



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)**

УТВЕРЖДАЮ

**Временно исполняющий обязанности
директора ИМАШ РАН,
д.т.н., профессор**



 **Ерофеев М.Н.**

2025 года

М.П.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА -
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Триботехнические свойства и методы испытаний
смазочных материалов»**

Москва

1 Общие положения

1.1 Дополнительная профессиональная программа - программа повышения квалификации: **«Триботехнические свойства и методы испытаний смазочных материалов»** для сотрудников испытательных лабораторий и производств смазочных материалов (далее по тексту – ППК) разработана в соответствии с нормами Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с учетом требований приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (зарегистрирован Минюстом России 20 августа 2013 г., регистрационный № 29444), с изменением внесенным приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499» (зарегистрирован Минюстом России 14 января 2014 г., регистрационный номер № 31014)

1.2 Повышение квалификации, осуществляемое в соответствии с ППК, проводится обучающей организацией в соответствии с учебным планом в очной форме реализации ППК.

1.3 Разделы, включенные в учебный план ППК, используются для последующей разработки календарного учебного графика, рабочих программ учебного курса, учебно-информационных материалов, оценочных материалов, учебно-методического обеспечения ППК, иных видов учебной деятельности обучающихся и форм аттестации. ППК разрабатываются обучающей организацией (организацией, осуществляющей образовательную или научно-исследовательскую деятельность) самостоятельно, с учетом актуальных положений законодательства Российской Федерации об образовании и законодательства Российской Федерации.

1.4 Содержание курса ППК «Триботехнические свойства и методы испытаний смазочных материалов» опирается на компетенции, знания, умения и навыки, полученные слушателями по основной специализации, а также при получении дополнительных общепрофессиональных компетенций, полученных при изучении таких дисциплин как «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Методы научных исследований», «Трение и износ в машинах».

1.5 Срок освоения ППК составляет 20 академических часов.

1.6 Обучающимися по ППК могут быть работники испытательных лабораторий и производств смазочных материалов или иные лица (далее - слушатели), связанные в своей профессиональной деятельности с разработкой и испытаниями смазочных материалов.

2 Цель и планируемые результаты обучения

2.1 **Целью** обучения слушателей по ППК является совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности работника нефтеперерабатывающей промышленности, включающие закрепление, обобщение, углубление и расширение знаний, полученных при базовом образовании, приобретение новых знаний и формирование умений и навыков, необходимых для расширения возможностей последующей инженерной и технологической деятельности.

Основные **задачи** изучения дисциплины:

- выработка способности участвовать в работе над разработкой новых материалов, используя базовые методы исследовательской деятельности;
- освоение методов первичной аналитической работы при лабораторных испытаниях новых смазочных материалов и контроль качества уже имеющихся промышленных разработок;
- получение практических навыков проводить лабораторные испытания, проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.

2.2 **Результатами обучения** слушателей ППК является повышение уровня их профессиональных компетенций за счет актуализации знаний и умений в области Машиностроения и Нефтеперерабатывающей промышленности.

В ходе освоения программы ППК у слушателей будут сформированы следующие компетенции универсальные компетенции (УК) и общепрофессиональные (ОПК), представленные в таблице.

Таблица - УК и ОПК формируемые у слушателей ППК

Код компетенции	Наименование компетенции слушателя
УК-2 Разработка и реализация проектов	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3. Командная работа и лидерство	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-6 Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
ОПК-1	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математиче-

	ский аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-3	Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках
ОПК-5	Способен проводить измерения физических величин, определяющих работу энергетических машин и установок
ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
ОПК-7	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий в машиностроении;
ОПК-9	Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, принимать участие в работах по расчету и проектированию машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроительных конструкций: разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения;
ОПК-10	Способен проводить патентные исследования;

В результате освоения ППК слушатель должен:

– знать место трибологии в системе технических и практических знаний; основные законы и модели трения и изнашивания; свойства и виды смазочных материалов; методы получения и принципы оптимизации свойств смазочных материалов (УК-2, УК-6, ОПК-1,2,3);

– уметь проводить лабораторные испытания и анализировать полученные экспериментальные данные; использовать стандарты и справочную литературу; выбирать методы и приборы для испытаний смазочных материалов, исходя из требований конструкции и условий эксплуатации узлов трения (УК-3, УК-6, ОПК-5,6);

– владеть навыками поиска, анализа и обобщения новых разработок, использования современных знаний для проектирования узлов трения для надёжных и долговечных технических систем (машин) (УК-6, ОПК-7,9,10).

2.3 Характеристика занятий. Теоретические занятия содержат справочную и научную информацию на уровне базового высшего образования по теме ППК. Информация представляется слушателям в виде лекций и информационно-раздаточного материала.

Практические работы предусматривает четкую формулировку цели работы, изучение методических указаний, выполнение измерений и обработку их результатов. По окончании работы слушатели предоставляют преподавателю протоколы испытаний и получают его согласие на оформление отчета,

которое осуществляется в аудиторное время. Отчеты о практических работах оформляются в соответствии с требованиями стандартов для текстовых документов.

Контрольные вопросы по курсу теоретических и практических занятий формируются наряду с содержанием тематического материала и необходимой справочной информацией для каждого раздела.

Самостоятельная работа включает изучение и анализ предложенной литературы по тематике курса.

Тестовые задания используются для текущего контроля освоения слушателями содержания курса и являются основанием для получения «Удостоверения о повышении квалификации» установленного образца.

Тестирование слушателей проводится после прохождения полного курса теоретических и практических занятий. На каждый тестовый вопрос приводятся три варианта ответа, включая один правильный. Оценка осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – более 65 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 65 % правильных ответов.

2.4 Требования к слушателям ППК. Данная программа повышения квалификации предназначена для специалистов с высшим образованием технического профиля.

2.5 Трудоемкость обучения. Трудоемкость обучения составляет 20 часов академических часов.

2.6 Характеристика новой квалификации. Область профессиональной деятельности специалистов, освоивших программу повышения квалификации, включает: машиностроение, технические средства транспорта, элементы и объекты нефтепереработки.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся специалисты, освоившие программу повышения квалификации: научно-исследовательская, испытательная, контроль качества, сервисно-эксплуатационная.

3 Учебный план

3.1 Учебный план ППК определяет перечень, последовательность, общую трудоемкость дисциплин и формы контроля знаний.

3.2 Образовательная деятельность слушателей предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ:

- лекции и самостоятельные работы;
- практические и лабораторные работы;
- получение новых знаний;
- итоговая аттестация (в форме теоретического зачета).

3.3 Соотношение общего количества учебных часов с формами работы в учебно-тематическом плане программы повышения квалификации ППК *«Триботехнические свойства и методы испытаний смазочных материалов»*

N п/п	Наимено- вание учебных тем	Общая трудоем- кость, ч	Аудиторная нагрузка, ч				
			лекцион- ные	теоретиче- ские	практиче- ские	самостоя- тельная работа	аттеста- ция
1	Тема 1	3	3	-	-	1	-
2	Тема 2	3	-	3	-		-
3	Тема 3	3	1	2	-		-
4	Тема 4	6	-	1	5		-
5	Тема 5	2	2				-
6	Итоговая аттеста- ция	2	-	-	-	-	2

4 Содержание программы

Тема 1 «Общие сведения о теории граничной и жидкостной смазки»— Лекционные занятия (3 часов): Общие сведения о теории граничной и жидкостной смазки. Историческая справка о теории трения и смазки. Жидкостное трение. Гидродинамическая теория трения. Диаграмма Герси-Штрибека. Структура и свойства граничных слоев. Граничное трение. Влияние режимов эксплуатации на трение, износ и ресурс смазочных материалов (СМ).

Самостоятельная подготовка (1 час) – ответы на вопросы для тестирования.

Тема 2 «Классификация смазочных материалов по видам и назначению» - Лекционные занятия (2 часов): Классификация СМ по видам и назначению. Физико-химические, реологические и триботехнические свойства СМ. Базовые основы для СМ: минеральные, синтетические, растительные и животные. Присадки: виды, назначение. СМ с заданными свойствами.

Самостоятельная подготовка (1 час) – ответы на вопросы для тестирования.

Тема 3 «Современные технологии производства смазочных материалов» - Лекционные занятия (2 часов): Современные технологии производства СМ. Экологический аспект производства и утилизации СМ. Биоразлагаемость СМ. Методы определения. Методы утилизации отработанных СМ.

Самостоятельная подготовка (1 час) – ответы на вопросы для тестирования.

Тема 4 «Методы испытаний смазочных материалов» – Практические занятия (1 час): Методы испытаний СМ. Жидкие смазочные материалы (ГОСТ, ASTM, DIN). Консистентные смазочные материалы (ГОСТ, ASTM, DIN).

Лабораторные занятия (4 часа): Машины трения: ЧШМ, СМТ, Стенд испытаний подшипников качения. Технические характеристики и назначение. Методы обработки экспериментальных данных. Среднеквадратичное отклонение. Дисперсия. Доверительный интервал.

Самостоятельная подготовка (1 час) – ответы на вопросы для тестирования.

Тема 5 «Современное состояние вопроса в области исследований смазочных материалов» - Лекционные занятия (2 часа): Современное состояние вопроса в области исследований смазочных материалов. Краткий обзор публикаций последних 5 лет. Современный рынок смазочных материалов СНГ, азиатского, европейского и американского регионов.

Проведение оценки качества усвоенных знаний (2 часа) – итоговая аттестация.

Таблица - Соотнесение дисциплин учебного плана ППК и формируемых в них профессиональных компетенций

№	Наименование учебных тем	Всего часов	Профессиональные компетенции										
			УК-2	УК-3	УК-6	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-7	ОПК-9	ОПК-10
1	Тема 1	4	+		+	+	+						
2	Тема 2	3	+				+	+	+				
3	Тема 3	3		+		+				+			
4	Тема 4	6		+	+				+				
5	Тема 5	2			+						+	+	+
6	Итоговая аттестация	2			+								

5 Условия реализации программы

5.1 Квалификация преподавателей, участвующих в реализации программы:

Программу реализуют профессиональные ученые, имеющие ученую степень (ученое звание) и опыт работы преподавательской деятельности.

5.2 Материально-технические условия реализации программы:

Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор. Стенды и приборы для проведения испытаний (расходные материалы и образцы). Раздаточный теоретический материал.

Аудитория, учебный класс с указанием оборудования и технических средств	Фактический адрес учебных аудиторий
<i>Лекционная аудитория:</i> класс, оборудованное место для преподавателя, стулья со столами для письма для слушателей, доска для информации, проектор, экран.	Москва, Малый Харитоньевский пер., 4, учебная аудитория

<i>Испытательная лаборатория 1:</i> - Машина трения ЧМТ-1, - Образцы масла (0,5 л), - Шары из ШХ15 диаметров 12,7 мм (16 шт.)	
<i>Испытательная лаборатория 2:</i> Машина трения СМТ-1, - Образцы масла (2 л), - Радиальные подшипники скольжения (3 пары)	
<i>Испытательная лаборатория 3:</i> Испытательный стенд подшипников качения, - Образцы масла (0,5 л), - Радиальные подшипники качения (2 шт).	

5.3 Учебно-методическое обеспечение программы:

Основная литература:

1. ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения – Введ. 1989–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 20 с.
2. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учеб. для техн. вузов / А. В. Чичинадзе, Э. Д. Браун, Н. А. Буше; ред. А. В. Чичинадзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 2001. - 664 с.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: учеб. для высших учебных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1990. – 528 с.
4. Коровчинский М. В. Теоретические основы работы подшипников скольжения. – 1959.
5. Гриб В. В., Буяновский И. А. Смазочные материалы и смазка деталей машин. Учебное пособие // М: Изд. ГТУ. – 2008.
6. Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л. Химмотология. – 1986.
7. Ахматов А. С. Молекулярная физика граничного трения. – 1963.
8. Богданович, П. Н. Трение и износ в машинах / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак. – Минск : Выш. шк., 1999. – 374 с.
9. Дроздов, Ю.Н. Прикладная трибология (трение, износ, смазка в технических системах) / Ю. Н. Дроздов, Е. Г. Юдин, А. И. Белов; под общ. ред. Ю. Н. Дроздова. - Москва: Эко-Пресс, 2010. - 604 с.
10. Обеспечение износостойкости изделий Метод. оценки триботехнических свойств материалов на основе полимеров: Метод. рекомендации. МР 74-82 / ВНИИ по нормализации в машиностроении; [Разраб. Свириденко А. И. и др.]. – М.: ВНИИНмаш, 1982. - 13 с.: ил.; 21 см.
11. ГОСТ 32502-2013. Жидкости смазочные. Определение противозадирных свойств на четырехшариковой машине – Введ. 2013–11–05. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 26 с.
12. Мышкин, Н.К. Трибология. Принципы и приложения / Н. К. Мышкин,

- М. И. Петроковец; Ин-т механики металлополимер. систем им. В. А. Белого Нац. акад. наук Беларуси. - Гомель: ИММС НАНБ, 2002. - 310 с.
13. Маркова Л. В. Трибодиагностика машин / Л. В. Маркова, Н. К. Мышкин; ИММС НАНБ. - Минск: Белорусская наука, 2005. - 251 с.
 14. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский. - Москва: Машиностроение, 1977. - 526с.
 15. Справочник по триботехнике: в 3-х томах / под общ. ред. М. Хебды, А. В. Чичинадзе; Н. М. Алексеев, А. Вахал и др. - Москва: Машиностроение, 1989. Т.1: Теоретические основы. – 1989. – 397 с. Справочник по триботехнике: в 3-х томах. – Москва: Машиностроение, 1989. Т.2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения. – 1989. – 416 с.

Периодические издания:

16. «Проблемы машиностроения и надежности машин», «Трение и износ»; «Tribology in Industry», «Friction», «Wear» и др.

Раздаточные материалы: Комплект методической литературы.

Электронные образовательные ресурсы: Раздел сайта www.litres.ru «Литрес» - Книги для студентов и аспирантов.

5.4 Оценка и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью итогового тестирования. В ходе итогового тестирования слушателей ППК применяется система оценивания в виде «Зачтено», «Не зачтено».

Таблица - Критерии и шкалы оценивания текущего контроля успеваемости ППК «Триботехнические свойства и методы испытаний смазочных материалов»

Оценка «Не зачтено»	Оценка «Зачтено»
Наличие правильных ответов на тестовые задания менее 65%. Неспособность слушателя ППК самостоятельно демонстрировать наличие знаний при ответах на тестовые задания, которые были представлены преподавателем на теоретических и практических занятиях, свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	Наличие правильных ответов более 65%. Слушатель ППК продемонстрировал способность к самостоятельности в подготовке и реализации полученных на теоретических и практических занятиях знаний, что свидетельствует о присутствии сформированной компетенции.

6 Оценочные материалы

Примерные тестовые вопросы (верный ответ выделен жирным шрифтом)

1

1 Какой закон считается основным в трибологии.
а) Теория Петрова
б) Закон Амонтона
в) Закон Кулона
г) Закон Амонтона-Кулона

2

2 Какой вид трения реализуется в присутствии достаточного количества смазочного материала между поверхностями трения, чтобы они не соприкасались
а) сухое трение
б) жидкостное трение
в) смешанное трение

3

3 Динамическая вязкость это -
а) мера сопротивления течению жидкости или ее деформации
б) свойство текучих тел
в) триботехническая характеристика

4

4 Диаграмма Герси-Штрибека характеризует -
а) свойства смазочного материала
б) условия смазки узлов трения
в) режимы трения

5

5 Какая величина характеризует зависимость вязкости смазочного материала от нагрузки?
а) Число Герси
б) Число Зоммерфельда
в) Число Кулона

6

6 Внешнее трение это трение -
а) между контактирующими поверхностями
б) между контактирующими поверхностям и их внутренними элементами
в) между смазочным материалов и трущимися поверхностями

7

7 Ресурс смазочных материалов (СМ) определяется следующими свойствами
а) временем, при заданной температуре, в течении которого сохраняются его первоначальные характеристики
б) нагрузкой, при которой смазочный материал сохраняет свои свойства
в) температурой, при которой смазочный материал сохраняет свои свойства

8

8 Вязкость СМ материала снижается при:
а) повышении давления
б) повышении температуры
в) снижении скорости

9

9 Какие характеристики СМ относятся к триботехническим
а) кинематическая вязкость
б) критическая нагрузка
в) плотность

10

10 Какие масла являются наиболее устойчивые к окислительным процессам
а) минеральные
б) синтетические
в) растительные

11

11 Классификация СМ по вязкости SAE имеет сколько классов:
а) 4
б) 6
в) 7

12

12 Какой вид присадки препятствует/уменьшает скорость/интенсивность изнашивания трущихся поверхностей?
а) антикоррозионная
б) противоизносная
в) депрессорная

13

13 Сколько категорий базовых масел, согласно классификации, принятой Американским институтом нефти (API), разделяют:
а) 3
б) 5
в) 7

14

14 Что такое биоразлагаемость СМ и ее значимость для окружающей среды

а) способность распадаться на простые элементы под действием солнца и бактерий

б) способность смешиваться с другими маслами

в) способность не загрязнять окружающую среду

15

15 Какие методы применяют для определения биоразлагаемости СМ в России

а) разложение на простые элементы до 80% за 28 дней

б) сокращения С-Н связей за 21 день

в) растворение в воде

16

16 Наиболее экономически обоснованный метод утилизации отработанных СМ.

а) раздельный сбор и переработка

б) сжигание

в) фильтрация и сжигание

17

17 Применение отработанных СМ.

а) модификация после переработки для повторного применения

б) изготовление консистентных смазок

в) консервация

18

18 К теплофизическим свойствам СМ относится

а) кинематическая вязкость

б) температура вспышки

в) температура застывания

19

19 Об окислительной стабильности СМ судят по значению следующего параметра:

а) Кислотное число

б) Щелочное число

в) Температура вспышки

20

20 Испытания свойств смазочных материалов проводят на машине трения:

а) ЧМТ-1

б) СМТ -1

в) ЧШМ-1

21 Среднее арифметическое значение результатов эксперимента определяется по формуле:

$$\text{а) } \bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$$

$$\text{б) } \Delta S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2}{n-1}}$$

$$\text{в) } \Delta F = \frac{t_\alpha \cdot \Delta S_n}{\sqrt{n}}$$

7 Разработчики программы повышения квалификации

Прожега Максим Васильевич, заведующий лабораторией «Исследования износа при граничной смазке» ИМАШ РАН кандидат технических наук, доцент.

Ковалева Инна Николаевна, кандидат технических наук, доцент.

Прошито, пронумеровано и
скреплено печатью 13
(тринадцать) листа (ов)

Временно исполняющий
обязанности директора
Ерофеев М.Н.

