

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



Обзор рынка лития и его соединений в мире и России

2 издание

Москва
февраль, 2017 г.

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/38/374>

Общее количество страниц: 175 стр.
Стоимость отчета – 72 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО "ИГ «Инфомайн»" исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО "ИГ «Инфомайн»".

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	11
Введение	13
1. Минерально-сырьевая база лития. Методы переработки литиевого сырья.	14
1.1. Мировые запасы лития	14
1.2. Виды литиевого сырья.....	14
1.2.1. Месторождения гидротермального сырья.....	14
1.2.2. Месторождения, связанные с редкометалльными гранитными пегматитами.....	17
1.2.3. Вторичная переработка сырья	18
1.3. Методы переработки литиевого сырья	19
2. Мировой рынок лития.....	21
2.1. Добыча и переработка литиевого сырья за рубежом. Производство литиевого сырья по странам в 2000-2015 гг.....	21
2.2. Крупнейшие компании – продуценты литиевого сырья	24
2.2.1. <i>Talison Lithium – месторождение Greenbushes (Австралия)</i>	24
2.2.2. <i>Sociedad Quimica y Minera de Chile S.A. (SQM) (Чили)</i>	26
2.2.3. <i>FMC Corporation</i>	28
2.2.4. <i>Albemarle Corporation</i>	28
2.2.5. <i>Китайские производители</i>	29
2.3. Качество литиевых концентратов основных мировых производителей. Требования к металлическому литию и его соединениям в зависимости от области потребления	30
2.4. Мировые цены на литиевую продукцию в 2000-2015 гг.....	33
2.5. Потребление лития. Структура мирового потребления соединений лития в 2015 г.....	34
2.6. Основные мировые проекты.....	37
2.6.1. <i>Сырьевые проекты</i>	37
2.6.2. <i>Проекты по получению литиевой продукции</i>	38
2.6.3. <i>Проекты по вторичному извлечению лития из отработанных батарей</i>	39
2.6.4. <i>Проекты по производству литий-ионных батарей</i>	39
3. Минерально-сырьевая база лития в РФ.....	41
3.1. Месторождения, связанные с редкометалльными пегматитами.....	45
3.1.1. <i>Завитинское месторождение</i>	45
3.1.2. <i>Месторождения Восточно-Саянского пегматитового пояса (Иркутская область)</i>	46
Гольцовое месторождение	46
Белореченское месторождение	46
Урикское месторождение	46

3.1.3. Колмозерское месторождение.....	47
3.1.4. Полмостундровское месторождение.....	47
3.1.5. Тастыгское месторождение.....	48
3.2. Месторождения, связанные с редкометалльными гранитами.....	49
3.2.1. Орловское месторождение.....	49
3.2.2. Этыкинское месторождение.....	49
3.2.3. Улуг-Танзек (Р. Тыва).....	50
3.3. Слюдисто-флюоритовые руды (Пограничное и Вознесенское месторождения).....	51
3.4. Месторождения гидротермального сырья.....	51
3.5. Месторождения литиевого сырья стран СНГ.....	53
4. Внешнеторговые операции РФ с литием и его соединениями в 2000-2016 гг.	55
4.1. Экспорт-импорт карбоната лития.....	55
4.1.1. Импорт карбоната лития в 2000-2016 гг.....	55
4.1.2. Экспорт карбоната лития в 2000-2016 гг.....	59
4.2. Экспорт-импорт хлорида лития в 2001-2016 гг.....	60
4.2.1. Импорт хлорида лития в 2001-2016 гг.....	60
4.2.2. Экспорт хлорида лития в 2002-2016 гг.....	64
4.3. Экспорт-импорт технического гидроксида лития моногидрата в 2000-2016 гг.....	65
4.3.1. Импорт технического гидроксида лития моногидрата в 2000-2016 гг.....	66
4.3.2. Экспорт технического гидроксида лития моногидрата в 2000-2016 гг.....	69
4.4. Экспорт-импорт РФ металлического лития в 2001-2016 гг.....	72
4.4.1. Экспорт металлического лития из России в 2001-2016 гг.....	72
4.4.2. Импорт металлического лития из России в 2002-2016 гг.....	75
4.5. Экспорт моногидрата гидроксида лития-7 в 2001-2016 гг.....	76
4.6. Обзор экспортно-импортных цен на литиевые продукты в 2000-2016 гг.....	79
5. Производство лития и литиевых соединений в России.....	83
5.1. ПАО «Химико-металлургический завод» (Красноярск).....	83
5.2. ПАО «Новосибирский завод химических концентратов».....	91
5.3. ООО «ТД «Халмек» (Тульская обл.).....	101
5.4. Прочие производители литиевой продукции в РФ.....	101
6. Потребление лития и литиевых соединений в РФ.....	102
6.1. Потребление лития в алюминиевой промышленности.....	105
6.2. Потребление лития в производстве консистентных смазок.....	107
6.3. Потребление лития в производстве алюминий-литиевых сплавов.....	115
6.4. Производство литиевых химических источников тока (ХИТ) в России.....	118
АО «Литий-элемент» (Саратов).....	120
АО «Энергия» (Елец).....	122
ОАО «Верхнеуфалейский завод «Уралэлемент» (Челябинская обл.).....	125

ОАО «НИАИ «Источник» (СПб).....	127
ОАО «Аккумуляторная компания «Ригель» (СПб).....	129
ЗАО «Опытный завод НИИХИТ» (Саратов).....	131
АО «НПК «Альтернативные технологии» (МО).....	132
АО «Орион-ХИТ» (Ростовская обл.).....	134
Прочие производители.....	136
ООО «Литий-ионные технологии при ФТИ им. А.Ф. Иоффе».....	136
АО «Уральский электрохимический комбинат» (Свердловская обл.).....	136
6.5. Производство литиевых катализаторов (бутиллитий).....	137
6.6. Применение лития в выпуске химических волокон.....	139
6.7. Применение лития в выпуске спецстекло.....	140
6.8. Прочие области применения лития в РФ.....	142
7. Структура потребления лития в РФ.....	144
8. Программы и проекты по развитию литиевой промышленности в России	145
8.1. История проектов по развитию литиевой промышленности.....	145
8.2. ООО «Лиотех».....	147
8.3. Проект по добыче лития из хвостов Забайкальского ГОКа.....	148
8.4. Проект производства гидроксида лития на Ангарском электролизном химическом комбинате (Иркутская обл.).....	149
8.5. «ЛИНЭТ» – бизнес-проект по производству накопителей энергии на литий-ионных аккумуляторах в Новоуральске.....	151
8.6. Проект производства электролита для литий-ионных аккумуляторов на основе гексафторфосфата лития на Сибирском химическом комбинате (Северск).....	152
8.7. Проекты по развитию литиевого комплекса на Новосибирском заводе химических концентратов.....	153
9. Прогноз потребления лития и его соединений в России до 2025 г.	154
Контактная информация российских производителей.....	160
Контактная информация российских потребителей соединений лития.....	160
Приложение 1. Применение лития гидроксида для получения литиевых пластичных смазок.....	163
Приложение 2. Получение гидроксида лития из карбоната лития.....	166
Приложение 3. Применение гидроксида лития для синтеза лекарственных препаратов.....	168
Приложение 4. Краткое описание основных пегматитовых месторождений лития в мире (без РФ).....	171
Приложение 5. Алюминиево-литиевые сплавы (из статьи И.Н. Фридляндер /ВИАМ/).....	173
Список источников.....	175

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Характеристика основных месторождений рапы соляных озер
- Таблица 2. Минералы лития, имеющие промышленное значение
- Таблица 3. Крупнейшие мировые месторождения лития в редкометалльных пегматитах
- Таблица 4. Динамика производства разных видов литиевого сырья по странам в 2010-2014 гг. в натуральном выражении, т
- Таблица 5. Минеральный и химический состав марок сподуменового концентрата, производимого Talison (Австралия)
- Таблица 6. Качество минеральных концентратов, производимых за рубежом
- Таблица 7. Химический состав карбоната лития для различных областей потребления, %
- Таблица 8. Химический состав литиевых солей, выпускаемых компанией Chemetall GmbH, %
- Таблица 9. Химический состав металлического лития для различных областей потребления, %
- Таблица 10. Средние импортно-экспортные цены на литиевую продукцию в 2000-2015 гг., \$/кг
- Таблица 11. Структура учтенных Государственным балансом запасов лития РФ
- Таблица 12. Средние содержания полезных компонентов рассолов по перспективным участкам галогенно-карбонатной формации юга Сибирской платформы
- Таблица 13. Импортные поставки карбоната лития в РФ по странам в 2000-2010 гг., т
- Таблица 14. Импортные поставки карбоната лития в РФ по странам в 2011-2016 гг., т
- Таблица 15. Основные российские компании–импортеры карбоната лития в 2005-2010 гг., т
- Таблица 16. Основные российские компании-импортеры карбоната лития в 2011-2016 гг., т
- Таблица 17. Российские компании-импортеры хлорида лития в 2004-2010 гг., т
- Таблица 18. Российские компании-импортеры хлорида лития в 2011-2016 гг., т
- Таблица 19. Основные компании-экспортеры хлорида лития в Россию в 2016 г.*, %
- Таблица 20. Импортные поставки технического гидроксида лития моногидрата в РФ по странам в 2000-2010 гг. в натуральном выражении, т
- Таблица 21. Импортные поставки технического гидроксида лития моногидрата в РФ по странам в 2011-2016 гг. в натуральном выражении, т
- Таблица 22. Основные компании-экспортеры гидроксида лития в Россию в 2016 г., %
- Таблица 23. Российские получатели импортного моногидрата гидроксида лития в 2011-2016 гг. в натуральном выражении, т
- Таблица 24. Основные российские экспортеры гидроксида лития в 2000-2010 гг., т

- Таблица 25. Основные российские экспортеры гидроксида лития в 2011-2016 гг., т
- Таблица 26. Российские экспортные поставки технического гидроксида лития по компаниям-импортерам в 2016 г*., т, %
- Таблица 27. Основные российские экспортеры металлического лития в 2001-2010 гг., т
- Таблица 28. Основные российские экспортеры металлического лития в 2011-2016 гг., т
- Таблица 29. Направления экспортных поставок российского металлического лития по странам в 2001-2010 гг., т
- Таблица 30. Направления экспортных поставок российского металлического лития по странам в 2011-2016 гг., т
- Таблица 31. Импортные поставки в Россию металлического лития по компаниям экспортерам и импортерам в 2002-2016 гг., кг
- Таблица 32. Направления экспортных поставок гидроксида лития-7 моногидрата в 2001-2010 гг., кг
- Таблица 33. Направления экспортных поставок гидроксида лития-7 моногидрата в 2011-2016 гг., кг
- Таблица 34. Химический состав моногидрата гидроксида лития производства ПАО «Красноярский химико-металлургический завод» ГОСТ 8595-83, %
- Таблица 35. Химический состав металлического лития производства ПАО «Химико-металлургический завод» ГОСТ 8774-75, %
- Таблица 36. Основные показатели производственной деятельности ПАО «ХМЗ» в 2013-2016 гг.
- Таблица 37. Химический состав различных сортов лития металлического производства ОАО «НЗХК», %
- Таблица 38. Химический состав моногидрата гидроксида лития-7 ($\text{Li}^7\text{OH}\cdot\text{H}_2\text{O}$), производства ОАО «НЗХК»
- Таблица 39. Химический состав хлористого лития производства ОАО «НЗХК», % (ТУ 2152-017-07622236-2015)
- Таблица 40. Финансовые результаты работы ПАО «НЗХК» (в том числе литиевого производства) в 2011-2016 гг., тыс. руб.
- Таблица 41. Баланс производства-потребления лития и его соединений в России в 2001-2016 гг., в пересчете на металл, т
- Таблица 42. Динамика закупок карбоната лития алюминиевыми заводами в 2001-2010 гг. (т) и производство первичного алюминия в РФ (тыс. т)
- Таблица 43. Состав пластичных литийсодержащих смазок, выпускаемых российскими предприятиями для различных отраслей промышленности
- Таблица 44. Финансовое положение ОАО «КУМЗ» в 2012-2016 гг., млн руб.
- Таблица 45. Сравнительные характеристики герметичных аккумуляторов
- Таблица 46. Состав товарной продукции АО «Литий-элемент» по видам продукции в 2015-2016 гг., %
- Таблица 47. Финансовые показатели АО «Литий-элемент» в 2012-2016 гг., тыс. руб.

- Таблица 48. Технические характеристики литий-ионных аккумуляторных батарей производства ОАО «Энергия» (Елец)
- Таблица 49. Основные финансовые показатели работы АО «Энергия» (Елец) в 2012-2016 гг., тыс. руб.
- Таблица 50. Финансовые показатели работы ОАО «Уралэлемент» в 2012-2015 гг., млн руб.
- Таблица 51. Финансовые показатели работы ОАО «НИАИ «Источник») в 2012-2015 гг., тыс. руб.
- Таблица 52. основные технические характеристики литий-ионных аккумуляторов производства ОАО «Ригель»
- Таблица 53. Основные технические характеристики литий-ионных батарей производства ОАО «Ригель»
- Таблица 54. Финансовые показатели ЗАО «НИИХИТ» (Саратов) в 2010-2015 гг., млн руб.
- Таблица 55. Финансовые показатели АО «НПК «АЛЬТЭН» в 2012-2015 гг., тыс. руб.
- Таблица 56. Финансовые показатели АО «ИФ Орион» (Ростовская обл.) в 2010-2015 гг., млн руб.
- Таблица 57. Объемы выпуска оптического стекла в ОАО «ЛЗОС» в 2009-2016 гг., т
- Таблица 58. Краткая характеристика проекта по получению гидроксида лития батарейного сорта на АЭЖК

Список рисунков

- Рисунок 1. Соляные насыпи на солончаке Атакама
- Рисунок 2. Кристалл сподумена (Афганистан)
- Рисунок 3. Динамика мировой добычи литиевого сырья в 2000-2015 гг., тыс. т в пересчете на металлический литий, т
- Рисунок 4. Вид с воздуха на крупнейшее в мире предприятие по получения лития из рапы в пустыне Атакама (Чили)
- Рисунок 5. Распределение добычи лития по странам в 2015 г. в % от мировой добычи*
- Рисунок 6. Получение сподуменового концентрата на спиральных сепараторах на обогатительной фабрике Greenbushes (Австралия)
- Рисунок 7. Мировая структура потребления лития в 2015 г., %
- Рисунок 8. Динамика импорта в РФ карбоната лития в натуральном выражении в 2000-2016 гг., т
- Рисунок 9. Динамика российского импорта карбоната лития в денежном выражении в 2002-2016 гг., млн долл.
- Рисунок 10. Динамика импорта в Россию хлорида лития в 2001-2016 гг. в натуральном выражении, т
- Рисунок 11. Динамика импорта в Россию хлорида лития в денежном выражении в 2011-2016 гг., млн долл.
- Рисунок 12. Российский экспорт хлорида лития в 2002-2016 гг., кг
- Рисунок 13. Динамика импорта-экспорта в РФ технического моногидрата гидроксида лития в 2000-2016 гг., т
- Рисунок 14. Динамика импорта в Россию моногидрата гидроксида лития в денежном выражении в 2011-2016 гг., млн долл.
- Рисунок 15. Динамика экспорта из России гидроксида лития моногидрата в денежном выражении в 2011-2016 гг., млн долл.
- Рисунок 16. Динамика экспорта лития металлического из РФ в 2001-2016 гг., т
- Рисунок 17. Динамика экспорта из России лития металлического в денежном выражении в 2011-2016 гг., млн долл.
- Рисунок 18. Динамика экспорта гидроксида лития-7 моногидрата в 2001-2016 гг., кг
- Рисунок 19. Динамика российского экспорта гидроксида лития-7 моногидрата в 2005-2016 гг., млн долл.
- Рисунок 20. Сравнение импортных цен на карбонат лития для России и экспортных цен основных мировых производителей в 2000-2016 гг., долл./кг
- Рисунок 21. Динамика цен на импортируемый Россией хлорид лития в 2011-2016 гг., долл./кг
- Рисунок 22. Динамика экспортно-импортных цен в России технический гидроксид лития моногидрат в 2000-2016 гг., \$/кг

- Рисунок 23. Динамика экспортных цен на российский металлический литий в 2001-2016 гг., долл./кг
- Рисунок 24. Динамика экспортных цен на моногидрат гидроксида лития-7 в 2001-2016 гг., долл./кг
- Рисунок 25. Динамика импорта карбоната лития ПАО «ХМЗ» в 2011-2016 гг. в натуральном выражении, т
- Рисунок 26. Динамика производства гидроксида лития моногидрата в натуральном выражении в ПАО «ХМЗ» в 2010-2016 гг., т
- Рисунок 27. Динамика поставок технического моногидрата гидроксида лития ПАО «ХМЗ» (Красноярск) на внешний и внутренний рынки в 2004-2016 гг., т
- Рисунок 28. Литиевый комплекс ПАО «НЗХК»
- Рисунок 29. Электролизер получения лития из расплава
- Рисунок 30. Комплектация лития в металлических слитках
- Рисунок 31. Динамика выручки от реализации литиевой продукции ПАО «НЗХК» в 2011-2016 гг., млн руб.
- Рисунок 32. Динамика внутреннего российского потребления соединений лития (в пересчете на металл) в 2001-2016 гг., т
- Рисунок 33. Изменение структуры потребления пластичных смазок в России по видам в 2011-2014 гг., %
- Рисунок 34. Динамика производства ХИТ АО «Литий-элемент» в 2006-2016 гг., млн руб.
- Рисунок 35. Динамика выпуска ХИТ АО «Энергия» (Елец) в денежном выражении в 2010-2016 гг., млн руб.
- Рисунок 36. Динамика производства синтетических волокон в ОАО «Каменскволокно» в 2010-2016 гг., т
- Рисунок 37. Структура потребления лития и его соединений в РФ в 2010-2016 гг., %
- Рисунок 38. Прогноз потребления лития и его соединений в России в пересчете на металл до 2025 г. т

Аннотация

Настоящий отчет является **вторым изданием** исследования рынка лития и его соединений в России

Мониторинг рынка ведется с **2000 г.**

Цель исследования – анализ рынка лития и его соединений – мирового и российского, а также цепочек его передела в самолетостроении, атомной индустрии, производстве литий-ионных аккумуляторов, пластичных литиевых смазок и пр.

Объектами исследования являются литийсодержащие руды и рассолы, литийсодержащие минеральные концентраты, различные соединения лития, металлический литий.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ, статистики железнодорожных перевозок РФ, использованы материалы Государственной Геологической службы США (USGS), данные базы UNdata, отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов производителей лития и его соединений.

Хронологические рамки исследования: 2000-2016 гг.; прогноз – 2017-2025 гг.

География исследования: Российская Федерация.

Отчет состоит из **9** частей, содержит **175** стр., **38** рисунков и **58** табл. и **5** приложений.

Первая глава отчета посвящена мировым запасам лития, видам литиевого сырья и методам его переработки.

Вторая глава отчета посвящена минерально-сырьевой базе и производстве литиевой продукции за рубежом. Приведены сведения о мировой добыче литиевого сырья, ценах на литиевую продукцию. Описаны компании – крупнейшие продуценты литиевых соединений и сырья.

Третья глава отчета посвящена минерально-сырьевой базе лития в РФ. Даны краткие характеристики балансовых месторождений лития, а также перспективных сырьевых объектов.

В **четвертой главе** анализируются внешнеторговые операции с литием и его соединениями в 2000-2016 гг. Приведены данные об объемах экспорта и импорта изучаемой продукции, оценена региональная структура поставок.

В **пятой главе** приведены сведения о производстве лития и литиевых соединений в России в 2000-2016 гг. Рассмотрены основные производители. Представлены ГОСТы и ТУ на производимую литиевую продукцию.

Шестая глава отчета посвящена потреблению литья и его соединений в России. Описаны предприятия-потребители литейных продуктов. Дан расчет баланса производства-потребления литья и его соединений в 2001-2016 гг.

В **седьмой главе** отчета приведена структура потребления литья и его соединений по отраслям.

Восьмая глава отчета посвящена описанию программ по развитию литейной промышленности РФ и новым проектам.

Девятая глава отчета содержит прогноз производства и потребления литья и его соединений в России до 2025 г.

В адресной книге указана контактная информация производителей и потребителей литья и его соединений.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка производства литейной продукции – производители, потребители, трейдеры;

- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке литейных соединений.

Введение

По значимости в современной технике литий является одним из важнейших редких элементов. Литий – самый легкий металл. Благодаря малому объемному радиусу, он обладает наиболее прочной кристаллической решеткой, а, следовательно, и наибольшей твердостью среди щелочных металлов. Литий легко образует сплавы почти со всеми металлами – алюминием, медью, свинцом, цинком, оловом и другими (за исключением железа).

Литий отличается большим разнообразием соединений, которые востребованы во многих областях применения. Отмечается растущее использование его в сфере высоких технологий: в составе сверхлегких сплавов, пьезо- и сегнетоэлектриков, оптических стекол и оптических кристаллов для сверхчастотной техники, батарей для компьютеров, мобильных и сотовых телефонов.

На бытовом уровне он находит применение в производстве упаковочного стекла для косметических изделий, кондиционеров, миниатюрных батарей для электронных игрушек, в фармацевтике и т. д.

Основные области применения лития:

- химические источники тока (ХИТ) – **производство литий-ионных батарей;**

- производство специального стекла и керамики;

- производство катализаторов;

- производство консистентных смазок;

- электролиз алюминия.

Промышленным источником лития являются рапа соляных озер (65-75% мировой добычи) и коренные руды – редкометалльные гранитные пегматиты. Содержание оксида лития в разрабатываемых коренных месторождениях составляет 1,3-3,0% и более. Основными промышленными минералами лития в пегматитах являются: сподумен (хим. состав: Li_2O – 8,1%, Al_2O_3 – 27,4%, SiO_2 – 64,5%), на который приходится 90% от общей добычи лития из минерального сырья. Кроме того литиевыми минералами являются петалит, лепидолит, амблигонит, эвкрипит. Промышленные концентраты содержат Li_2O : сподуменные – 4-7,6%; петалитовые – 3,5-4,5%; лепидолитовые – 3,0-3,5%; амблигонитовые – 6-8%; эвкрипитовые – 5,5-6,5%.

В промышленных месторождениях рапы литий присутствует, в основном, в виде хлорида. Среднее содержание Li_2O колеблется в пределах 0,01-0,5%.

Производство литиевой продукции в СССР на начало 90-ых годов находилось в диапазоне 1100-1300 т в пересчете на металл.

После распада Союза и экономического кризиса производство лития в России к 1994 г. сократилось почти в 4 раза. В годы кризиса 2008-2010 гг. производство лития для внутренних нужд упало до 97 т.

С 1997 г. законсервировано единственное месторождение лития в РФ – Завитинское, разрабатывавшееся Забайкальским ГОКом. В настоящее время Россия полностью зависима от импорта литиевого сырья.

1. Минерально-сырьевая база лития. Методы переработки литиевого сырья.

1.1. Мировые запасы лития

Мировая добыча лития подразделяется на 2 группы с точки зрения использованного сырья. Так, в Австралии, Канаде, Бразилии, Китае этот металл извлекается из твердых минералов, а в Чили и Аргентине – из рапы соляных озер.

Мировые запасы лития – та часть общих ресурсов, извлечение которых возможно при существующих технологиях, оценивается Геологической службой США в более чем **XX млн т.**

Оценки же общих ресурсов колеблются в диапазоне **XX млн т.** При этом 76% учтенных мировых запасов приходится на рапу соляных озер.

1.2. Виды литиевого сырья

1.2.1. Месторождения гидротермального сырья

подавляющая часть мировых подтвержденных запасов лития (более 75%) заключена в литийсодержащей рапе, где он присутствует в виде различных соединений (в основном сульфатов и хлоридов). Концентрации Li_2O в рассолах колеблется от 0,01% до 0,5%, редко более. Помимо лития рассолы обогащены соединениями калия, натрия, брома, кальция и др. Месторождения литийсодержащих рассолов встречаются в мелководных бассейнах пустынных областей или в соляных озерах континентальных бассейнов, простираются на несколько десятков квадратных километров и залегают на глубине до 200 м от поверхности. Они характеризуются крупными запасами – в целом более 200 тыс. т лития. Промышленное извлечение лития **целесообразно только в случае комплексной переработки сырья, что и реализуется на практике.**

Рассол или рапу обычно концентрируют бассейновым (солнечным) выпариванием, кристаллизующиеся при этом соли являются товарными продуктами. Литий при выпаривании концентрируется в конечной рапе (маточнике) до 1 масс. % (10-14 кг/м³), откуда и производится его выделение по сложной схеме. Выпаривание обычно длится около года.

Рисунок 1. Соляные насыпи на солончаке Атакама



Источник: данные компании SQM

Извлечение лития из рапы сопряжено с меньшими производственными издержками, чем добыча и переработка горнорудного сырья, хотя месторождения литийсодержащих пегматитов расположены обычно в местностях с более благоприятными климатическими условиями. Основная характеристика солончаковых месторождений – соотношение магния и лития в составе рассола. От этого соотношения сильно зависит цена добычи лития. **Соотношения магния к литию больше 11 к 1 при текущих ценах на литий ставят под вопрос экономическую целесообразность разработки таких месторождений.** Данную характеристику следует иметь в виду, анализируя информацию компаний, специализирующихся на добыче лития.

Образование озер и саларов с высокими концентрациями лития в рапе возможно только в зонах с аридным климатом.

Основным центром добычи металла на сегодня является «**Литиевый треугольник**» Южной Америки, охватывающий территории Чили, Боливии и Аргентины. Это три солончаковых пустыни: Атакама, Юни, Омбре Муэрто. Здесь находится 70% всех доступных мировых запасов лития. 2/3 из них – на территории Боливии. Весь экспорт лития из Треугольника идет через обогатительные предприятия чилийской SQM и чилийский порт Антофагаста.

Основными соляными месторождениями являются **Salar de Atacama** (Чили), **Salar de Hombre** (Аргентина), перспективными считаются запасы рапы в Боливии и Китае (табл. 1). В США только один завод по производству карбоната лития перерабатывает рапу соляного озера (штат Невада).

Солончак **Атакама**, на котором расположено крупнейшее эксплуатируемое месторождение в мире, является самым засушливым местом на планете: уровень осадков здесь составляет 10 мм в год, а испарения – свыше 3 тыс. мм.

Salar de Atacama – самая разработанная часть Треугольника. Здесь с 1984 г. чилийская компания SQM (Sociedad Quimica y Minera de Chile S.A.) добывает литий. По оценкам экспертов, уже извлечено более половины доступных ресурсов лития из этого солончака. Оставшаяся часть может быть извлечена лишь ценой его полного уничтожения. Среднее содержание Li_2O – до 0,3%, максимальная – до 2,1%.

Salar de Hombre Muerto – второй по величине солончак. Разработка здесь начата относительно недавно (1998 г). По большей части подконтролен Аргентине и является сферой влияния другой корпорации – американской FMC.

Самое крупное по запасам месторождение рапы соляных озер **Salar de Uyuni** находится в Боливии. Расположено на высоте 3650 м и занимает площадь более 10,6 км². Средняя глубина озера – 121 м. Средняя концентрация рапы – 321 г/т. **Месторождение не разрабатывается.**

Справка: Salar de Uyuni – Солончак Уюни (исп. Salar de Uyuni) – высохшее соленое озеро на юге пустынной равнины Альтиплано (Боливия). Располагается в окрестностях города Уюни на юго-западе страны. Основные минералы – галит и гипс. Соотношение магния-лития в рассоле в три с лишним раза выше, чем в аргентинских и чилийских месторождениях, что существенно увеличивает стоимость добычи. Именно этот момент больше всего препятствует массовому экономическому освоению месторождения.

По оценкам, солончак Уюни содержит запас в 10 млрд т соли. В соли присутствует хлорид лития, который пригоден для добычи из него металла.

По мнению аналитиков отрасли в этом озере находится 50-70% мировых запасов лития (100 млн т).

Silver Peak (Clayton Valley), Nevada (США). Старое и давно освоенное месторождение в Северной Америке. Известно низким соотношением магния-лития и высоким качеством добываемого сырья. Однако на данный момент запасы существенно истощены.

Соленые озера в Тибете (Китай). Месторождения очень небольшие, с неразвитой инфраструктурой. Но отличаются очень хорошими химическими показателями. Подконтрольно китайской компании CITIC Guoan и канадской Sterling Group Ventures.

Таблица 1. Характеристика основных месторождений рапы соляных озер

Месторождение	Регион	Подтвержденные запасы Li ₂ O, тыс. т	Содержание в рапе, %		Доля в мировой добыче, %
			Li ₂ O	Другие полезные компоненты	
Salar de Atakama	Чили			Калий, натрий, магний, бор	
Salar de Hombre Muerto	Аргентина			Калий, натрий, магний, бор	
Salar del Rincon	Аргентина			-	
Salar de Uyuni	Боливия			Калий, бор	
Silver Peak	США			Калий, натрий, магний	
Dongtai Salt Lake	Китай			Бор	
Zabayu Salt Lake	Китай				

Источник: ФГУП ИМГРЭ, ВИМС, USGS

1.2.2. Месторождения, связанные с редкометалльными гранитными пегматитами

С редкометалльными гранитными пегматитами за рубежом связано около 23% запасов лития. Литиевые минералы представлены сподуменом, петалитом, лепидолитом и амблигонитом (табл. 2). Содержание Li_2O в разрабатываемых пегматитовых месторождениях составляет 1,3-3%, иногда более, минимально промышленное – 1%.

Таблица 2. Минералы лития, имеющие промышленное значение

Минерал	Формула	Содержание Li_2O		Плотность, г/см ³	Твердость, по шкале Мооса
		Теорет.	Практ.		
Сподумен	$\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$	8,1	4,5-8	3,2	6,5-7
Лепидолит	$\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}(\text{S}_3\text{AlO}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$	5,9	1,23-5,9	2,8-2,9	2-3
Амблигонит	$\text{LiAl}(\text{PO}_4)(\text{F},\text{OH})$	10,1	8-9,5	3-3,15	6,0
Петалит	$(\text{Li},\text{Na})\text{AlS}_4\text{O}_{10}$	4,89	2-4	2,39-2,46	6-6,5

Источник: обзор научно-технической литература

Основными типами литиеносных пегматитовых месторождений являются сподуменовые (альбит-сподуменовые) Kings Mountain (США), Manono-Kitotolo (Конго) и др. и поллуцит-сподумен-танталитовые: Greenbushes (Австралия), Vikita (Зимбабве), Bernic Lake (Канада) и др. (табл. 3). Сподуменовые пегматиты отличаются крупными запасами (более 200 тыс. т Li) и относительно простым минеральным составом; они представлены параллельными жильными крутопадающими линейно-вытянутыми телами длиной от 1-3 до 15-20 км, протягивающимися вдоль региональных зон разломов, мощность их изменяется от 0,5-1 до 20-25 м, вертикальный размах сподуменового оруденения достигает 3-3,5 км. Поллуцит-сподумен-танталитовые пегматиты характеризуются высокой комплексностью, пологим залеганием и поэтажным расположением пегматитовых тел, при этом верхние обогащены танталом, нижние – литием.

Рисунок 2. Кристалл сподумена (Афганистан)



Таблица 3. Крупнейшие мировые месторождения лития в редкометалльных пегматитах

Месторождение, страна	Концентратор лития	Подтвержденные запасы лития, тыс. т Li	Содержание Li ₂ O в исх. руде, %	Другие полезные компоненты
Greenbushes, Австралия	Сподумен			олово, ниобий, тантал
Gajika, Китай, провинция Сычуань	Сподумен			н. д.
Jaijika, Китай, провинция Сычуань	Сподумен			н. д.
Kings Mountain, США	Сподумен			бериллий
Maerkang, Китай, провинция Сычуань	Сподумен			-
Bernic Lake, Канада	Сподумен, петалит, лепидолит			тантал, цезий, бериллий, рубидий
Bikita, Зимбабве	Петалит, сподумен, амблигонит			олово, бериллий, цезий, тантал

Источник: ФГУП ВИМС, USGS

1.2.3. Вторичная переработка сырья

Исторически сложилось, что литийсодержащие батареи повторно не вовлекались в переработку и утилизацию. С связи с увеличением выпуска литийионных источников тока встал вопрос о извлечении металла и повторным вовлечением в производство.

Небольшое предприятие Retriev Technologies (США) по переработке Ni-Cd батарей (куда для повышения емкости добавляют литий), утилизирует в том числе и литийионные элементы. Технология утилизации включает несколько операций, включая дробление в жидком растворе, экстракцию, фильтрацию и пр. процессы. Готовым продуктом является в том числе и металлический литий.

Согласно подсчетов Аргоннской национальной лаборатории, к концу 2030 г. если спрос на литий, используемый в производстве литий-ионных аккумуляторов для электрических и гибридных транспортных средств, достигнет 28 тыс. т, то необходима разработка эффективной методики по утилизации аккумуляторных батарей.

В производство удастся вернуть практически половину используемого ранее лития.