- Какие признаки указывают на необходимость замены масла?
- Каковы преимущества и недостатки метода?

Лабораторная работа №9. Определение температуры начала кристаллизации охлаждающей жидкости

Краткое содержание: измерение температуры начала кристаллизации охлаждающей жидкости с использованием рефрактометра или криоскопа. Оценка соответствия требованиям.

Контрольные вопросы для защиты:

- Что такое температура начала кристаллизации?
- Как определить концентрацию этиленгликоля по температуре замерзания?
- Какая температура замерзания требуется для различных климатических зон?
- Чем отличаются антифризы G11, G12, G12++, G13?

Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Результаты освоения дисциплины используются при выполнении последующих курсовых проектов по профильным дисциплинам (Б1.1.12, Б1.1.22, Б1.2.8) и в выпускной квалификационной работе для обоснования выбора смазочных материалов и специальных жидкостей.

Промежуточная аттестация (экзамен)

Условия допуска к экзамену

Студент допускается к сдаче экзамена по итогам четвёртого семестра при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех двух рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех лабораторных работ, предусмотренных учебным планом (9 лабораторных работ).
- Выполнение и защита всех практических занятий (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта (обоснование выбора смазочных материалов и специальных жидкостей) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

Структура экзаменационного билета

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (по одному из каждого модуля) и одного практико-ориентированного задания.

Структура билета:

- **Вопрос 1** (Модуль 1): Основы трибологии, моторные масла, трансмиссионные масла, пластичные смазки.

• **Вопрос 2** (Модуль 2): Контроль качества масел, охлаждающие жидкости, тормозные и гидравлические жидкости, классификации.

• **Задание 3**: Практико-ориентированное задание (выбор масла по классификациям, анализ капельной пробы, расчёт параметров, выбор охлаждающей жидкости).

Типовые экзаменационные билеты

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1 (Модуль 1)

Моторные масла: условия работы, эксплуатационно-технические требования. Классификации моторных масел: SAE (по вязкости), API (по эксплуатационным свойствам), ACEA. Расшифровка маркировки на канистре.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Охлаждающие жидкости: назначение, состав, основные показатели качества. Классификация охлаждающих жидкостей (G11, G12, G12+, G12++, G13). Сроки службы и правила эксплуатации.

Задание 3

Для бензинового двигателя с турбонаддувом, выпуска 2020 года, эксплуатируемого в умеренном климате, выбрать моторное масло. Указать класс по SAE, категорию по API и ACEA. Обосновать выбор.

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1 (Модуль 1)

Пластичные смазочные материалы: состав, классификация по типу загустителя. Основные показатели качества: пенетрация, каплепадение, механическая стабильность. Классификация NLGI. Применение в узлах двигателя.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Изменение свойств масел в эксплуатации. Факторы, вызывающие старение масла. Методы экспресс-контроля моторных масел (капельная проба, определение вязкости полевым вискозиметром).

Задание 3

По описанию капельной пробы масла (тёмное ядро с чёткой границей, узкая зона диффузии, светлая периферия) оценить состояние масла. Сделать вывод о необходимости замены. Обосновать ответ.

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1 (Модуль 1)

Основы трибологии. Виды трения (жидкостное, граничное, смешанное). Виды износа (абразивный, адгезионный, усталостный, коррозионно-механический). Роль смазочных материалов в снижении трения и износа.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Тормозные жидкости: назначение, требования, состав. Основные показатели качества. Классификация DOT. Совместимость жидкостей различных классов. Периодичность замены.

Задание 3

Для дизельного двигателя с системой Common Rail, эксплуатируемого в условиях низких температур (до -30°C), выбрать охлаждающую жидкость. Указать тип (G11/G12/G12++/G13), требуемую температуру замерзания. Обосновать выбор.

Полный перечень теоретических вопросов к экзамену по каждой теме

Модуль 1. Основы трибологии. Моторные и трансмиссионные масла

1. Трение: виды (жидкостное, граничное, смешанное), законы трения. Износ: виды (абразивный, адгезионный, усталостный, коррозионно-механический). Смазка как способ снижения трения и износа.
2. Классификация смазочных материалов (жидкие, пластичные, твёрдые). Основные функции смазочных материалов в двигателе.
3. Состав и получение минеральных масел (селективная очистка, депарафинизация, гидроочистка). Синтетические и полусинтетические масла: преимущества, области применения.

4. Условия работы моторных масел в двигателях. Эксплуатационно-технические требования к моторным маслам.

5. Вязкостно-температурные свойства: вязкость кинематическая, индекс вязкости, динамическая вязкость при низких температурах (CCS, MRV). Влияние вязкости на пуск, прокачиваемость, износ, расход топлива.

6. Моющие, диспергирующие и нейтрализующие свойства моторных масел. Термоокислительная стабильность. Противоизносные и противозадирные свойства.

7. Антикоррозионные свойства. Совместимость с материалами уплотнений. Пенообразование. Зольность. Присадки к моторным маслам.

8. Классификации моторных масел: SAE (по вязкости), API (по эксплуатационным свойствам для бензиновых и дизельных двигателей), ACEA (европейская классификация). Отечественная классификация по ГОСТ 17479.1-2015.

9. Условия работы трансмиссионных масел. Требования к трансмиссионным маслам. Вязкостно-температурные свойства.

10. Противозадирные, противоизносные и антипиттинговые свойства трансмиссионных масел. Антикоррозионные свойства. Совместимость с материалами уплотнений.

11. Присадки к трансмиссионным маслам. Классификации трансмиссионных масел: SAE (по вязкости), API (GL-1...GL-6), ГОСТ 17479.2-2015. Маркировка и применение.

12. Индустриальные масла: назначение, классификация, основные требования.

13. Общие сведения о пластичных смазках. Состав: масляная основа, загуститель, присадки, наполнители. Классификация по типу загустителя.

14. Основные показатели качества пластичных смазок: вязкость (эффективная), предел прочности, пенетрация (консистенция), каплепадение, коллоидная стабильность, механическая стабильность, химическая стабильность, водостойкость, защитные свойства.

15. Маркировка пластичных смазок по ГОСТ. Классификация NLGI. Применение пластичных смазок в узлах двигателей и трансмиссий.

Модуль 2. Контроль качества масел. Специальные жидкости. Классификации

16. Факторы, вызывающие старение масла: окисление, термический распад, обводнение, загрязнение механическими примесями и продуктами износа, разбавление топливом.

17. Изменение физико-химических показателей масла в процессе работы. Предельные состояния и браковочные показатели.

18. Методы экспресс-контроля моторных масел (капельная проба, определение вязкости полевым вискозиметром, определение содержания воды и топлива).

19. Периодичность замены масел. Регенерация отработанных масел. Экологические аспекты утилизации.

20. Назначение и основные требования к охлаждающим жидкостям. Вода как охлаждающая жидкость: преимущества, недостатки, жёсткость и способы её устранения.

21. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости (тосолы, антифризы). Состав: этиленгликоль/пропиленгликоль, вода, присадки (антикоррозионные, антивспенивающие, стабилизирующие).

22. Основные показатели качества охлаждающих жидкостей: температура начала кристаллизации, плотность, коррозионная активность, вспениваемость, совместимость с материалами.

23. Маркировка охлаждающих жидкостей (ГОСТ 28084-2019). Тосолы и антифризы зарубежного производства (G11, G12, G12+, G12++, G13). Сроки службы, правила эксплуатации и утилизации.

24. Тормозные жидкости: назначение, требования. Состав (гликолевые, силиконовые, минеральные). Основные показатели качества: температура кипения («сухая» и «увлажнённая»), вязкостно-температурные свойства, гигроскопичность, смазывающая способность, совместимость с материалами.

25. Классификация тормозных жидкостей DOT. Маркировка, применение, периодичность замены.

26. Амортизаторные жидкости: требования, свойства, маркировка. Гидравлические масла для гидроусилителя руля и других систем.

27. Отечественные стандарты на бензины, дизельные топлива, моторные, трансмиссионные масла.

28. Зарубежные спецификации: ASTM, EN. Системы классификации API, ACEA, ILSAC, JASO. Маркировка масел на канистрах.

29. Взаимозаменяемость и совместимость топлив и масел различных производителей. Выбор топлив и масел для конкретных типов двигателей и условий эксплуатации.

30. Примеры выбора материалов для основных узлов проектируемого двигателя (моторное масло, трансмиссионное масло, пластичные смазки, охлаждающая жидкость).