Физико-математическая школа-интернат СФУ

***Исследовательская работа на тему***

 ***«Насколько экологичны электрокары с литий-ионным аккумулятором?»***

Автор: Гаврилова Елизавета

учащаяся 11 каппа класса

Руководитель: Зотова М. В.

Красноярск 2023

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc125922226)

[1. Виды аккумуляторов для электромобилей 5](#_Toc125922227)

[2. Добыча лития 7](#_Toc125922228)

[3. Вред от эксплуатации аккумуляторов 8](#_Toc125922229)

[4. Утилизация отработавших аккумуляторов 9](#_Toc125922230)

[5. Утилизация аккумуляторов в мире 10](#_Toc125922231)

[6. Проблемы утилизации 11](#_Toc125922232)

[7. Вред для экологии при неправильной утилизации ЛИАБ 13](#_Toc125922233)

[8. Вред экологии от автомобилей с ДВС и катализаторы 13](#_Toc125922234)

[Заключение 16](#_Toc125922235)

[Список использованных источников 18](#_Toc125922236)

# **Введение**

**Актуальность исследовательской работы.** На создание данного проекта меня подтолкнула негативная ситуация с атмосферным воздухом в Красноярске [1], влияющая на здоровье жителей. В 2021 году в Красноярске выброс вредных веществ в атмосферу от автомобилей составил 78,5 тыс. т., от стационарных источников – 108,7 тыс. т. [2].К стационарным источникам относят предприятия металлургии, теплоэнергетики, стройматериалов, коммунальные и производственные котельные, частный сектор. Как видно, суммарный вклад в загрязнение воздуха Красноярска от всех промышленных предприятия и частного сектора лишь на треть больше, чем загрязнение от выбросов автомобилей. Таким образом, в нашем городе основным источником вредных веществ для окружающей среды является автомобильный транспорт.

Сейчас люди все больше и больше задумываться о проблемах с экологией. Все большую популярность начали набирать электрокары – автомобили, приводимые в движение электродвигателем с питанием от независимого источника электроэнергии. Многие считают, что за таким видом транспорта будущее. Но на самом ли деле электромобили такие безвредные? Я захотела разобраться в данном вопросе. Я считаю, что мой проект поможет сделать людям выбор в пользу более благоприятного для окружающей среды личного транспорта.

**Гипотеза:** Электрокары вредны для экологии.

**Объект исследования:** электрокар, аккумулятор электрокара.

**Предмет исследования:** состав и утилизация аккумулятора электрокара.

**Цель:** выяснить влияние электрокаров на окружающую среду.

**Задачи:**

1. Узнать, какие бывают виды электромобилей.
2. Узнать, из каких химических элементов создаются аккумуляторы для электрокаров и насколько они вредны.
3. Изучить, как добыча лития, эксплуатация аккумуляторов и их утилизация влияют на окружающую среду.
4. Изучить влияние на окружающую среду двигателей внутреннего сгорания и сравнить с вредом от электрокаров.

**Методы работы:**

1. Анализ научной литературы
2. Классификация
3. Абстрагирование
4. Конкретизация
5. Проблемно-логический метод
6. Аналогия
7. Сравнение

# **Виды аккумуляторов для электромобилей**

**Электромобиль** – [автомобиль](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C), приводимый в движение одним или несколькими [электродвигателями](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%8F%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C) с питанием от независимого источника электроэнергии ([аккумуляторов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%8F), [топливных элементов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), [конденсаторов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) и т. п.), а не [двигателем внутреннего сгорания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B2%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F).

Учитывая тип питания электромобиля, их можно разделить на три основных типа:

1. Тип электромобилей под названием **BEV** (от Battery), где основным источником энергии является аккумуляторная батарея.

2. Второй тип электромобилей называют **FCEV, так как в них используются топливные элементы** (FuelCell), в которых с помощью химической реакции (проходящей в специальных ячейках) водорода с кислородом генерируется электричество. Выработанное электричество заряжает батарею, а она питает электродвигатель. Благодаря тому, что используется химическая реакция, выхлопом такого автомобиля является чистая вода.

3. Третий тип электромобилей представляет собой гибридные конструкции электромотора с двигателем внутреннего сгорания, из-за чего их называют **HEV** (Hybrid). Стоит отметить, что данный тип автомобилей считают электрическим только в некоторых странах, так как они только уменьшают выбросы вредных веществ, а не обнуляют их [3].

Рассмотрим BEV поближе. В основе аккумуляторов этого вида электрокаров лежит окислительно-восстановительная реакция. В структуре аккумулятора, как и в других типах батарей, есть катод, анод и электролит. Катод изготовлен из слоя солей лития на алюминиевой фольге, анод состоит из графита, нанесенного на медную фольгу. Между катодом и анодом расположен разделитель, пропитанный электролитом, проводящим ионы. Литий обладает самым высоким электрохимическим потенциалом среди всех металлов. Это означает, что литий легче всех металлов может сбросить свой электрон, находящийся на внешней оболочке, и стать положительно заряженным ионом. Когда к электродам аккумулятора приложено внешнее напряжение, литий в составе соли, находящийся на катоде, отдает свой электрон, становится ионом и устремляется к аноду. На аноде он встраивается в структуру графита и создает там положительный заряд. Электрон, в свою очередь, не может пройти через разделитель с электролитом и через внешнюю цепь попадает на медную фольгу на аноде. Так происходит накопление на аноде электронов в медной фольге и ионов лития в графите, то есть зарядка аккумулятора. При подключении к аккумулятору нагрузки происходит обратный процесс, то есть разрядка аккумулятора.

В современных литиевых аккумуляторах могут использоваться различные добавки для улучшения их характеристик. Среди них могут быть алюминий, кобальт, никель, медь, марганец, железо, титан, сера, кремний и другие. [4]

Основным типом литиевых аккумуляторов являются такназываемые литий-ионные (Li-Ion) батареи. К плюсам таких устройств стоит отнести:

* более высокое напряжение;
* повышенная плотность накопленной энергии;
* минимальный саморазряд, не превышающий 20% в год;
* отсутствие «эффекта памяти», что позволяет заряжать и разряжать аккумуляторные батареи (АКБ) в любое время;
* срок эксплуатации до 10 лет.

Из минусов стоит отметить высокую цену и небольшой температурный диапазон. Так, при температуре ниже -20°С возможны проблемы. Также высок риск взрыва при нарушении герметичности [5].

В своей работе наибольшее внимание я уделяю BEV с литий-ионными батареями. Они являются наиболее популярными у производителей электромобилей. [Литий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9)[-ионный](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%BD) аккумулятор широко распространён в современной [бытовой электронной технике](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0) и находит своё применение в качестве источника энергии в [электромобилях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C) и накопителях энергии в энергетических системах. Это самый популярный тип аккумуляторов в таких устройствах как [сотовые телефоны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD), [ноутбуки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%83%D1%82%D0%B1%D1%83%D0%BA), [цифровые фотоаппараты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82), [видеокамеры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0) и [электромобили](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C).

# **Добыча лития**

В мире есть два способа добычи лития. Первый способ – это осушение природных рассолов, то есть выкаченных из-под земли солевых озер, с использованием энергии ветра и солнца. Второй способ заключается в добычи лития из сподуменовых руд. Дальнейшая переработка литиевых солей и руд происходит на заводах и горно-обогатительных комбинатах.

Большее распространение имеет первый способ – осушение подземных солевых озер. На данный момент это самый рентабельный способ добычи лития, так как он затрагивает меньше ресурсов, в отличие от горнодобывающей промышленности. Но в данном способе есть один минус – это время, которое тратится на испарение соляных озер, в среднем полтора – два года [6].

Выкачивание подземных вод наносит большой вред для окружающей среды. Одним из крупнейших месторождений природных рассолов лития является солончак Атакама в Чили. Группа американских ученых Университета штата Аризона исследовали влияние добычи лития при осушении солевых озёр в этом регионе на состояние окружающей среды. Они пришли к выводу, что за последние 20 лет наблюдается заметное ухудшение, включающее в себя снижение растительности, повышение дневных температур, тенденцию к снижению влажности почвы и усиление засушливых условий [7]. Однако скорость этих изменений пока невысока. Но так как спрос на литий растет с каждым годом, то увеличиваются и площади добычи. Из этого следует, что все больше территорий будут подвержены экологическим изменениям, которые приводят к засушливости в данных регионах.

Добыча лития из горных пород является более энергозатратной и трудоемкой, чем осушение подземных озер. Такая добыча требует более объемных работ по разведыванию месторождений, большего количества как оборудования, так и персонала его обслуживающего. Для извлечения руды требуются буровые установки, взрывчатка, или другие способы получения руды, по результатам которых получают горную породу, подготовленную для перевозки на перерабатывающие предприятия для дальнейшего обогащения, желательно расположенную достаточно близко к месту добычи в целях экономии транспортных расходов. На заключительном этапе получают литий чистотой в 99.15%. Фактором, влияющий на природу при данном способе добычи лития, является воздействие на ландшафт [8].

# **Вред от эксплуатации аккумуляторов**

 В сравнении с автомобилями с ДВС электрокары при их эксплуатации наносят значительно меньший вред окружающей среде. Самая большая проблема для экологии от автомобилей с ДВС – это вредные выхлопы, выбрасываемые в атмосферу. У электрокаров эта проблема отсутствует, так как для передвижения они не используют горючие смеси.

 Добыча нефти наносит больший урон экологии, чем производство электроэнергии, так как это исчерпываемый ресурс, в отличие от воды или ветра. Энергия, от которой работают электрокары, в разы дешевле бензина. Также аккумуляторы могут заряжаться во время движения со склона и от солнечного света [9].

 Однако в большинстве российских городов электроэнергию, необходимую для зарядки аккумуляторов, вырабатывают посредством сжигания углеводородов, таких как уголь, мазут, газ. Эти виды топлива также являются не восполняемыми, а при их сжигании в атмосферу выделяются вредные вещества: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен, диоксид серы, неорганическая пыль и сажа.

# **Утилизация отработавших аккумуляторов**

В качестве электролита используются растворы солей лития в органических растворителях. Комплект электродов снабжен специальным герметичным корпусом, катоды и аноды этих элементов соединены с токосъемниками. Производство аккумуляторов предполагает использование различных веществ, способных нанести вред человеку, таких как литий, кобальт, ртуть, марганец и другие. Герметичный корпус батареи свидетельствует о безопасности, но как только нарушается его целостность, вредные вещества могут попасть в воздух, такие как: токсичный свинец и его соединения; ртуть, влияющая на нервную систему; никель, цинк и щелочь, которые негативно влияют на кожу. Все эти вещества, попадая в атмосферу, наносят непоправимый ущерб окружающей среде.

Особенностью отработанных литий-ионных аккумуляторов являются продукты отработанных электролитов, входящих в секции основной конструкции АКБ, на которых работают батареи, а неконтролируемые утечки данных веществ могут привести к серьезным нарушениям экологии [10].

В основные стадии переработки аккумуляторов входят:

1. Вскрытие и извлечение содержимого аккумулятора.

2. Электролит, который содержит в себе соли лития, смывается.

3. Разделяются катодные и анодные пластины.

 4. Удаляется около 75% катодного и анодного материала с пластин.

5. Переплавка алюминиевых пластин.

6. Раздробляется и переплавляется корпус из пластика [11].

Особое внимание следует уделять ручной утилизации аккумуляторных батарей, так как данный вид переработки дает возможность получать сырье наивысшего качества, но процесс считается небезопасным и трудоемким. Учитывая немалые капитальные затраты на оснащение оборудования промышленного производства данного типа с высокой стоимостью, что в свою очередь доступно не для каждого физического лица, поэтому ручная утилизация считается более популярной и доступной, чем промышленная.

# **Утилизация аккумуляторов в мире**

Своевременными являются новшества, разработанные учеными из Университета Южной Флориды, заключающиеся в особенной методике утилизации аккумуляторных батарей для обеспечения более безопасной переработки отходов. Основная мысль заключается в том, что не стоит выкидывать уже использованные аккумуляторы, а сохранять и перерабатывать для их повторного применения, но существуют проблемы с извлечением лития и кадмия, присутствующие в аккумуляторе как оксид лития-кобальта LiCoO2. Поэтому специалисты в Южной Флориде, руководствующиеся работами ученого Джеффри Каннингема, предполагают использование в переработке такой материал, как плесневелые грибы. Они обладают способностью выделять особую кислоту, которая может «смывать» металлы из соединений. Иными словами, покрывая катоды, в составе которых лежит оксид лития-кобальта, питательной средой для спор этих грибов, можно извлечь примерно 80% лития и 50% кобальта. На данный момент ученые пытаются найти новые виды грибов, которые смогут извлечь вредные вещества из аккумуляторных батарей с наиболее безопасным для окружающей среды коэффициентом.

Еще одним нововведением является производство аккумуляторных батарей нового типа, разработанные американо-японской компанией PowerJapanPlus. В основе новых аккумуляторов лежит органический электролит, работающий с катодом и анодом и состоящий из углерода, а углерод в свою очередь получают из хлопка, кофейных зерен или бамбука. Данные батареи Ryden считаются эффективными и не дорогостоящими, так как в составе не лежат тяжелые металлы. На сегодняшний момент это наиболее экологический способ хранения энергии [11].

# **Проблемы утилизации**

Для литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИАБ) свойственно содержание легковоспламеняющихся электролитов и токсичных металлов, что делает их более химически активными, и неправильное обращение может привести к серьезным проблемам, связанным с их утилизацией. Негативное влияние ЛИАБ на окружающую среду может быть значительно уменьшено за счет увеличения степени извлечения материалов из ТАБ, которые полностью истратили свой эксплуатационный ресурс. Разработаны ЛИАБ, содержащие дорогой и дефицитный кобальт, регенерация которого экономически целесообразна, чего нельзя сказать о соединениях марганца и железа, извлечение которых из лома аккумуляторов несравненно сложнее, чем получение их из природных руд, аналогичная ситуация с литием. Утилизация ЛИАБ становится все труднее из-за огромного разнообразия их конструкций, большинство из которых не связаны с демонтажем. В лучшем случае ТАБ разбирают на модули, которые затем попадают в измельчитель или высокотемпературный реактор, где они одновременно пассивируются. Но в то же время последующее извлечение материалов из батарей требует сложного комплекса химических и физических процессов.

На сегодняшний день во всем мире переработкой ЛИАБ в промышленном масштабе занимаются всего лишь несколько предприятий. То есть на данном этапе развития электромобилей мы можем столкнуться с нехваткой мощностей для переработки наиболее экологически опасной его части. Практика эксплуатации электромобилей показала, что большинство ТАБ после 3 - 5 лет эксплуатации теряют свою эффективность на 30 - 40 %, но они все еще способны «держать заряд» и могут быть использованы как накопители электроэнергии еще сотни циклов. Одним из возможных направлений повторного использования ТАБ является их использование в наборах по 3 - 5 штук в качестве накопителей энергии в составе мобильных зарядных станций для электромобилей. Такой подход продлит срок службы ТАБ и значительно уменьшит нагрузку на предприятия, перерабатывающие ЛИАБ [12].

Основной проблемой в переработке литий-ионных аккумуляторов является то, что стоимость цикла переработки выше, чем стоимость добычи лития обычным способом. Несмотря на это уже сейчас есть компании, предлагающие свои услуги по переработке литий-ионных аккумуляторов за определённую плату средняя стоимость полного цикла переработки одного килограмма литий-ионных аккумуляторов составляет один евро, а стоимость получаемых на выходе материалов меньше на более чем 60 процентов. Так, основная переработка литий-ионных батарей заключается в их плавлении до шлака и дальнейшей химической обработке для выделения некоторых металлов, таких как кобальт. Такие процессы как плавление являются энергозатратными и несут за собой выделение в атмосферу токсичных газов, в то же время качество получаемых таким способом материалов оставляет желать лучшего. Соответственно такие способы не подходят для получения прибыли, что тормозит развитие данной сферы, так еще и за переработку литий-ионных аккумуляторов необходимо платить, что резко ограничивает количество поступаемых на переработку аккумуляторов. Еще стоит понимать, что в мире не существует утвержденного стандарта для состава аккумуляторов, что существенно затрудняет стандартизацию переработки литий-ионных источников тока. По данным на 2019 год из 180000 тонн доступных для переработки литий-ионных батарей было переработано всего чуть больше половины. С каждым годом количество литий-ионных источников тока будет только расти, одна только автомобильная отрасль по прогнозам аналитиков вырастет до автопарка в 145 миллионов автомобилей. И во всех них будет стоять литий-ионный аккумулятор, который необходимо будет утилизировать [13].

# **Вред для экологии при неправильной утилизации ЛИАБ**

Серьезной проблемой, которая может возникнуть при неправильной утилизации ЛИАБ, является загрязнение грунтовых вод. Дождевая вода, просачиваясь сквозь твердые бытовые отходы, захороненные на свалке, растворяет в себе токсические вещества, присутствующие в мусоре [14].

Катодные и анодные материалы, а также электролит в отработанных ЛИА оказывают серьезное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Например, алюминиевая фольга и оксид марганца в составе катода, содержащие ценнейшие металлы, вызывают поражение легких человека при вдыхании. Графит обычно раздражает глаза и слизистые оболочки. Оксид кобальта наносит вред легким и вызывает гиперемию, отек и кровотечение, а оксид никеля может вызывать рак кожи. Разложение поливинилиденфторида, который обычно используется в качестве связующего, также выделяют токсичные газы. Некоторые тяжелые металлы в отработанных ЛИАБ имеют кумулятивный эффект, что будет представлять серьезную опасность для здоровья человека после попадания в пищевую цепочку.

# **Вред экологии от автомобилей с ДВС и катализаторы**

Загрязнение автомобильным транспортом оказывает воздействие по нескольким направлениям:

* Глобальное потепление
* Загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы
* Влияние на человеческое здоровье

При эксплуатации автомобиля с ДВС источниками выбросов вредных веществ являются: отработанные газы, картерные газы, испарения из систем питания, неконтролируемый разлив на грунт эксплуатационных материалов. Свинец, находящийся в огромном количестве в отработанных газах автомобилей, попадает вместе с солями других металлов в почву, в поверхностные и грунтовые воды и поглощается растениями, которые затем использует и потребляет человек.

Выхлоп из автомобилей содержит различные парниковые газы, такие как монооксид углерода и оксид азота. Эти газы обладают способностью блокировать солнечные лучи, которые отражаются от поверхности Земли. Эта солнечная энергия попадает в атмосферу Земли и вызывает отклонения в температуре. Это один из основных факторов глобального потепления. Используя сложные климатические модели, Межправительственная группа экспертов по изменению климата прогнозирует, что глобальная средняя температура поверхности поднимется с 1,4 ℃ до 5,8 ℃ к концу 2100 года.

Глобальное потепление имеет негативное влияние на экологию, которое проявляется в опустынивании, повышении уровня моря, увеличении таяния снега и льда, сильных штормах и экстремальных природных явлениях.

Большую часть автомобилей производят так, чтобы топливо сжигалось идеально, но через некоторое время, когда автомобиль изнашивается, двигатель не может эффективно функционировать, что приводит к выбросу токсичных веществ. Эти загрязнители вредны для живых существ и вызывают множество заболеваний органов дыхания и рака легких у людей. Токсичные газы могут также разрушать растения, которые являются важной составляющей экологического цикла. Одной из самых больших угроз, которую загрязнение автомобилей создает для окружающей среды, является истощение озонового слоя. Озоновый слой предотвращает попадание вредных ультрафиолетовых (УФ) лучей в нашу атмосферу. УФ-лучи могут вызывать множество заболеваний и изменять генетический состав живых существ. Хотя хлорфторуглероды были запрещены к использованию в автомобилях, страны, где правила регулирования и контроля менее строгие, все еще используют их.

Таким образом, автотранспорт действительно имеет большое негативное влияние на окружающую среду [15].

Автокатализаторы представляют собой устройства, в которых отработанные газы двигателя внутреннего сгорания, проходя через катализатор, нагреваются и доокисляются на его рабочей поверхности. Окись углерода СО переходит в углекислый газ СО2 и воду Н2О, а окислы азота NOx превращаются в молекулярный азот N2 и пары воды благодаря каталитической способности платины, палладия, родия, а также иридия и ряда редкоземельных элементов, применяемых в автокатализаторах. Причиной образования угарного газа, окислов азота NOx и углеводородов СН является неоднородность состава горючей смеси в камере сгорания ДВС, а также неравномерность температуры и давления в различных ее частях. В некоторых зонах топливо сгорает не полностью из-за обрыва цепной реакции окисления углеводородов [16].

Таким образом, поставить катализатор на автомобиль с двигателем внутреннего сгорания куда экологичнее и дешевле, чем развивать необходимые мощности для массовой переработки литий-ионных аккумуляторов.

# **Заключение**

1. Выявлено три основных вида электромобилей: 1. **BEV – истинные электрокары на аккумуляторных источниках питания; 2. FCEV – электромобили с топливными элементами,** в которых электричество производится с помощью химической реакции соединения водорода с кислородом; 3. Семейство гибридных конструкций **HEV,** совмещающих в себе электромотор с двигателем внутреннего сгорания.

2. Изучен химический состав аккумуляторов для электромобилей. Существует несколько видов аккумуляторов: литий-ионные, алюминий-ионные, литий-серные. Наиболее опасными веществами для экологии, входящим в состав аккумуляторов, являются легковоспламеняющиеся электролиты и токсичные металлы.

3. Изучен жизненный цикл литий-ионных аккумуляторов электромобилей. Он включает в себя добычу лития, производство литий-ионных батарей, их использование в электромобилях и утилизацию. Важно оценить вред, наносимый экологии, на каждом этапе жизни литий-ионных батарей.

4. Изучено, как добыча лития и утилизация литий-ионных аккумуляторов влияют на окружающую среду. Так существует два основных вида добычи лития: осушение выкаченных из-под земли солевых озёр и добыча лития из горных пород. Первый способ добычи нарушает водный баланс экосистемы, что особенно сильно влияет на состояние растительного покрова и температуру воздуха в засушливых регионах. Второй способ добычи приводит к изменению ландшафта местности, что также с течением времени может приводить к изменениям в локальной экосистеме. Во всем мире существует огромная проблема с утилизацией литий-ионных батарей. В мире переработкой литий-ионных батарей в промышленном масштабе занимаются всего лишь несколько предприятий. То есть на данном этапе развития электромобилей мы можем столкнуться с нехваткой мощностей для переработки наиболее экологически опасной его части. В России литий-ионные аккумуляторы перерабатываются только на двух предприятиях. С 2014 года на челябинском ГК «Мегаполисресурс», а с 2019 – на ООО «НЭК» в Ярославле. Очевидно, что как только электрокары наберут популярность в России эти предприятия не справятся с потоком отработанных литий-ионных аккумуляторов.

5. Рассмотрен вред для экологии и человека при выбрасывании литий-ионных аккумуляторов на мусорные полигоны. Токсические металлы, содержащиеся в аккумуляторах, с дождевой водой могут просачиваться в грунтовые воды и попадать в пищевую цепочку человека, вызывая серьезные проблемы со здоровьем при накоплении в организме. При вдыхании некоторые вещества отработанных аккумуляторов могут приводить к серьезным поражениям легких, а также вызывать онкологические заболевания.

6. Также рассмотрен вред для экологии и человека от использования автотранспорта с двигателем внутреннего сгорания. Выхлоп содержит парниковые газы, проводящие к глобальному потеплению. Другие токсические газы способны вызывать рак легких у людей. Однако существует автокатализаторы – устройства, устанавливаемые на выхлопную трубу и нейтрализующие вредные выхлопные газы автомобилей с ДВС.

Таким образом, в ходе работы было установлено, что электрокары являются экологически безопасным видом транспорта только в период их эксплуатации. Добыча лития и отсутствие нужных мощностей для массовой переработки отработанных батарей наносят значительный вред экологии, и, как следствие, человеку.

# **Список использованных источников**

1. Власов В.А., Володина Я.В., Лебедева В.А., Загрязнение атмосферного воздуха как один из основных факторов риска здоровья граждан в городе Красноярске // Аграрное и земельное право. 2020. № 7(187). С. 86-89. (ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-kak-odin-iz-osnovnyh-faktorov-riska-dlya-zdorovya-grazhdan-v-gorode-krasnoyarske>)
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2021 году» — Красноярск, 2022. (ресурс <http://www.mpr.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/20000_gosdoklad_2021.pdf>)
3. Иванова Н. А., Удовиченко С. Е., Пьянков П. А. Эволюция электромобилей // ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМОТЕХНИКИ, ВЫПУСКXIV.2020,Таганрог С. 104-108.

(ресурс <http://rts.sfedu.ru/conferences/conf_systems_2020.pdf#page=106>)

1. Ярмоленко О. В., Юдиана А. В., Игнатова А. А. Современноесостояние и перспективы развития жидких электролитных систем для литий-ионных аккумуляторов// Электрохимическая энергетика. 2016 год (ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-zhidkih-elektrolitnyh-sistem-dlya-litiy-ionnyh-akkumulyatorov>)
2. Рыкованов А., Румянцев А., Беляев С. Современные литий-ионные аккумуляторы. Батареи на их основе // КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ • № 5 '2015 (ресурс <https://kit-e.ru/wp-content/uploads/166081.pdf>)
3. Белоус И. А., Пяткова И. А., Клюкман М. В. Литий: добыча и её ущерб экологии // EUROPEAN RESEARCH. Сборник статей XXXIII Международной научно-практической конференции, 2021. г. Пенза. C. 89-91. (ресурс <https://goo.su/plVb1t>)
4. WenjuanLiua, Datu B. AgusdinataaSoe W. Myintb. Spatiotemporal patterns of lithium mining and environmental degradation in the Atacama Salt Flat, Chile // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2019. Vol. 80, P. 145-156.
5. Кудрявцев П.Г., Кудрявцев Н.П. Литий: ресурсы, добыча и перспективы развития мирового рынка // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2018. № 10-12. С. 70-81. (ресурс [http://csl.isc.irk.ru/BD/Журналы/альтер%20энергетика%20и%20экология%20№10-12%202018г/стр%2070-81.pdf](http://csl.isc.irk.ru/BD/%D0%96%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8B/%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%20%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%E2%84%9610-12%202018%D0%B3/%D1%81%D1%82%D1%80%2070-81.pdf))
6. Романович М. А., Волобуев Д. И., Белый В. А., Беляков С. С. Актуальные проблемы использования электромобилей в современных условиях // Международнаянаучно-практическаяконференция«Энерго-ресурсосберегающие технологиииоборудованиевдороднойистроительныхотраслях»Белгород- 2020(ресурс <https://elibrary.ru/download/elibrary_44215215_88448922.pdf>)
7. Ольшанская Л. Н., Лазарева Е. Н., Клепиков А. П. Экологические аспекты утилизации литиевых химических источников тока // [Вестник Саратовского государственного технического университета](https://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-saratovskogo-gosudarstvennogo-tehnicheskogo-universiteta) (<https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-aspekty-utilizatsii-litievyh-himicheskih-istochnikov-toka>)
8. Плисеина Е.А., Золотухин Н.Н, Винокурова И.М. Анализ необходимых мер по обеспечению безопасной утилизации аккумуляторных батарей // Исследования в области естествознания, техники и технологий как фактор научно-технического прогресса. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции г. Белгород, 30 октября 2018 г. С. 121-124. (ресурс <https://apni.ru/media/Sb_k-30.10.18.pdf#page=122>)
9. Аухадеев А.Э., Рашитова Р.А., Тухбатуллина Д.И., Сафиуллин Б.И. Проблема утилизации тяговых аккумуляторных батарей электромобилей // Анализ проблем и поиск решений повышения результативности современных научных исследований. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 29 апреля 2020 г. С. 56-58 (ресурс <https://os-russia.com/SBORNIKI/RF-KON-13-1.pdf#page=56>)
10. Сысенко Н. Г., Титков А. А., Рейхерт Н. Д. Об экологичности электромобилей // Инженерный вестник Дона. 2022 г. (ресурс<https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ekologichnosti-elektromobiley>)
11. Сапожникова Г. П. Конец «мусорной цивилизации»: пути решения проблемы отходов (Ресурс <https://www.musorunet.ru/doc/sapojnikova_konec_musornoi.pdf>)
12. ЕноктаевЮ. В., Забелин Р. Р., Чурносов Д. В. Влияние автотранспорта на окружающую среду // Научный журнал. 2021 г. (ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-avtotransporta-na-okruzhayuschuyu-sredu-2>)
13. Кириченко А.С. Актуальные проблемы рециклинга автомобильных катализаторов (ресурс <https://elibrary.ru/download/elibrary_20909011_32700173.pdf> )