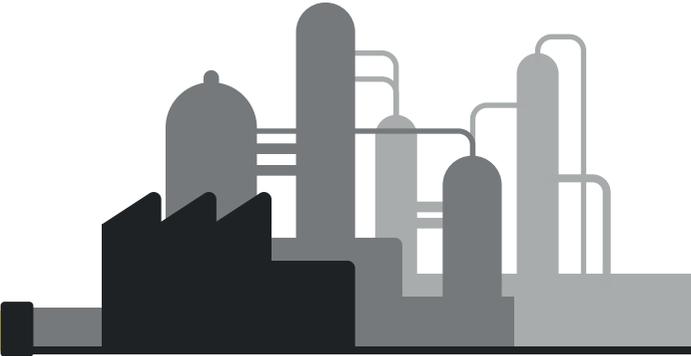


- Переход на маловязкие моторные масла
- Получение смазочных масел из биосырья
- Процессы регенерации отработанных масел
- Биоразлагаемые пластичные смазки



## СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#3 2023

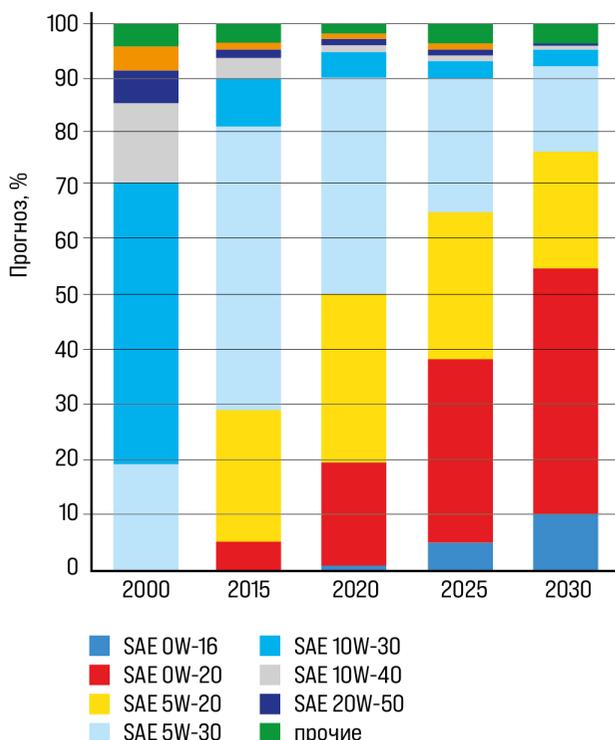


## Перспективы смазочных материалов

Совершенствование автомобильной техники стимулирует обновление требований к смазочным материалам. По данным [10807] сейчас наблюдается тенденция к переходу на маловязкие моторные масла, которые позволяют уменьшить гидродинамическое трение, и как следствие, расход топлива (на 0,5-1,5%). Например, в Северной Америке более вязкие марки SAE 5W-30 и SAE 5W-20 сменяются на SAE 0W-20 (рисунок слева). Однако, при снижении вязкости, как правило, увеличиваются износ двигателя и потери масла от испарения (метод Ноак). Применение синтетических масел на основе эфиров и полиальфаолефинов с широким температурным интервалом применения (рисунок справа), а также модификаторов трения позволяет решить указанные проблемы.

В статье [10699] рассмотрены этапы эволюции двигателей КАМАЗ. Новое семейство двигателей Р6 соответствует нормам Евро-6 и не уступает моделям ведущих мировых производителей. Проектный интервал замены масла увеличен до 150 тыс. км при использовании SAE 5W-30 (CI-4 по API, по ACEA E4, E7).

### Прогноз потребления масел в Северной Америке



## Исследования товарных масел

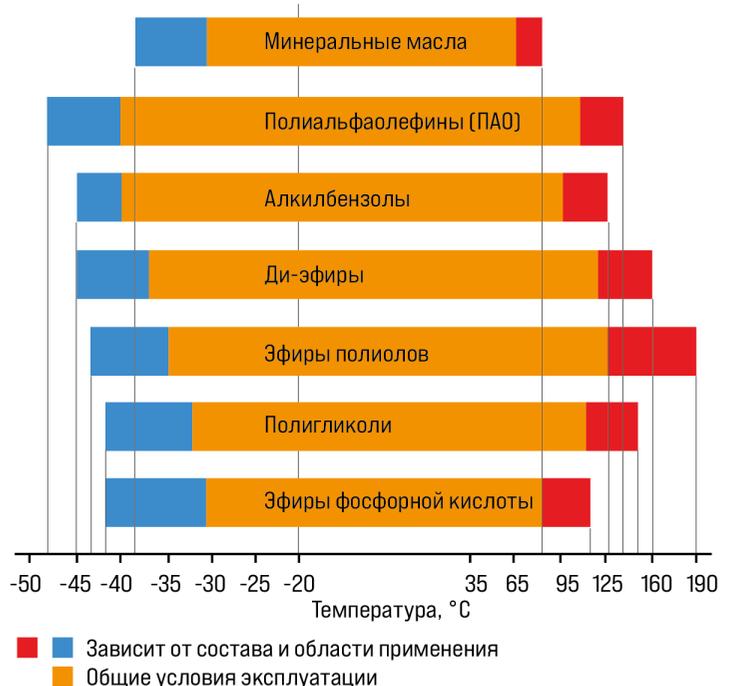
Изменения свойств разных марок моторных масел при эксплуатации в автомобилях Skoda Rapid проанализированы в статье Гродненского университета [10672]. По результатам пробега в 15 тыс. км наименьшая деградация вязкости и щелочного числа была выявлена у масел ЛУКОЙЛ SAE 5W-40 и Motul 5W-30.

Сотрудники СибАДИ и ОмГТУ [10665] установили, что при попадании воды и топлива в синтетическое масло Gazpromneft Diesel Ultra 10W-40 усугубляется процесс его окисления - повышается вязкость и кислотность, усиливается образование отложений. Это особенно проблематично в зимний период.

## Базовые масла

Нефтяные компании продолжают исследования в части разработки технологий производства базовых масел и их композиций. Роснефть запатентовала способ получения базового масла [10697] путем переработки углеводородного сырья в процессах каталитической изодепарафинизации и гидрофинишинга.

### Температурные диапазоны применимости базовых масел



Танеко в своем патенте предложили способ производства основы для ПАО-масел путем каталитической олигомеризации доцена-1 с уменьшенным выходом димеров и с высоким выходом искомого продукта [10698]. Shell работают над получением масел с высоким индексом вязкости. Одно из опубликованных изобретений раскрывает композицию моторного масла на основе GTL-фракции и масла II группы по API с добавкой полиметакрилата [10696]. Второе посвящено композиции масла на основе синтетической масляной фракции Фишера-Тропша и ПАО [10689].

Изучением перспективных базовых масел занимается Институт нефтехимических процессов Азербайджана [10673] и Китайская академия наук в [10741]. Первые рассматривают использование сложных эфиров полиолов в качестве основы для масел и анализируют способы их получения. Китайские коллеги изучают ионные жидкости типа [N88-N44][OA-MTP] и выделяют их высокую термостабильность, негорючесть, смазывающие свойства и низкую испаряемость.

Азербайджанский университет [10652] сравнил устойчивость базовых масел разных типов к каталитическому окислению при 230 °C. Для нефтяных фракций объем отложений оказался в 5-30

раз выше, чем у ПАО-4 и ПАО-8. В статье университета Цзяотун (Китай) исследовано термическое разложение синтетических эфиров, получивших распространение в качестве трансформаторных масел [10657]. Установленный механизм разложения дает теоретическую основу для определения в масле растворенных газов, характеризующих его термическое старение.

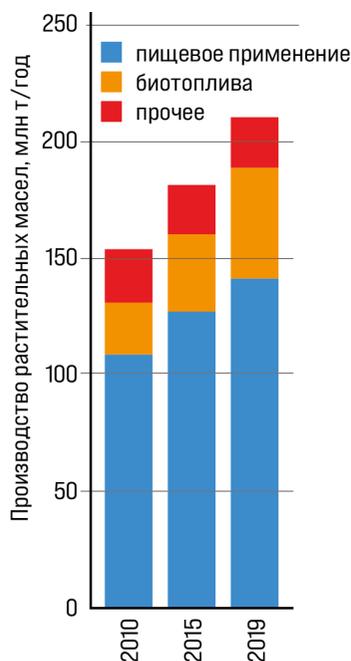
### Смазочные масла на основе биосырья

Получение биосмазочных материалов из отработанных кулинарных масел рассматривается в статье Институт науки и технологий по перспективным исследованиям (Индия) [10662]. В материале оценивается рынок масел и его структура. На рисунке представлена схема получения биомасел, среди которых можно выделить гидролиз (до жирных кислот), переэтерификацию метанолом (до FAME), с последующей этерификацией / переэтерификацией высшими спиртами или полиолами, а также эпоксидирование пероксидами.

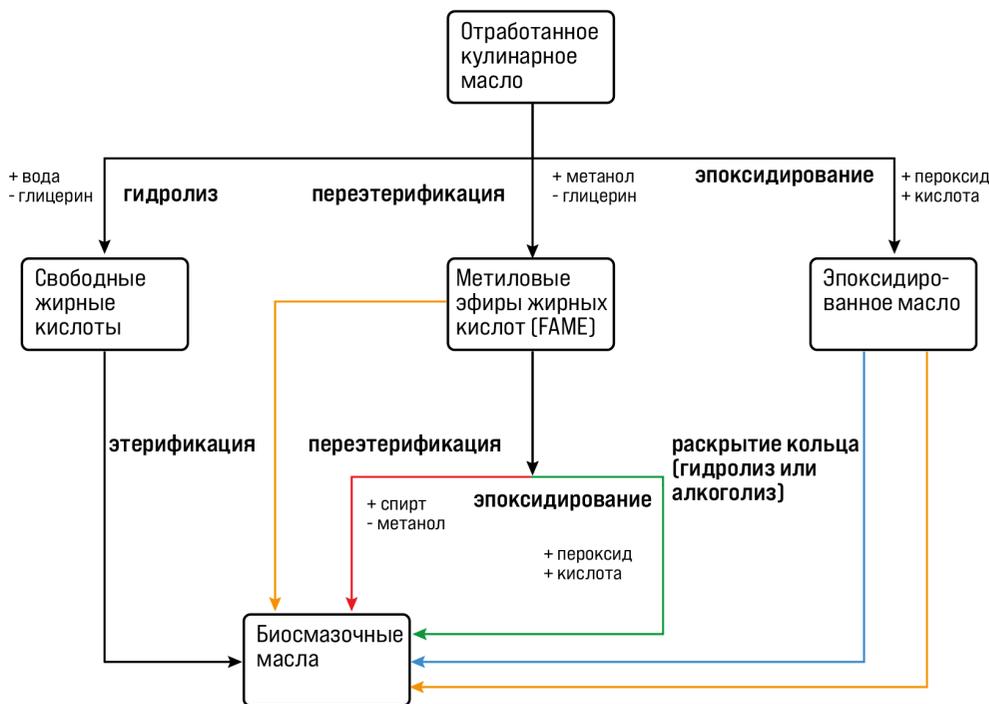
Результаты анализа смазывающих свойств биодизельного топлива на основе рапса представлены в исследовании [10675]. При его добавлении (45-60%) существенно снижается трение (в 1,5 раза) и диаметр пятна износа (в 3-4 раза).

## Получение биосмазочных материалов из отработанных масел

Статистика производства растительных масел в мире



Способы получения биосмазочных материалов из отработанного кулинарного масла



## Регенерация отработанных масел

Тамбовский государственный технический университет приводит обзор методов регенерации отработанных масел [10658], среди которых различают физические, химические и физико-химические. В зависимости от состава масла, экономической целесообразности и требований к продукту обычно применяют сочетание методов.

Новый способ очистки отработанных моторных масел, основанный на использовании простых процессов (нагрев до 80-100 °С, отстаивание 20-24 ч) и доступных реагентов (карбамид, моноэтаноламин, NH<sub>4</sub>OH) запатентован ВНИИТиН [10693].

Китайский институт нефти провел технико-экономический анализ схемы регенерации масел, состоящий из этапов: гидрирование в слое суспензии, обессоливание и удаление воды, гидроочистка в неподвижном слое [11673]. Для каждого этапа рассчитаны капитальные и эксплуатационные затраты, помимо этого проведена экологическая оценка всего процесса.

## Присадки к маслам

УГНТУ была разработана ресурсосберегающая безотходная технология получения сукцинимидных

присадок на основе алкенилянтарного ангидрида с высокими антикоррозионными и моюще-диспергирующими свойствами [10659].

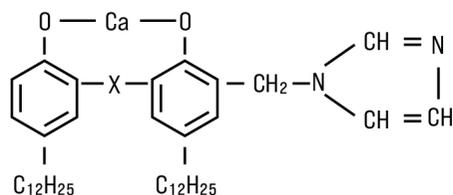
В статье Башкирского химического журнала [10661] дается обзор технологий получения производных основания Манниха и их применения в качестве диспергирующих и антиокислительных присадок. Например, такие присадки можно получить путем обработки амином и формальдегидом отработанных пищевых масел.

Египетскими учеными [10663] исследовался двухэтапный процесс получения моюще-диспергирующих присадок на основе компаундов сложных эфиров олеиновой кислоты. Изучена химическая структура и показана эффективность их применения в диапазоне 0,25-1,5%.

Синтез и исследование многофункциональных алкилфенолятных присадок описывается в статье Института химии присадок Азербайджана [10668]. Были получены три типа присадок, основанные на: 1 - конденсации додецилфенола с формальдегидом и имидазолом, 2 - их же с аммиаком, 3 - их же с серой (рисунок). По своим антикоррозионным, моющим и антиокислительным свойствам они превзошли известные присадки ЦИАТИМ-339 и ИХП-101 (таблица).

## Азотсодержащие алкилфенолятные присадки к смазочным маслам

Структура молекул присадок с разными заместителями



Присадки:

№1: X = -CH<sub>2</sub>-

№2: X = -CH<sub>2</sub>-NH-CH<sub>2</sub>-

№3: X = -S-

Физико-химические и функциональные свойства азотсодержащих алкилфенолятных присадок

Наименование показателя	Присадки				
	ЦИАТИМ-339	ИХП-101	№1	№2	№3
Зольность сульфатная, %	10,3	12,0	11,7	10,4	9,3
Щелочное число, мг КОН/г	42,0	64,8	98,5	102,5	81,1
Массовая доля Са, %	-	-	2,5	2,6	2,05
Содержание азота, %	-	-	1,0	1,2	0,95

Результаты лабораторных испытаний для масла М-8 с 5% присадки:

Коррозия на свинце по ГОСТ 20502, г/м <sup>2</sup>	65,4	18,0	5,3	2,4	7,4
Моющие свойства по ПЗВ, баллы	0,5-1,0	0,5-1,0	0,5	0,5	0,5
Диаметр пятна износа, мм	-	-	0,88	0,55	0,52
Осадок после 30 ч окисления, %	3,4	4,2	0,64	0,46	0,44
Растворимость присадки в масле	полная	полная	полная	полная	полная

Для улучшения трибологических характеристик смазочных материалов могут применяться добавки оксидов и сульфидов металлов. Например, в статье [10656] отмечена высокая эффективность наночастиц CuO в смеси с ПАО-6. Органически-модифицированные наночастицы ZnS обеспечили на 40-70% более высокие противоизносные свойства по сравнению с диалкилдитиофосфатом Zn [10666]. Применяют также наночастицы железа [10671], с получением магнитных смазочных масел [10655].

К другим типам присадок относятся биоцидные - для защиты от микроорганизмов [10653], [10654], а также противопенные [10257].

## Диссертации

В докторской диссертации Лютиковой М.Н. [10684] предложены способы улучшения электроизоляционных и антиокислительных свойств трансформаторных масел за счет добавления синтетических эфиров и ингибирующих присадок, а также методы мониторинга их свойств.

Якунина К.А. в диссертации [10685] исследовала синтез маслорастворимых противоизносных присадок: диалкилдитиофосфатов Zn и Mo, триарил- и триалкил-фосфоротионатов. Полученные присадки оказались на уровне лучших зарубежных аналогов.

## Пластичные смазки

Сотрудники ИНХС РАН [10660] создали биоразлагаемую смазку с хорошими низкотемпературными свойствами (до  $-50^{\circ}\text{C}$ ) на основе дисперсий микрофибриллированной целлюлозы в триэтилцитрате.

Получение биоразлагаемых смазок описывалось в статье Полоцкого университета [10680]. В качестве основы применяли смесь растительных и минеральных масел, а загустители - кальциевый, литий- и сульфонат-кальциевый. За счет подвижной неволокнистой структуры (рисунок), загуститель 3 обеспечивает более высокие параметры (таблица).

Патент Интесмо [10688] раскрывает способ получения смазки для тормозных цилиндров с длительным сроком службы (более 8 лет) на основе смеси ПАО, ПЭС и гидродепарафинированного масла, литиевого мыла, дибутилфталата и присадок.

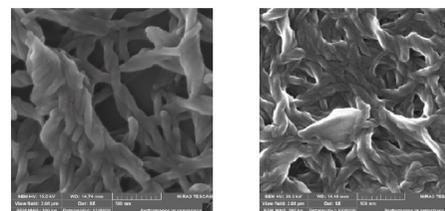
Универсальная смазка на основе сложного эфира, кремнийорганической жидкости, и загустителя - полимочевины запатентована ГНИИХТЭОС [10690].

Магнитогорский университет получил патент [10692] на устойчивую к воде смазку на основе минерального масла, Са мыла стеариновой и уксусной кислот, полипарафенилентерефаламида.

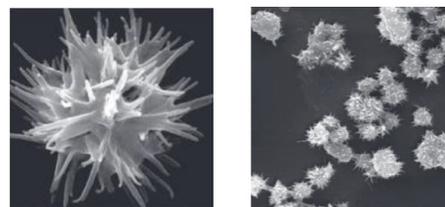
## Характеристика биоразлагаемых пластичных смазок с разными загустителями

Показатели	Пластичные смазки			
	Солидол С	Солидол БИО	OIMOL CL BIO	OIMOL KSC BIO
Тип загустителя	кальциевый гидратированный	кальциевый безводный	литий-кальциевый	сульфонат кальциевый комплекс
Температура каплепадения, $^{\circ}\text{C}$	85	115	205	225
Пенетрация, $10^{-1}$ мм	290	265	280	265
Коллоидная стабильность, %	8	8	5	4
Критическая нагрузка, Н	980	1098	1098	2520
Нагрузка сваривания, Н	1620	1960	1960	6200
Показатель износа, мм	0,63	0,61	0,50	0,41
Содержание воды, %	2-3	ост.	ост.	ост.
Биоразлагаемость, %	15	80	83	81

Микроструктура дисперсной фазы:



Литий-кальциевой смазки



Комплексной сульфонат-кальциевой смазки

## Полный перечень материалов мониторинга

в электронной версии  
ссылки кликабельны

Источник	# файла в библиотеке FD
<b>Статьи</b>	
Пенегаситель для смазочных масел: приготовление, механизм, применение   R. Chenfei, Z. Xingxing и др., <i>Molecules</i>   2023	<a href="#">[10257]</a>
Влияние состава базового масла на высокотемпературные свойств смазочных материалов   А.А. Алиева, К.К. Гулиев и др., <i>Современные научные исследования и инновации</i>   2023	<a href="#">[10652]</a>
Биоцидные присадки к топливам и маслам   Э.Р. Бабаев, <i>Известия ТулГУ</i>   2022	<a href="#">[10653]</a>
Имидозолиновые комплексы в качестве биоцидной добавки к смазочно-охлаждающим жидкостям   В.Г. Бабаева, <i>Вестник КНИИ РАН</i>   2022	<a href="#">[10654]</a>
Магнитные нанодисперсные смазочные масла, стабилизированные полимерами   А.Н. Болотов, Г.Б. Бурдо, <i>Инженерный вестник Дона</i>   2022	<a href="#">[10655]</a>
Влияние присадки к базовым маслам для улучшения трибологических характеристик в парах трения   В.П. Бирюков, Н.А. Горюнов и др., <i>Journal of advanced research in technical science</i>   2022	<a href="#">[10656]</a>
Молекулярно-динамическое исследование характеристик термического разложения синтетического эфирного масла   B. Gao, Y. Fang и др., <i>Chemical Physics Letters</i>   2023	<a href="#">[10657]</a>
Классификация методов регенерации отработанных масел   Ю.Е. Глазков, В.Ю. Глазков, <i>Тенденции развития науки и образования</i>   2022	<a href="#">[10658]</a>
Разработка технологии получения новых алкениламидосукцинимидов на основе алекинлянтарного ангидрида   В.А. Идрисова, А.А. Исламутдинова и др., <i>Нефтегазовое дело</i>   2022	<a href="#">[10659]</a>
Реология и трибология биоразлагаемых смазок на основе наноцеллюлозы   S.O. Ilyin, S.N. Gorbacheva и др., <i>Tribology International</i>   2023	<a href="#">[10660]</a>
Основания Манниха в качества присадок для топлив и масел   И.А. Джафаров, <i>Башкирский химический журнал</i>   2022	<a href="#">[10661]</a>
Отработанное кулинарное масло как перспективное сырье для биосмазочных материалов – обзор   J.R. Joshi, K.K. Bhandari и др., <i>Journal of the Indian Chemical Society</i>   2023	<a href="#">[10662]</a>
Соединения на основе олеиновой кислоты в качестве присадок к моторным маслам   R.S. Kamal, E.B. Badr и др., <i>Egyptian Journal of Petroleum</i>   2023	<a href="#">[10663]</a>
Загрязнение моторных масел при зимней эксплуатации автомобилей   С.В. Корнеев, С.В. Пашукевич и др., <i>Вестник СибАДИ</i>   2022	<a href="#">[10665]</a>
Органически модифицированные наночастицы ZnS как высокоэффективная присадка к смазочным материалам   C. Kumara, B. Armstrong и др., <i>RSC Advances</i>   2023	<a href="#">[10666]</a>
Азот- и серосодержащие алкилфенолятные присадки к моторным маслам   Э.А. Нагиева, А.А. Гадиров и др., <i>Sciences of Europe</i>   2023	<a href="#">[10668]</a>
Обоснование потенциала увеличения интервала замены моторного масла двигателя Камаз Р-6   Ф.Л. Назаров, М.Д. Ханнанов, <i>Интеллект. Инновации. Инвестиции</i>   2023	<a href="#">[10669]</a>
Несимметричные дисульфиды как присадки к трансмиссионным маслам   N.N. Novotorzhina, A.R. Sujayev и др., <i>Chemical problems</i>   2022	<a href="#">[10670]</a>
Стойкость к истиранию наносмазок на основе ПАО с олеиновой кислотой (ОА) и наночастицами оксида железа   L.R. Oliveira, T.A. Rodrigues и др., <i>Materials Today Communications</i>   2022	<a href="#">[10671]</a>

# Полный перечень материалов мониторинга

в электронной версии  
ссылки кликабельны

Источник	# файла в библиотеке FD
<b>Статьи</b>	
Исследования эксплуатационных показателей синтетических моторных масел, используемых в бензиновых двигателях легковых автомобилей   А.А. Пивоварчик и др., Вестник ГГУ   2022	<a href="#">[10672]</a>
Применение полиолов в нефтехимическом синтезе   Г.Н. Гурбанов, Вестник Башкирского государственного университета   2022	<a href="#">[10673]</a>
Биодизель на основе рапсового масла в качестве смазочного материала : сила трения и трибологический анализ   Y. Singh, E.A. Rahim и др., Prabha Materials Science Letters   2023	<a href="#">[10675]</a>
Оценка вязкости моторных масел   Р.Ш. Суфиянов, Тенденции развития науки и образования   2022	<a href="#">[10677]</a>
Восстановление качества отработанных смазочных масел с целью их повторного использования   Я.В. Зачиняев, А.В. Зачиняева, NovalInfo   2022	<a href="#">[10679]</a>
Технологии и оборудование для производства биоразлагаемых пластичных смазок   В.И. Жорник, А.В. Запольский и др., Вестник Полоцкого государственного университета   2022	<a href="#">[10680]</a>
Новые бинарные маслорастворимые ионные жидкости с высокими смазывающими свойствами   H. Fang, Y. Li и др., Tribology International   2023	<a href="#">[10741]</a>
Экономия топлива: важные перспективы   R. Shah, M. Das и др., Lube magazine online   2023	<a href="#">[10807]</a>
Оценка технико-экономических и экологических показателей комплексного процесса переработки отработанных смазочных масел   B. Yu, Y. Peng и др., Separation and Purification Technology   2023	<a href="#">[11673]</a>
<b>Диссертации</b>	
Научные основы улучшения эксплуатационных свойств трансформаторных масел   М.Н. Лютикова   2022	<a href="#">[10684]</a>
Механизм действия и повышение эффективности маслорастворимых противоизносных присадок   К.А. Якунина   2023	<a href="#">[10685]</a>
<b>Патенты</b>	
Пластичная смазка   ООО «Инновационные технологии смазок»   2022   RU 2 764 435 C1	<a href="#">[10688]</a>
Композиция смазочного масла для автомобильной коробки передач   Шелл интернешнл рисерч   2022   RU 2 768 634 C2	<a href="#">[10689]</a>
Универсальная пластичная смазка   АО «ГНИИХТЭОС»   2022   RU 2 769 692 C1	<a href="#">[10690]</a>
Низкотемпературное масло на основе полиэтилсилоксанов   П.Д. Мотренко и др.   2022   RU 2770 067 C1	<a href="#">[10691]</a>
Пластичная смазка   ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»   2022   RU 2 771 085 C1	<a href="#">[10692]</a>
Способ очистки отработанных моторных минеральных масел   ФГБНУ ВНИИТиН   2022   RU 2 773 468 C1	<a href="#">[10693]</a>
Композиция смазочного масла для двигателя внутреннего сгорания   Шелл интернешнл рисерч   2022   RU 2 780 321 C2	<a href="#">[10696]</a>
Способ получения базового масла   ПАО «НК «Роснефть»   2022   RU 2 781 062 C1	<a href="#">[10697]</a>
Способ получения основ синтетических полиолефиновых масел   АО «ТАНЕКО»   2022   RU 2 781 374 C1	<a href="#">[10698]</a>