

пользовании. Как известно, в соответствии со ст. 9 Конституции РФ «Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующих территориях». Из этого следует, что при недропользовании, безусловно, должны учитываться интересы жителей конкретного региона, тем более что речь идет о территории Крымского п-ова и прилегающих к нему акваторий.

Поэтому для данного региона России необходима оперативная разработка федерально-целевой программы «Социально-экономического развития Крымского федерального округа до 2025 года», которая должна содержать подраздел по геологическому изучению недр, воспроизводству и использованию минерально-сырьевых ресурсов, включающих федеральные и общераспространенные виды полезных ископаемых. Только исходя из стратегии социально-экономического развития Крыма в целом на основе полной инвентаризации объектов недр можно развивать дальнейшее геологическое изучение этого уникального региона России. Первоочередными объектами геологического изучения недр должны стать месторождения, обеспечивающие жизнедеятельность муниципалитетов в Крыму и Севастополе, где сейчас более 6 тыс. км автодорог, требующих масштабных инвестиций.

При реализации программы «Жилье для российской семьи» приоритет необходимо отдавать домам эконом-класса, так как только этот вид строительства жилых объектов позволяет в кратчайшие сроки реализовать данную программу.

Для общероссийского рынка важным является также развитие агропромышленного комплекса Крыма. Ресурсы недр его территории позволяют производить минеральные удобрения и успешно их применять в виноградарстве, возделывании овощей и фруктов, при этом экономя значительные затраты на их транспортировку.

Дальнейшее изучение, воспроизводство и освоение минерально-сырьевой базы ТПИ Крымского федерального округа будет способствовать социально-экономическому развитию региона и повышению жизненного уровня населения.

© Аксенов Е.М., Беляев Е.В., Садыков Р.К., 2015

Аксенов Евгений Михайлович // root@geolnerud.net
Беляев Евгений Владимирович // bel@geolnerud.net
Садыков Равиль Касимович // root@geolnerud.net

УДК 553.632.04:631.83(470+57)

Баталин Ю.В., Васильев Н.Г., Вишняков А.К., Фахрутдинов Р.З. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»)

НУЖНА ЛИ РОССИИ РАЗВИТАЯ И ДЕМОНОПОЛИЗИРОВАННАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Использование минеральных удобрений, особенно калийных, не соответствует оптимальным нормам внесения их по агрохимическим зонам России. Концентрация производства калийных удобрений только на Верхнекамском месторождении не удовлетворяет требованиям рыночной

*экономики. Подавляющая доля их экспортируется при повсеместном дефиците внутреннего рынка. Ресурсный потенциал калийных солей крупнейших соленосных бассейнов Прикаспия, Предуралья, Прибалтики, Восточной Сибири определяет реальные перспективы создания региональных сырьевых баз. Освоение их на основе внедрения инновационных технологий добычи и переработки солей позволит покрыть потребности в калийных удобрениях как внутреннего, так и внешнего рынка. **Ключевые слова:** калийное, удобрение, плодородие, норма, биохимическое, соотношение, урожайность, рынок, добыча, переработка, Россия.*

Batalin Yu.V., Vasilev N.G., Vishnyakov A.K., Fakhrutdinov R.Z. (TSNIIgeolnerud)

DOES RUSSIA NEED THE HIGHLY-DEVELOPMENT AND DEMONOPOLIZED RAW MATERIALS BASE OF POTASSIUM FERTILIZERS

*The use of mineral fertilizers, especially potash, does not correspond to the optimum application rate of the agrochemical areas of Russia. The concentration of potash production only on Verkhnekamskoye field does not satisfy the requirements of a market economy. The overwhelming share of potash exports in the widespread shortage of the domestic market. The resource potential of the largest potash salt-basins of the Caspian, Ural region, the Baltic States, Eastern Siberia defines the real prospects of the establishment of regional resource bases. Mastering them through the introduction of innovative technologies for the extraction and processing of salt would cover the need for potash of both domestic and foreign markets. **Key words:** potash, fertilizer, fertility rate, biochemical, value, productivity, market, production, refining, Russia.*

Стабильное развитие агропромышленного комплекса определяется рациональным использованием и воспроизводством плодородия сельскохозяйственных земель. Данные ВНИИАгрохимии [9] показывают, что за годы реформирования экономики России происходит выраженная деградация почв во всех ее регионах. Потенциальный вынос питательных элементов из них с урожаем многократно превышает возможную компенсацию с удобрениями (табл. 1).

Согласно данным Всероссийского НИИ агрохимии по базовому варианту потребностей в минеральных удобрениях на перспективу до 2020 г. намечаются

Таблица 1
Оценка баланса питательных веществ на 2020 г. по базовому варианту [9]

Показатель	Элементы питания*, тыс. т			
	всего	азот	фосфор	калий
Вынос питательных веществ	10 242	5048	1711	3483
Поступление с мин. удобрениями	7200	3540	1835	1825
Поступление с органич. удобрениями	2326	1509**	306	506
Баланс действующих веществ (NPK)	-722	+1	+430	-1152

*Здесь и далее — в действующем веществе: азот — N, фосфор — P₂O₅, калий — K₂O.

**В том числе 814 тыс. т биологического азота.

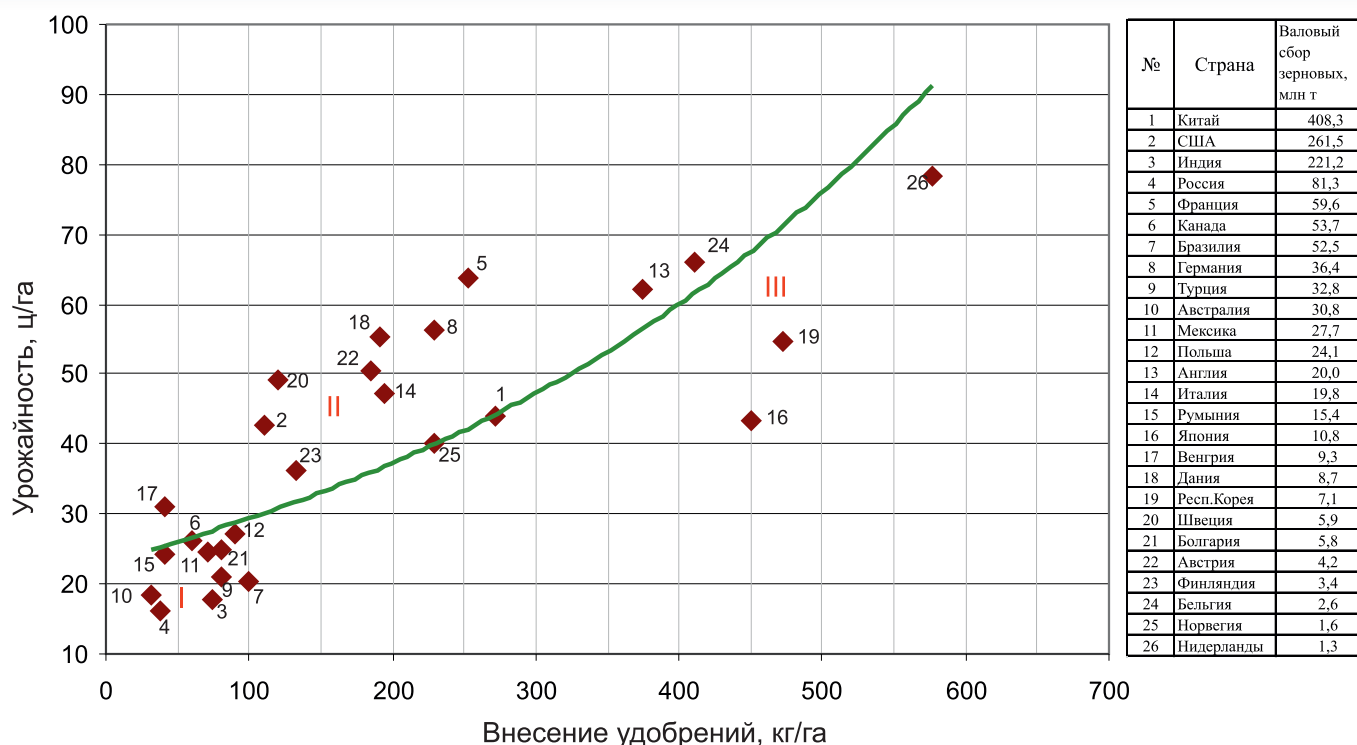


Рис. 1. Основные показатели внесения удобрений и производства зерновых культур в ведущих странах за 1993–1994 гг. По данным Российского статистического ежегодника, 1995

объемы производства зерновых в 120–125 млн. т на площади посевов 95–100 млн. га (при средней урожайности 12,5–12,6 ц/га). Показательно, что *отрицательный баланс внесения удобрений в почвы характерен только для калийной составляющей* при средней норме внесения минеральных удобрений 72 кг/га (в том числе 18,25 кг/га K_2O).

Отрицательный баланс по калию увеличится, если будет реализован оптимистический вариант при валовом сборе зерновых 145–155 млн. т в год (т.е. на уровне 1 млн. т на каждого жителя России) на сопоставимых посевных площадях (при урожайности 15,3–15,5 ц/га). По такому варианту для сохранения плодородия сельскохозяйственных земель ежегодное внесение удобрений должно составлять 14,5–20,4 млн. т в год или в среднем 145–204 кг/га, в том числе калийных не менее 70 кг/га. Требуемая величина внесения удобрений фактически сопоставима с их годовым производством: в 2011 г. — всего 18,9 млн. т, из них азотных — 7,9, калийных — 7,6 млн. т K_2O .

В мировой агропромышленной практике давно известна значительная роль в увеличении валового производства сельхозпродукции от использования минеральных удобрений как напрямую — в выращивании зерновых культур, так и косвенно — в животноводстве (через качество кормов и зеленую массу пастбищ). Четко выделяются три группы стран (рис. 1), независимо от места их положения по континентам и, следовательно, от почвенно-климатических поясов.

Первую группу составляют страны с урожайностью зерновых около 15–30 ц/га и внесением удобрений до 100 кг/га, среди них Россия и Канада. Валовый сбор зерновых в России в 1993–1994 гг. составлял 81,3 млн. т

и был в 1,5 раза больше, чем в Канаде (53,7 млн. т) при весьма высокой разнице посевных площадей (соответственно 56,3 и 19,3 млн. га, т.е. в 2,9 раза). Несмотря на определенную аналогию географического и почвенно-климатического положения обеих стран, эти различия объясняются биохимической нормой по внесению удобрений под урожай основной зерновой культуры — пшеницы: в Канаде — 87 кг/га, России — 27 кг/га, т.е. в 3,2 раза меньше (табл. 2).

Наибольшая урожайность основной зерновой культуры — пшеницы (от 30,5 до 77,9 ц/га), отмеченная в Испании, Италии, Польше, Франции, Германии и Великобритании, обеспечивается более высокими дозами внесения удобрений (более 200 кг/га) при сравнительном равенстве в них калийной и фосфатной долей.

В Канаде, Китае и Индии доля калийной составляющей в используемых под пшеницу удобрениях значительно уступает фосфатной: 0,06 кг K_2O и 0,28–0,38 кг P_2O_5 на 1 кг азота. Однако наибольшая разница для этих удобрений приходится на Аргентину, Пакистан, Турцию, Египет и Румынию. Весьма показательны биохимические соотношения в удобрениях США и России. Они фактически одинаковы: соответственно 0,14 и 0,17 кг K_2O , 0,35 и 0,41 кг P_2O_5 на 1 кг азотных. Но количество вносимых удобрений в США значительно (в 4,4 раза) превышает российское — 118 кг/га против 26,9 кг/га при сравнительно сопоставимой урожайности пшеницы (29 и 22 ц/га соответственно), но существенной разнице в ее сортности.

Во *вторую группу* (рис. 1) входят страны с урожайностью зерновых в диапазоне 35–65 ц/га и с внесением удобрений 100–290 кг/га. В нижней части этой группы находится Финляндия, в верхней — Франция, а в сред-

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на урожайность и производство пшеницы в ведущих странах за 2006–2007 гг. [15]

Страна	Посевная площадь, млн. га	Производство зерна, млн. т	Урожайность, ц/га	Внесение удобрений под пшеницу, кг/га				Биохимическое соотношение $K_2O:P_2O_5:N$	Экспорт пшеницы*, млн. т
				всего	K_2O	P_2O_5	N		
Китай	23,9	112,1	46,9	238,7	10,7	50,0	178,0	0,06:0,28:1	0,77 (12)
Индия	27,8	77,0	27,7	150,7	6,7	40,0	104,0	0,064:0,38:1	0,16 (17)
США	20,3	58,7	28,9	118,0	11,0	28,0	79,0	0,14:0,35:1	27,11 (1)
Россия	24,2	52,3	21,6	26,9	2,9	7,0	17,0	0,17:0,41:1	12,6 (5)
Франция	5,3	36,7	69,2	201,0	39,0	45,0	117,0	0,33:0,38:1	16,03 (3)
Канада	9,25	24,8	26,8	86,9	3,9	19,0	64,0	0,06:0,30:1	17,01 (2)
Германия	3,2	23,7	74,1	222,0	41,0	37,0	144,0	0,28:0,26:1	6,42 (8)
Пакистан	8,8	22,6	25,7	155,7	1,7	39,0	115,0	0,015:0,34:1	0,13 (18)
Турция	8,2	19,1	23,3	104,8	1,8	31,0	72,0	0,025:0,43:1	0,27 (15)
Украина	6,3	18,3	29,0	152,4	46	52,0	54,0	0,88:0,92:1	6,43 (7)
Австралия	13,0	17,9	13,8	44,2	2,2	22,0	20,0	0,11:1,10:1	13,88 (4)
Великобритания	1,9	14,8	77,9	375,0	45,0	46,0	284,0	0,16:0,16:1	2,36 (10)
Казахстан	13,0	13,8	10,6	4,2	0,8	1,8	1,6	0,44:1,11:1	4,09 (9)
Иран	6,5	13,4	20,6	99,0	7,0	28,0	64,0	0,11:0,44:1	0,06 (19)
Аргентина	4,7	12,7	27,0	95,2	0,2	35,0	60,0	0,003:0,58:1	8,73 (6)
Польша	2,3	8,9	38,7	401,8	62,0	77,9	261,5	0,24:0,30:1	0,76 (13)
Египет	1,3	7,9	60,8	275,4	7,9	27,8	239,7	0,03:0,12:1	-
Италия	2,0	7,3	36,5	206,0	40,5	70,5	95,0	0,43:0,74:1	0,21 (16)
Испания	1,9	5,8	30,5	438,1	60,3	105,3	272,5	0,22:0,39:1	0,48 (14)
Румыния	2,05	5,4	26,3	88,3	3,4	11,7	73,2	0,046:0,16:1	1,14 (11)

*В скобках показано место страны по экспорту пшеницы.

Примечание: Жирным шрифтом выделены страны с урожайностью пшеницы >30 ц/га.

ней — Италия, Швеция и Австрия. Китай и Норвегия размещаются на усредненной линии тренда.

Третья группа, несколько обособленная, включает страны с высокоразвитой агротехнологией и культурой земледелия: это Великобритания, Япония, Республика Корея, Бельгия и Нидерланды, в которых высокую урожайность обеспечивают самые высокие показатели внесения удобрений (более 350 кг/га), особенно азотных.

Значительные количества внесения удобрений в Нидерландах объясняются (Д. Алейнов, 2007) тем, что основная их масса используется на лугах (пастбищах и сенокосах), составляющих около 55–60 % сельскохозяйственных площадей. В других странах эта доля значительно меньше: Германия — 20 %, Франция — 30 %, Финляндия — 37 %, Великобритания — 40 %. В большинстве стран эти показатели еще более низкие, а в России пастбищные угодья фактически не удобряются.

Приведенные данные показывают, что несмотря на различное географическое и почвенно-климатическое положение стран урожайность зерновых культур во многом (по оценкам на 50–60 %) зависит от общей нормы внесения в почвы сельскохозяйственных минеральных удобрений и их биохимического (NPK) соотношения.

С этих позиций несомненный интерес представляют коллективные исследования по обоснованию оптимальных (биохимических) норм внесения минераль-

ных удобрений на потенциальные посевные площади 1990 г. Эти обоснования выполнены в доперестроечный период сотрудниками отраслевых геологических (ВНИИгеолнеруд, СНИИГГиМС, ВИЭМС), технологических (ВНИИГ, ГИГХС, НИУИФ, Госгорхимпроект и др.), сельскохозяйственных (ВИУА, ВАСХНИЛ и др.) институтов и производственных организаций (под эгидой Мингео и Госплана СССР) в ходе разработки объяснительной записки по составлению Карты геолого-экономической оценки ресурсов агрохимического сырья СССР (апатиты, фосфориты, калийные соли) масштаба 1:4 000 000 (под редакцией А.С. Зверева, В.Г. Минеева, И.И. Синягина, 1979).

Выводы и результаты этой фундаментальной разработки не потеряли своей актуальности и в рыночный период, особенно в части воспроизводства сырьевой базы минеральных удобрений и ее освоения в тесной увязке с агрохимическим районированием территории России и с внесением удобрений по оптимальным нормам в зависимости от типа почв, их качества и подвижных форм калия и фосфора (табл. 3).

На территории России наиболее развиты лесостепные и степные почвы, затем лесные, в основном южно-таежные, дающие среднюю и повышенную урожайность при внесении удобрений 80–123 кг/га в дорыночный период (1990 г.) и 25–33 кг/га в настоящее время (2011 г.), что намного меньше оптимальных норм в среднем по России (237 кг/га) — соответственно в 3 и 6 раз.

Таблица 3

Оптимальные нормы и фактическое (на 1990 и 2011 гг.) внесение минеральных удобрений (NPK) по почвенно-агрохимическим зонам России. По материалам Госкомстата РФ

Почвенно-агрохимическая зона	Преобладающий тип почв	Содержание подвижных форм		Оптимальная норма, кг/га	1990 г./2011 г.		
		P ₂ O ₅	K ₂ O		посевная площадь, млн. га	внесение удобрений, кг/га	урожайность, ц/га
Лесная среднетаежная	Глеево-подзолистые и подзолистые	Очень низкое		255	$\frac{7,84}{3,77}$	$\frac{95}{26}$	$\frac{14,1}{17,3}$
Лесная южнотаежная	Дерново-подзолистые	Низкое и очень низкое	Среднее и низкое	370	$\frac{21,65}{10,13}$	$\frac{123}{25}$	$\frac{16,7}{19,4}$
Лесостепная	Оподзоленные и черноземные	Среднее и низкое	Среднее	230	$\frac{51,52}{36,36}$	$\frac{88,5}{33,0}$	$\frac{18,2}{20,6}$
Степная	Черноземные		Высокое и среднее	170	$\frac{27,54}{22,24}$	$\frac{80}{31}$	$\frac{27,7}{26,4}$
Полустепная	Каштановые и бурые			145	$\frac{6,38}{3,61}$	$\frac{71}{42}$	$\frac{24,9}{25,5}$
Горная южносибирская	Каштановые и черноземные	Низкое	Среднее	145	$\frac{2,74}{0,54}$	$\frac{28}{6}$	$\frac{11,6}{11,5}$
В среднем по России				237	$\frac{117,7}{77,6}$	$\frac{88}{39}$	$\frac{19,5}{22,4}$

Степные и полустепные типы почв (в основном черноземные) распространены преимущественно в Южном, Северо-Кавказском и южной части Приволжского федеральных округов. Лесостепной тип примерно в равных соотношениях развит в Центральном и Приволж-

ском округах и доминирует в Сибирском и Уральском. Показательно, что фактические нормы внесения удобрений в 1990 г., а тем более в 2011 г., многократно уступают оптимальным по всем зонам, тогда как урожайность по каждой из них за эти годы фактически сопоставима. *Это подчеркивает слабое влияние на урожайность низких и средних доз внесения минеральных удобрений.*

Следовательно, современная урожайность на российских полях в основном определяется естественным плодородием почв, поскольку именно степные и полустепные подтипы их обладают средними и даже высокими содержаниями подвижных форм фосфора и калия.

Сельскохозяйственное использование минеральных удобрений в дорыночный

период (1970–1990 гг.) нарастало пропорционально объему их производства (рис. 2), а в рыночный период резко упало (в 1995 г. более чем в 6 раз по сравнению с 1990 г.) и к 2011 г. не достигло уровня, предусмотренного Федеральной целевой программой «Сохранение и

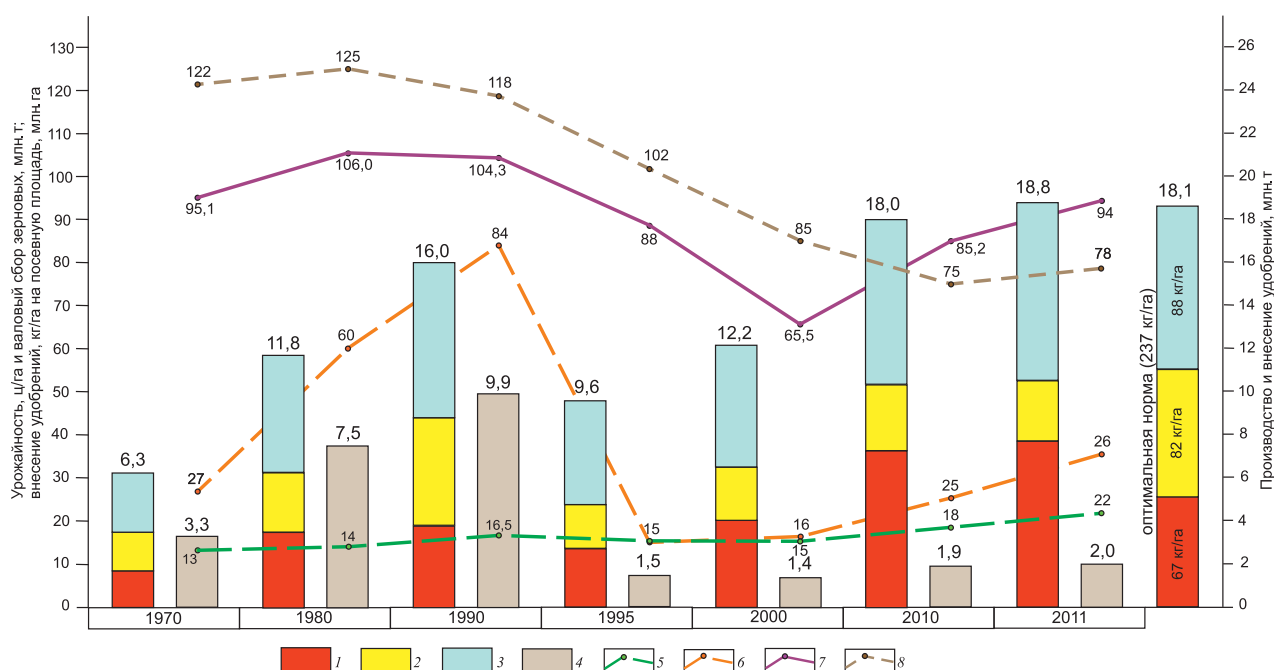


Рис. 2. Производство и использование минеральных удобрений и их влияние на урожайность и валовый сбор зерна в России за 1970–2011 гг.: 1–3 — производство минеральных удобрений, млн. т в действующем веществе (NPK): 1 — K₂O, 2 — P₂O₅, 3 — N; 4 — внесение удобрений, млн. т; 5 — урожайность зерновых, ц/га; 6 — внесение удобрений, кг/га; 7 — валовый сбор зерновых, млн. т; 8 — посевная площадь, млн. га

восстановление плодородия почв и земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы и на период до 2012 года». Объем минеральных удобрений, используемых в сельском хозяйстве в 2011 г. (2 млн. т), был ниже чем в 1970 г. в 1,65 раза, а по калийным солям не достигал намеченного уровня в 0,7–1,0 млн. т K_2O .

По мнению Б.К. Михайлова [11], «...сложившиеся к настоящему времени основные механизмы и порядок недропользования... стали сдерживающим фактором инноваций и модернизации экономики как внутри минерально-сырьевого сектора, так и в отраслях, потребляющих продукты первого и глубокого передела минерального сырья».

Показательно, что за годы реформ среднегодовое использование минеральных удобрений сократилось с 12,9 млн. т (1986–1990 гг.) до 1,4 млн. т (2000–2006 гг.), что привело к падению среднегодового производства зерновых до 76,8 млн. т (2003–2007 гг.) вместо 104,3 млн. т (1986–1990 гг.), т.е. в 1,4 раза. По оценкам Минэкономразвития, доля импортных продуктов за этот период достигала 40 % и значительно опережала темпы прироста их отечественного производства.

Другими словами, подавляющая доля российских минеральных удобрений укрепляет сельскохозяйственное производство многих стран мира в ущерб российскому. Возникают естественные вопросы — почему и для чего? Ответ прост — выгоду от этого имеют только компании, производящие и экспортирующие минеральные удобрения. Выход из такого положения по мнению академика РАН А.Л. Иванова («Природно-ресурсные ведомости», 2014, № 10) один: «Пока в стране не обеспечен среднемировой уровень урожайности зерна (3 т или 30 ц/га), несмотря на то что Россия располагает более чем половиной мировых запасов черноземов и мощным производством минеральных удобрений (16–18 млн. т д.в.). Эти ресурсы в обозримой перспективе способны обеспечить валовый сбор зерна порядка 120–150 млн. т. Неустойчивая геополитика создает уникальный шанс волевого государственного решения о развороте потока минеральных удобрений на собственные нужды».

По имеющимся оценкам («Российская газета», 2009, № 2) оптимальная годовая потребность России в зерновых составляет 75 млн. т, а по стоимости 1 т пшеницы почти эквивалентна 1 т нефти. В такой ситуации, с учетом валовых сборов зерновых за 2008–2012 гг. на уровне 86 млн. т (в млн. т: 2008 г. — 108,2; 2009 г. — 97,1; 2010 г. — 85,2; 2011 г. — 94,2; 2012 г. — 70,1), а также их переходящих запасов, Россия существенно повысила экспорт зерновых — до 25–28 млн. т за 2010–2014 гг. В 2013 г. валовый сбор зерновых составил 91 млн. т (урожайность 23,7 ц/га), в 2014 г. он достиг 105 млн. т с возможным экспортом 30–32 млн. т.

Еще раньше был сделан вывод («Прямые инвестиции», 2009, № 12), что «Российское земледелие может стать третьим по важности источником экспортных поступлений после «нефтянки и оборонки», а подъем агросектора — дополнительным ускорителем экономического развития России».

Для улучшения и сохранения экспортной тенденции необходимо (по мнению бывшего министра сельского хозяйства А. Гордеева) развитие зерновой конкуренции между крупными игроками на мировом и российском рынках, поскольку «...торговля возобновляемыми ресурсами может принести стране не меньшую выгоду, чем нефть», тем более если учитывать, что нефтегазовые месторождения России осваиваются преимущественно в северных регионах, а возобновляемые ресурсы зерновых, наоборот, сосредоточены в южных и социально развитых.

Несомненно, что сбалансированная замена экспорта минеральных удобрений на эквивалентную стоимость экспорта зерновых должна осуществляться постепенно, по мере ввода новых мощностей для выпуска удобрений, с одной стороны, а с другой — путем финансовой господдержки как их производителей, так и сельхозпредприятий, особенно в восточных регионах. Другими словами, сырьевая сущность экспорта минеральных удобрений должна сменяться их конечной — сельскохозяйственной продукцией.

Современная калийная промышленность России отличается экспортной направленностью как в физическом, так и финансовом выражении, поскольку более 80 % производимых калийных удобрений экспортируются.

Основными причинами такого положения являются, с одной стороны, монопольная концентрация производства калийных удобрений на единственном Верхнекамском месторождении (Пермский край), находящемся фактически за пределами агрозоны, их высокая стоимость, особенно с учетом транспортной составляющей, при практически повсеместной потребности, а с другой — слабый платежеспособный спрос российских сельхозпроизводителей при явно ограниченной сумме государственного субсидирования агропромышленного комплекса.

Особенно ярко это подчеркивается крайне низкими дозами внесения минеральных удобрений в степной и полустепной агрозонах Волгоградско-Саратовского Поволжья и Башкирско-Оренбургского Приуралья (рис. 3а), а также лесостепной зоны Зауралья и Западной Сибири (рис. 3б).

Показательна в этом отношении Оренбургская область, где в дорыночный период среднее внесение удобрений составляло 16,1 кг/га (1990 г.), урожайность зерновых 14,9 ц/га, а ежегодный валовый сбор их — 5,6 млн. т. В рыночный период доля внесения удобрений существенно сократилась — до 0,9 кг/га в 2000 г. и до 4,4 кг/га в 2010 г., средняя урожайность понизилась до 10,2 и 6,3 ц/га соответственно, а валовый сбор — до 3,1 и 0,74 млн. т при сравнительном равенстве посевных площадей — 3,2–2,8 млн. га. Основная причина этого заключается в том, что «...земледелие ведется в основном за счет истощения почвенного резерва...» («Питание растений», 2014, № 1) (NPK), в том числе калия, внесение которого не превышает 4 кг/га, тогда как оптимальная норма по калию для этой территории оценивается в 21 кг/га, а всех минеральных удобрений — 123 кг/га. Это принципиально важно отметить, поскольку, по заявлению губернатора Оренбургской

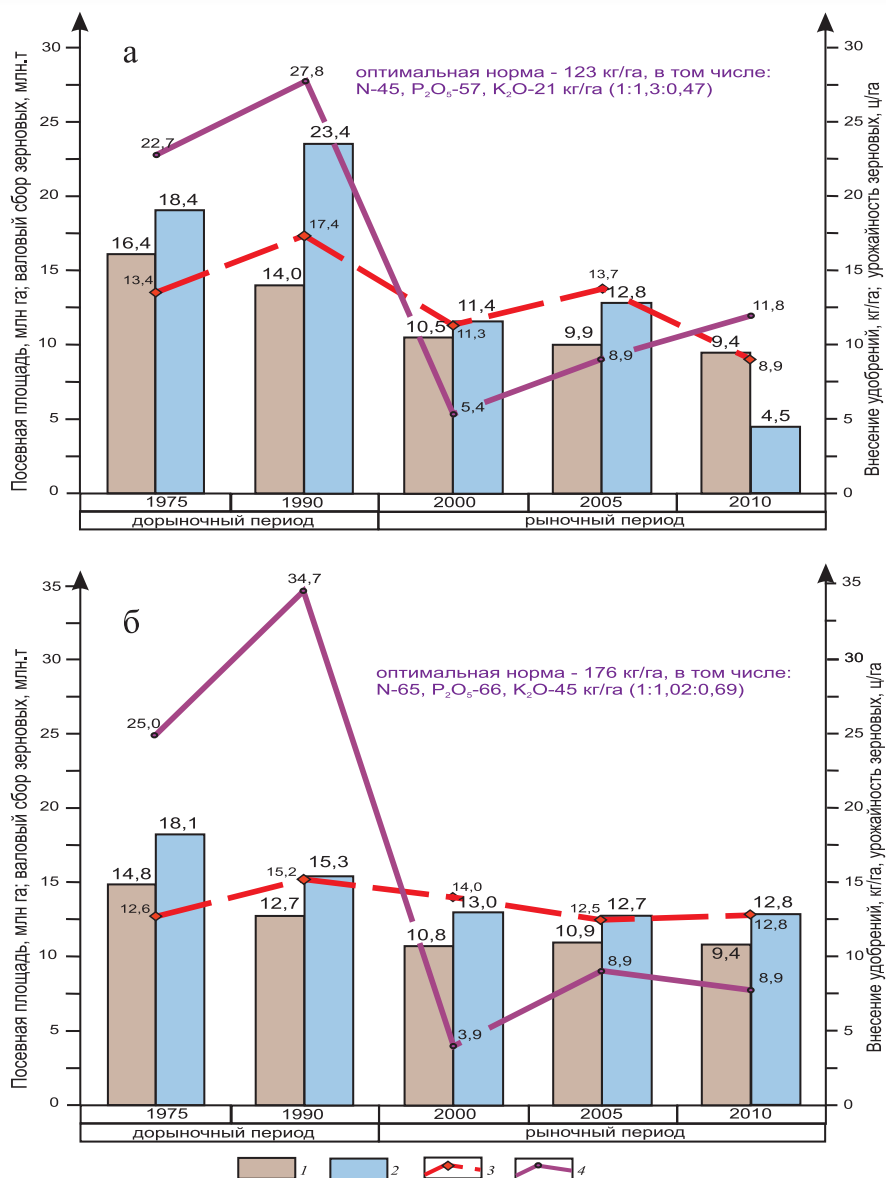


Рис. 3. Урожайность и валовый сбор зерновых в зависимости от внесения минеральных удобрений на посевные площади: а — степная и полустепная зона (Волгоградско-Саратовское Поволжье и Башкирско-Оренбургское Приуралье); б — лесостепная зона (Челябинско-Тюменское Зауралье и Омско-Алтайская зона). По данным Росгосстата

области Ю.А. Берга («Коммерсант», 2014, № 49) область «...находится в зоне рискованного земледелия...», в ней производится «...до 80 % российского объема зерна пшеницы твердых сортов. Это дорогой и очень востребованный на мировом рынке продукт... В Минсельхозе области готовится программа «Развитие производства твердой пшеницы в Оренбургской области», в которой предусматривается организация производства минеральных удобрений на территории области...».

Такие перспективы, как будет показано далее, имеются как непосредственно в Оренбургском Приуралье, так и Волгоградско-Саратовском Поволжье, поскольку там размещаются высокоперспективные объекты и перспективные площади с прогнозными ресурсами кат. P₁+P₂ калийных и калийно-магниевых солей, на которых целесообразна постановка геологоразведочных работ [4].

Мировой рынок калийных удобрений отличается неограниченной емкостью. По данным М. Прюдома [13], в 2011 г. общий спрос на калийные удобрения оценивался в 32,2 млн. т K₂O (около 50 млн. т KCl), а в 2015 г. — в 36,5 млн. т K₂O (58 млн. т KCl). В последующие годы (до 2023 г.) спрос на калийные удобрения может увеличиться на 24 млн. т KCl, в том числе: Китай — 4,2, США — 1,8 и Западная Европа — 1,5 млн. т.

Такое положение объясняется повсеместным потреблением калийных удобрений в условиях крайней географической неравномерности распределения сырьевой базы, а также высоким уровнем монополизации добычи и переработки калийных солей. Более 80 % разведанных запасов приходится на уникальные месторождения Канады, России и Белоруссии, являющихся крупнейшими производителями калийных удобрений. Существенно меньшие ресурсы калийных солей имеются в Германии, Израиле, Бразилии и др.

Россия занимает второе место в мире по запасам и добыче калийных солей, а также по производству хлористых калийных удобрений (в 2011 г. — 7,6 млн. т K₂O), достаточных для покрытия внутренних потребностей страны, определяемых по оптимальным оценкам в 5,2 млн. т K₂O. Из данных табл. 4, очевидно, что Россия обладает реальными предпосылками для развития производства калийных удобрений наряду с Приволжским ФО также в Южном, Северо-Западном и Сибирском ФО — практически в любых необходимых объемах как внешнего, так и внутреннего рынка.

Оценивая в целом разведанные и оцененные запасы, а также выявленные ресурсы калийных солей России (табл. 4) следует подчеркнуть, что сложившаяся их структура, изученность и степень освоения не соответствуют требованиям российского внутреннего рынка, поскольку 75 % разведанных и 95 % оцененных запасов сосредоточено на Верхнекамском месторождении (Приволжский ФО), а сверхмонопольная позиция и удаленность от важнейших агропромышленных районов не изменят конкурентность внутреннего рынка России даже при расширении масштабов его освоения.

За период эксплуатации месторождения (с 1930 г.) на нем задействовано семь солерудников, из которых последний (БКРУ-IV) был запущен в 1987 г. на Быгельско-Троицком участке.

Несмотря на длительный (более 80 лет) период освоения месторождения решить проблему горнотехниче-

Таблица 4

Фактическая и оптимальная потребность в калийных удобрениях (NPK) на современную (2011 г.) посевную площадь и их сырьевая база по федеральным округам РФ

Федеральный округ	Посевная площадь, млн. га	Факт. внесение удобрений (NPK), кг/га млн. т	Урожайность зерновых, ц/га	Оптимальная норма (NPK), кг/га млн. т	В том числе K ₂ O, кг/га млн. т	Сырьевая база K ₂ O, млн. т	
						$\frac{A+B+C_1}{C_2}$	$\frac{P_1}{P_2}$
Северо-Западный	1,5	$\frac{67}{0,1}$	21,8	$\frac{413}{0,62}$	$\frac{148}{0,22}$	$\frac{12}{316}$	$\frac{1918}{1557}$
Центральный	14,5	$\frac{69}{1,0}$	24,3	$\frac{360}{5,22}$	$\frac{116}{1,68}$	Отсутствуют	
Южный	11,4	$\frac{61}{0,7}$	32,8	$\frac{170}{1,94}$	$\frac{34}{0,39}$	$\frac{389}{450}$	$\frac{1415}{820}$
Северо-Кавказский	4,1	$\frac{73}{0,3}$	37,0	$\frac{223}{0,91}$	$\frac{54}{0,22}$	Отсутствуют	
Приволжский	23,3	$\frac{26}{0,6}$	18,4	$\frac{232}{5,41}$	$\frac{65}{1,52}$	$\frac{2500}{13283}$	$\frac{400}{2610}$
Уральский	5,4	$\frac{19}{0,1}$	20,2	$\frac{214}{1,16}$	$\frac{60}{0,32}$	Отсутствуют	
Сибирский	15,1	$\frac{7}{0,1}$	15,1	$\frac{170}{2,57}$	$\frac{44}{0,66}$	$\frac{384}{121}$	$\frac{1800}{5300}$
Дальневосточный	1,5	$\frac{67}{0,1}$	18,8	$\frac{377}{0,57}$	$\frac{104}{0,16}$	Отсутствуют	
В целом по РФ	76,8	$\frac{39}{3,0}$	22,4	$\frac{237}{18,4}$	$\frac{67}{5,2}$	$\frac{3285}{14170}$	$\frac{5533}{10287}$

ской безопасности его отработки фактически не удалось как в части предотвращения солерудников от затопления, так и в области охраны промышленных и гражданских объектов на земной поверхности [2]. Два солерудника (БКРУ-III на Балахонцевском участке и БКРУ-I на Березниковском участке) были затоплены соответственно в 1986 и 2006 г. из-за аварийных ситуаций горно-геологического, гидрогеологического и производственно-технического характера. В критическом состоянии, близком к затоплению, находится в настоящее время солерудник СКРУ-II на Соликамском участке, на котором еще в 1995 г. произошло крупное обрушение пород в очистных камерах с образованием большой провальной мульды на земной поверхности.

В настоящее время практически *все запасы сильвинитов Верхнекамского месторождения находятся в распределенном фонде*: 93,4 % разведанных (2054 млн. т), 0,01 % оцененных (85 млн. т) и 93,6 % забалансовых (1792 млн. т), в том числе на подготавливаемых к освоению участках: Половодовском — 490 млн. т K₂O, Усть-Яйвинском — 254 (оба участка ОАО «Уралкалий»), Палашерском — 229, Балахонцевском — 58 (оба участка ООО «ЕвроХим» — Усольский калийный ГОК) и Талицком — 163 млн. т K₂O (ООО «Верхнекамская калийная компания»).

Шахтный способ добычи и традиционные технологии переработки сильвинитов (флотация, галургия) позволяют селективно обрабатывать наиболее благоприятные (по качеству, мощности и водозащитной толще) запасы с общей потерей их в недрах около 60 %. Так, в 2013 г. на месторождении было погашено 93,3 млн. т запасов сильвинитов, добыто и переработано в товарный продукт — 35,5 млн. т (38,0 % от погашенных запасов), из которых было получено 9,7 млн. т KCl (10,4 %),

в поверхностные отвалы и на закладку выработок направлено 25,8 млн. т (27,6 %) NaCl и частично KCl, а в недрах оставлено 57,8 млн. т сильвинитов (62,0 %).

Доминирующую долю *нераспределенного фонда недр* Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей составляют оцененные запасы (кат. C₂) так называемой Остальной площади, где сосредоточено 13,1 млрд. т K₂O, в том числе в сильвинитах — 6,0 млрд. т K₂O и в карналлитовых породах — 7,1 млрд. т K₂O, а также 4,7 млрд. т MgO. Однако освоение оцененных запасов сильвинитов и карналлитовых пород указанной площади, расположенной в краевой зоне месторождения, традиционными способами шахтной добычи и преимущественно флота-

ционной переработкой маловероятно как по горнотехническим, так и социально-экономическим и экологическим факторам.

Протоколом рабочего совещания ЦКР Роснедра №84/09 от 02.06.2009 г. «Формирование концепции рационального освоения запасов солей Верхнекамского месторождения», в работе которого участвовали ведущие специалисты основных государственных, научных и производственных организаций и предприятий калийной отрасли, было отмечено, что Верхнекамское месторождение «...имеет стратегическую значимость для обеспечения продовольственной безопасности страны... и является одним из основных объектов мировой минерально-сырьевой базы калийных и калийно-магниевого солей» и рекомендовало разработку «...новых подходов к стратегии освоения запасов солей уникального Верхнекамского месторождения...» и выполнение «...опытно-промышленных работ на одном из участков нераспределенного фонда недр Верхнекамского месторождения по оценке возможности и целесообразности добычи калийно-магниевого солей способом скважинной гидродобычи с использованием традиционных и передовых технологий переработки солей...».

Приведенные выше аргументы подтверждают вывод Б.К. Михайлова и др. [12], что «...несовершенство используемых большинством отечественных компаний технико-технологических решений (граничащих с отсталостью) при разработке лучших месторождений России...» приводит к невосполнимым потерям запасов или обуславливает их выборочную отработку. С другой стороны, специалисты ОАО «Галургия» [14] считают, что «...понятие о неисчерпаемости запасов [разведанных] Верхнекамского месторождения становится ил-

Таблица 5

Усредненные показатели мощности (м) и содержания KCl (%) по пластам и междупластьям сильвинитовой зоны Верхнекамского месторождения и его отдельным участкам*

Продуктивные пласты, междупластья	Месторождение в целом		Участок							
			Талицкий		Боровский		Белопашинский		Романовский**	
	мощн., м	KCl, %	мощн., м	KCl, %	мощн., м	KCl, %	мощн., м	KCl, %	мощн., м	KCl, %
В	4,4	31,99	1,04	24,54	3,1	33,37	0	0	1,8	22,90
Б-В	1,75	1,3	1,85	1,29	2,4	2,08	0	0	2,5	3,11
АБ	3,3	34,36	1,42	44,94	4,1	32,36	4,77	27,91	3,2	32,26
А-КрI	3,4	0,85	1,37	1,80	2,7	0,4	2,11	0,53	3,10	2,25
КрI	1,2	29,83	0,8	39,52	1,3	25,11	1,18	34,02	1,2	42,37
КрI-КрII	1,8	1,29	1,14	1,74	2,0	0,63	1,64	1,43	1,6	3,5
КрII	6,1	25,1	3,48	39,28	5,05	21,71	6,72	32,02	5,50	38,44
КрII-КрIII	1,85	1,87	1,50	2,75	2,1	0,67	1,85	2,68	1,40	0,25
КрIII	5,5	21,16	3,08	25,29	3,6	10,98	7,04	15,53	5,30	22,97
В целом по сильвинитовой зоне	29,3	19,46	15,68	22,10	26,35	16,18	25,31	19,99	25,60	21,51

*По материалам В.И. Копнина (1995 г.) и В.Л. Романова (2010 г.).

**Только по краевой скв. 158, в которой содержание нерастворимых компонентов ($\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) в среднем по сильвинитовой зоне составляет 22,35 % (2,37 % + 19,98 %).

люзорным. Новые предприятия располагаются на менее богатых, так называемых краевых, частях месторождения и имеют ограниченные балансовые запасы калийных солей. Мощности пластов уменьшаются, увеличивается содержание нерастворимого остатка (н.о.), снижается прочность пород кровли горных выработок и несущая способность межкамерных целиков». Поэтому отработка даже разведанных запасов, например Талицкого участка, нуждается в реализации «новых нетрадиционных подходов».

Такие подходы должны быть реализованы при выполнении поисково-оценочных работ на Белопашинском и Романовском участках, размещенных в южной части Остальной площади месторождения и переданных в недропользование для геологического изучения, оценки и последующего освоения соответственно ООО «ЕвроХим — Усольский калийный комбинат» (лицензия ПЕМ 02489 ТР от 25.07.2014 г.) и ПАО «Уралкалий» (лицензия ПЕМ 02488 ТР от 25.07.2014 г.). При реализации лицензий недропользователи должны, с одной стороны, выполнить ТЭО целесообразности геотехнологической (скважинной) отработки калийно-магниевого солей, а с другой — провести соответствующие опытно-методические (ОМР) и опытно-промышленные (ОПР) работы в натурных условиях, поскольку оперативные расчеты качественных показателей сильвинитовых зон участков на полную мощность (включая межпластовые и внутрипластовые прослои каменной соли и галопелитов) отвечают по содержанию хлористого калия (табл. 5) кондиционным показателям, у-

вержденным ГКЗ Роснедра протоколом № 2440 от 25.03. 2011 г. для Палашерского и Балахонцевского участков: по пересечению скважиной — более 13,3 %, по подсчетному блоку — не менее 18 %.

Фактическое решение этой нетрадиционной (инновационной) для Верхнекамского месторождения задачи позволит, во-первых, определить стратегическую и промышленную значимость подавляющей части (около 80 %) его балансовых запасов, относящихся к краевой территории, недоступной для шахтной отработки, а во-вторых — реально обосновать перспективу скважинного освоения других крупных калиеносных бассейнов России (табл. 6).

В этих бассейнах (особенно в Прикаспийском) резко доминируют прогнозные ресурсы кат. $P_1 + P_2$. Это подтверждает их низкую геологическую опосредованность даже в пределах высокоперспективных зон: Приволжской (Калмыцко-Астраханско-Волгоградской), Приуральской (Башкортостан-Оренбургской), а также Краснокутско-Озинковской (Самарско-Саратовской), в пределах которых обоснованы площади и участки для постановки поисковых и поисково-оценочных работ

Таблица 6

Сырьевой потенциал калийных солей (K_2O) соленосных бассейнов России (на 01.01.2013 г.)

Соленосный бассейн	Запасы, млн. т				Прогнозные ресурсы, млн. т		
	всего	A+B+C ₁	C ₂	забаланс.	P ₁	P ₂	P ₁ +P ₂
Калининградско-Гданьский*	250	—	250	—	930	—	930
Верхнепечорский	676	12	66	598	988	1557	2545
Предуральский	20014	2500	13283	4231	—	—	—
Прикаспийский*	970	389	450	131	1815	3430	5245
Восточно-Сибирский	532	384	121	27	1800	5300	7100
Всего по России	22 442	3285	14 170	4987	5533	10 287	15 820

*В пределах России.

на период до 2020 и 2030 гг. [4]. Все эти зоны размещаются в весьма благоприятных географо-экономических условиях, практически в центре агропромышленной территории России, обладающей развитой инфраструктурой, разнопрофильной транспортной системой и мощной энергетической базой. В пределах или вблизи их сосредоточены крупные ресурсы нефтегазового и серосодержащего сырья (Астраханское и Оренбургское месторождения), а также находятся разведанные (Гремячинское и Эльтонское месторождения) и геологически оцененные (Шарлыкское месторождение) запасы и основные прогнозные ресурсы сульфатно-хлористых и сульфатных солей. Геологическое изучение, оценка и освоение их должны являться первоочередной задачей на ближайшую перспективу.

Актуализация и оценка перспектив изучения и освоения этих объектов, расположенных в пределах российской территории Прикаспийского бассейна, так же, как и в целом прогнозно-минералогического потенциала калийных солей в других бассейнах страны, была выполнена по инициативе ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» при активной поддержке ФГУП «ЦНИГРИ», Роснедр и его субъектных подразделений (Волгограднедр, Оренбургнедр) в ходе реализации Долгосрочной госпрограммы изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на 2000–2010 гг.

Гремячинское месторождение (Волгоградская область) высококачественных сильвинитов подготавливается к освоению ООО «Еврохим-ВолгаКалий». Однако ввод солерудника в работу осложняется проблемами горно-геологического и гидрогеологического плана из-за большой глубины залегания сильвинитового горизонта (в 2,0–2,5 раза глубже, чем на Верхнекамском месторождении). Поэтому добычу сильвинитов вместо 2013 г. намечается начать только в 2015–2017 гг.

В среднесрочной перспективе целесообразны разведка и освоение полигалитовых пород Шарлыкского месторождения, геологически оцененные запасы которого по кат. С₂ составляют 50 млн. т K₂O, апробированные прогнозные ресурсы кат. Р₁ — 150 млн. т K₂O. Начатые ОМР и ОПР по их скважинной добыче и технологической переработке на бесхлорные сульфатно-азотные калийно-магниевые удобрения (сульфонитрокалимаг) по запатентованной ЦНИИгеолнеруд технологии (Патент РФ №2276123, 2006 г.) остались незавершенными по финансовым и организационно-техническим причинам. Важно отметить, что исследования и работы по промышленному освоению полигалитовых пород как сырья для получения сульфатных калийных удобрений интенсивно ведутся в США, Великобритании, Израиле и, возможно, в Китае. Такие работы были начаты в СССР еще в 1950-е годы в связи с разведкой Жилианского месторождения в Казахстане (Актюбинская область), однако вопрос его промышленного освоения до сих пор остается открытым. Представляется, что решение этой проблемы ускорится в рамках Евразийского Союза, поскольку сульфатные калийные удобрения являются высокодефицитными не только в России, но и в Казахстане и соседних странах — Узбекистане, Кыргызстане и Таджикистане, в которых интенсивно развивается овощное, плодово-ягодное и хлопковое производство.

По рекомендациям ЦНИИгеолнеруд и по заказу Севзапнедра СЗ ГПП «Севзапгеология» была проведена оценка перспектив Калининградско-Гданьского бассейна на сульфатно-хлоридные (Нивенская площадь) и сульфатные (Восточно-Полесская площадь) калийно-магниевые соли [6]. В результате поисково-оценочных работ на первой площади были выявлены хартзальцевые (кизерит-каинит-карналлитовые) породы, аналогичные эксплуатируемым в Германии, а на второй — высококачественные полигалиты со средним содержанием минерала около 80 %, которые могут использоваться в качестве сыромолотого продукта (полигалитовой муки). Оба объекта в настоящее время переданы в недропользование на геологическое изучение, разведку и освоение.

В стадии переоценки и разведки недропользователем (ТрайдПромСервис) находится Якшинское месторождение сильвинитов и карналлитовых пород Верхнепечерского бассейна в Республике Коми.

Другой, десятилетиями не решаемой проблемой представляется освоение Непского месторождения — фактически единственного крупного месторождения калийных солей не только в восточных регионах России, но и на значительной территории Азиатского континента [1].

С современных рыночных позиций в условиях повсеместно выраженного дефицита калийных удобрений как на российском, так и на азиатском рынках, это является стратегической ошибкой, особенно с учетом новых геополитических позиций России на международной арене по отношению к Китаю, Индии и другим странам юго-восточной Азии.

Весьма показательна оценка промышленной значимости создания сырьевой базы калийных солей в восточных районах России, данная экспертом ГКЗ СССР А.С. Соколовым при утверждении запасов Непского месторождения в 1992 г.: «Важность открытия, разведки и подготовки к освоению Непского месторождения определяется многими факторами. Если в европейской части России, в Средней Азии и Казахстане... известны... месторождения калийных солей, то начиная от Урала и далее к востоку, залежи калийных руд были неизвестны. Калий Непского месторождения может полностью удовлетворить потребности восточных районов России и значительно сократить дальние перевозки калийных удобрений, предназначенных для экспорта в азиатские страны».

По своей сути такая позиция в оценке Непского месторождения полностью адекватна современной ситуации во всех аспектах и фактически существенно усилена Государственной программой РФ «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона» (2013 г.). В рамках этой программы в разделе по комплексному развитию Западной Якутии и севера Иркутской области утверждается, с одной стороны, ускоренное развитие нефтегазового сектора за счет освоения нефтегазовых месторождений (включая Верхнечонское, Ярактинское и др.) и совершенствования транспортной и энергетической инфраструктуры региона, а с другой — создание нового диверсифицированного промышленного района, в том

числе путем «...освоения Непского калийного месторождения и строительства завода калийных удобрений».

В ТЭО постоянных разведочных кондиций, выполненных ВНИИГалургии в 1991 г., были рассмотрены два варианта добычи калийных солей (шахтный и скважинное выщелачивание) и три варианта переработки (флотация, электросепарация с последующей галургией и производство хлористого калия из рассолов выщелачивания). Как более освоенные промышленностью, были приняты шахтный способ отработки и флотационный способ обогащения. Однако учитывая сложность структурно-геологического строения месторождения, значительные глубины залегания сильвинитов, необходимость комплексного использования соляного сырья и снижения экологического ущерба, ГКЗ протоколом № 85 от 28.09.1992 г. рекомендовала на стадии проектирования освоения месторождения (с учетом достигнутого уровня научно-технического прогресса в области комплексной переработки калийных солей) обосновать оптимальную технологическую схему, обеспечивающую рациональную полноту извлечения, наряду с хлористым калием, попутных компонентов, в частности поваренной соли, а также оценить возможность получения на базе месторождения бесхлорных калийных удобрений и при положительных результатах учесть ее при выборе оптимальной схемы переработки сильвинитов.

ГИГХСом в 1985 г. был предложен электрохимический способ переработки сильвинитовых рассолов на основе производства гидроксидов щелочных металлов (NaOH, KOH) с попутным получением хлора и водорода методом электролиза. Гидроксиды натрия и калия в дальнейшем переводятся в целый ряд ценных товарных продуктов (сода, поташ, хлористые соединения и др.).

В геотехнологическом (скважинном) процессе добычи и электрохимической переработки сильвинитовых рассолов обе их составляющие: соли (KCl и NaCl) или, точнее, их элементарные компоненты (Na, K и Cl) по своей сути объединяются в одно целое, как единое горно-химическое сырье промышленного значения. На основе их могут быть созданы комплексные системы скважинной добычи сильвинитов в комбинации с глубоким электрохимическим переделом рассолов. При этом могут осваиваться не только богатые, но и средние по качеству залежи калийных солей, находящиеся в более сложных (по сравнению с шахтным способом) горно-геологических и горнотехнических условиях.

Следует особо подчеркнуть, что на основе калийно-натриевых хлоридных рассолов сильвинитовых месторождений возможен выпуск бесхлорных карбонатных и сульфатных калийных удобрений, дефицитных как на мировом, так и российском рынках. Общая потребность в них оценивается в 10–15 % мирового потребления хлористого калия. Эти типы удобрений намного эффективнее влияют на урожайность и качество сельскохозяйств, а рыночная стоимость их в 1,5–2 раза выше стоимости хлористых разновидностей.

Именно скважинный способ добычи сильвинитовых, а в перспективе и карналлитовых пород, а также электролизная технология переработки их рассолов представляется наиболее надежным путем развития и

освоения значительных соляных ресурсов Непского калиеносного бассейна.

Степень геолого-промышленной оценки этих пород в целом недостаточна, так как разведанные и оцененные запасы сильвинитов (кат. В+С₁+С₂) составляют всего 505 млн. т K₂O, апробированные прогнозные ресурсы кат. Р₁ — 1800 млн. т K₂O (в том числе 397 млн. т K₂O на Улусинской залежи), Р₂ — 5300 млн. т K₂O, без учета колоссальных ресурсов карналлитовых пород на Непском месторождении. Это подчеркивает высокую геологическую и экономическую перспективность развития сырьевой базы калийно-магниевых солей не только в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока, но и всего Азиатского континента, что существенно повысит привлекательность месторождения как для российских, так и зарубежных инвесторов.

В Иркутской области (Зиминское, Братское месторождения), Башкортостане (Яр-Бишкадакское месторождение), Волгоградской области (Светлоярское месторождение) и в ряде других субъектов России [10] имеется значительный опыт промышленной добычи каменной соли и комплексной переработки скважинных рассолов хлоридно-натриевого состава для производства дефицитных товарных продуктов на базе электролизных технологий первого передела (едких щелочей натрия, жидкого хлора), а также более высокотехнологичных продуктов второго передела (содопродукты, поливинилхлорид, винилхлорид и др.), которые используются во многих отраслях промышленности (строительная, стекольная, автомобильная, электро-техническая и т.д.).

С позиций научно-технического прогресса, особенно в буровой технике и технологии проходки вертикальных и горизонтальных скважин различного назначения, а также исходя из высокой водной растворимости сильвинитовых и карналлитовых пород, более перспективной является их добыча скважинными способами [5, 7, 8].

Общее извлечение запасов солей скважинным способом в целом сопоставимо с шахтным или может быть выше, в зависимости от размера и формы камер растворения и целиков между ними. Остающиеся в недрах в виде целиков запасы сильвинитов после шахтной отработки (особенно после закладки очистных выработок галитовыми отходами, зараженными флотореагентами) не могут быть в дальнейшем отработаны по горнотехническим и экологическим причинам.

При скважинной добыче соляные целики сохраняются в естественном виде и могут быть доступны для последующей отработки, включая их сплошное растворение, при условии плавного оседания перекрывающей толщи и земной поверхности. Такой вариант сплошного растворения сильвинитов Непского месторождения, залегающих на глубине 800–900 м, прорабатывался ВНИИгеолнерудом в 1987 г., т.е. до начала детальной разведки. Коэффициент извлечения солей при сплошном их растворении может достигать 0,6–0,7 (по аналогии с Ново-Карфагенским месторождением каменной соли на Украине), т.е. возрасти в 2 раза и более по сравнению с шахтным способом. При этом важно отметить, что требования к содержанию нерастворимых

компонентов соляных пород могут быть значительно понижены, поскольку в процессе растворения большая часть нерастворимых веществ остается в добычных камерах. Содержание полезных компонентов (соотношение KCl и NaCl) в этом случае не лимитируется, так как стоимости товарных продуктов из них фактически равнозначны.

Таким образом, только на инновационной основе освоения Непского месторождения геотехнологическим способом возможно создание передового соле-предприятия по добыче и переработке солей, *конкурентного* с другими, уже освоенными или будущими калийными объектами, с одной стороны, а с другой — *адекватного научно-техническому прогрессу* и требованиям рыночной экономики XXI в.

Поэтому на новых объектах на стадии их оценки и разведки должны обязательно выполняться ОМР и натурные ОПР по скважинному растворению или гидродобыче соляных пород с отбором и изучением укрупненных технологических проб для определения реальных технико-технологических и технико-экономических показателей целесообразности разведки и промышленного освоения. Без такой опытно-методической и опытно-промышленной заверки перспективных объектов в натурных условиях при их оценке возникает «...патовая ситуация, когда, с одной стороны, для разведки и утверждения запасов нового месторождения необходимы кондиции (его разработка по обычной технологии экономически неприемлема), а с другой стороны — для новых методов они могут быть получены только после проведения промышленной апробации методов в конкретных условиях» [3].

Выход из такой проблемной ситуации может быть один — обоснованный государственный приоритет и финансирование поисково-оценочных стадий ГРП, а со стороны недропользователей — разведка месторождений при условии последовательного выполнения нормативно-методических положений, включая обязательное сопоставление традиционных и альтернативных способов добычи и переработки калийно-магневых солей и получение более широкого спектра удобрений и сопутствующих продуктов.

С этих позиций стратегия коренной модернизации изучения (подготовки) и освоения сырьевой базы калийных солей должна включать, с одной стороны, создание региональных (альтернативных) сырьевых баз на основе как переданных в недропользование (Гремячинское, Якшинское), так и резервных месторождений (Непское, Эльтонское,) и перспективных объектов (Нивенская и Восточно-Полесская площади), а с другой — внедрение инновационных (запатентованных) технологий добычи и переработки солей для производства не только традиционных (хлористых), но и новых (бесхлорных) калийно-магневых удобрений и сопутствующих продуктов, дефицитных на внутреннем и внешнем рынках.

В ближайшей перспективе целесообразна передача в недропользование и переоценка запасов под скважинную добычу сульфатно-хлоридных солей Эльтонского месторождения (Волгоградская область), а также возобновление ОМР и ОПР по скважинной гидродобыче

и технологии переработки полигалитовых пород Шарлыкского месторождения (Оренбургская область). Для ускоренного решения проблемы скважинного освоения разведанного Непского месторождения (Иркутская область) необходимо выполнение поисково-оценочных и опытно-промышленных работ по скважинной гидродобыче сильвинитов на перспективной Улусинской залежи с апробированными прогнозными ресурсами 370 млн. т K₂O.

Практическая реализация этих мероприятий позволит России сохранить и укрепить экспортную нишу на мировом рынке калийных удобрений, а самое главное — полностью обеспечить ими российских сельхозпотребителей (в том числе непосредственно в агропромышленном секторе страны) путем создания надежной регионально развитой сырьевой базы всего комплекса хлористых и бесхлорных калийных удобрений.

В геолого-методическом отношении потребуется актуализация и доработка требований и рекомендаций по классификации запасов и ТЭО разведочных кондиций в части обязательного выполнения ОМР и ОПР по скважинной добыче минеральных солей и альтернативного учета их результатов как при подсчете оцененных и разведанных запасов, так и при их утверждении на региональном (ТКЗ) и федеральном (ГКЗ) уровнях.

Практическая реализация этих предложений будет наиболее эффективна при использовании технико-технологических решений (наработок) и производственного опыта освоения скважинным способом месторождений каменной соли — Светлоярского (ООО «Маг-Майн», Волгоградская обл.), Яр-Бишкадакского (ОАО «Башкирская содовая компания», Башкортостан) и Зиминского (ОАО «Саянскимпласт», Иркутская обл.).

Только на основе выполнения предлагаемых мероприятий будет возможно коренное совершенствование и демонополизация сырьевой базы калийных солей и вывод ее на ведущую роль не только на мировом, но и на российском рынках. Это, в свою очередь, позволит реализовать базовый и оптимистический варианты Госпрограммы развития сельского хозяйства России и полностью обеспечить ее продовольственную безопасность, а в конечном счете — перейти от экспортно-сырьевого к ресурсно-инновационному направлению развития калийной отрасли и производства продукции агропромышленного комплекса страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов Е.М., Баталин Ю.В., Вишняков А.К. Перспективы освоения сырьевой базы калийных удобрений на востоке России // Минеральные ресурсы России — 2008. — № 1. — С. 79–89.
2. Аксенов Е.М., Баталин Ю.В., Вишняков А.К. Проблемы освоения и развития сырьевой базы Верхнекамского месторождения калийно-магневых солей // Минеральные ресурсы России. — 2012. — № 6. — С. 6–17.
3. Арнс В.Ж. Этап на дорожной карте геотехнологии // Горная промышленность. — 2010. — № 2. — С. 18–23.
4. Баталин Ю.В., Вишняков А.К., Фахрутдинов Р.З. Калийные и магневые соли Северного Прикаспия и перспективы развития их сырьевой базы // Минеральные ресурсы России. — 2014. — № 1. — С. 15–24.
5. Вишняков А.К., Баталин Ю.В., Журавлев Ю.П. Патент РФ № 2186208 «Скважинный способ добычи минеральных солей». Заявл. 01.08.2001 г. Опубл. 27.07.2002 г. Бюл. № 13.
6. Вишняков А.К., Туманов Р.Р., Руденко В.Г. и др. Каменные и калийно-магневые соли Калининградской области // Отечественная геология. — 2011. — № 4. — С. 47–54.

7. Вишняков А.К., Баталин Ю.В., Хамин В.А. Сквжинный способ добычи горизонтальными камерами на примере месторождений минеральных солей // Рациональное освоение недр. — 2014. — № 5–6. — С. 98–105.
8. Войтенко В.С., Шемет С.Ф. и др. Поиск эффективных технологий разработки маломощных калийных пластов способом подземного растворения // Горный журнал. — 2014. — № 2. — С. 33–35.
9. Ефремов Е.Н. Оценка потребности сельского хозяйства в минеральных удобрениях на перспективу до 2020 г. // Вестн. хим. промышленности. — 2011. — № 6(63). — С. 28–31.
10. Кузнецова Т.М. Рынок хлора и каустика // Химический комплекс России. — 2007. — № 1. — С. 12–16.
11. Михайлов Б.К. Развитие экономических механизмов модернизации минерально-сырьевого сектора России на инновационной основе // Отечественная геология. — 2011. — № 2. — С. 3–12.
12. Михайлов Б.К., Беневоольский Б.И., Михайлова В.П. Программно-целевые принципы планирования воспроизводства минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. — 2014. — № 1. — С. 55–62.
13. Прюдом М. Поставки сырья и удобрений. Мировой баланс спроса и предложения 2011–2015 гг. / 79-я ежегодн. конф. JFA. — Монреаль, 2011. — С. 21–30.
14. Соловьев В.А., Константинова С.А. Некоторые аспекты инновационного подхода к разработке краевых частей Верхнекамского месторождения // Рациональное освоение недр. — 2011. — № 1. — С. 48–51.
15. Филипп С., Нортон Р. Производство зерна пшеницы и применение минеральных удобрений в мире // Питание растений. — 2012. — № 4. — С. 2–5.

© Коллектив авторов, 2015

Баталин Юрий Владимирович // root@geolnerud.net
 Васильев Николай Глебович // nauka@geolnerud.net
 Вишняков Андрей Константинович // technology-geolnerud@yandex.ru
 Фахрутдинов Роберт Закиевич // root@geolnerud.net

УДК 553.573:576.003.12.041.004.14:550.8023:666.9.017:351.82(47+57)

**Аксенов Е.М., Быдтаева Н.Г., Бурьян Ю.И.,
 Колмогоров Ю.Г., Непряхин А.Е., Нигматов И.Н.
 (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»)**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАРЦЕВОГО СЫРЬЯ РОССИИ В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

*Рассмотрены основные направления использования на мировом рынке кварцевого сырья и продукции из него. Приведены результаты изучения объектов гранулированного кварца нераспределенного фонда недр и возможных альтернативных источников: кварцитов, кор выветривания, кварца кварц-золоторудной формации. Определены перспективные районы для постановки поисковых работ на высококачественное кварцевое сырье. **Ключевые слова:** кварц, концентраты, классификация, геолого-технологический, месторождение, традиционный, альтернативный, аналитический, технологический, анализ, рекомендации, промышленный, высокий, технология, Россия.*

Aksenov E.M., Bydtaeva N.G., Buryan Yu.I., Kolmogorov Yu.G., Nepryakhin A.E., Nigmatov I.N. (TSNIIGeolnerud)

**PERSPECTIVES OF UTILIZATION OF RUSSIA'S QUARTZ
 RAW MATERIALS IN HIGH TECHNOLOGIES**

The main trends of the utilization of the quartz raw materials and their products in the world market have been studied. There have also been presented the results of the thorough investigation of the granulated quartz objects of non-distributed mineral resources funds and possible alternative sources such as quartz-

*ites, weathering crusts, and quartz of quartz-gold ore formation. The perspective regions of organization of geological prospecting to find high-quality quartz raw materials have been determined as well. **Key words:** quartz, concentrates, classification, geological-technological, deposit, traditional, alternative, analytical, technological, analysis, recommendation, industrial, high technology, Russia.*

Кварцевое сырье в настоящее время является основным стратегическим источником получения высокочистых кварцевых продуктов для высокотехнологичных производств (рис. 1). К таким продуктам относятся:

кварцевые концентраты, получаемые путем измельчения природного кварца и очищенные от минералогических и химических примесей, с размером частиц 100–300 (100–400) мкм;

кварцевые микропорошки — продукт измельчения природного кварца, очищенный от минералогических и химических примесей, с размером частиц менее 100 мкм;

кварцевые нанопорошки с размером частиц менее 100 нм.

Все кварцевые продукты различной степени химической чистоты являются базовыми компонентами полупроводниковой, светотехнической, оптической и других важнейших отраслей промышленности.

Для производства кварцевых базовых и полупроводниковых материалов содержание алюминия в используемом кварцевом концентрате должно быть менее 10 ppm, а других металлов менее 0,1 ppm, и их общее количество не должно быть более, чем 15 ppm. Для светотехнической и оптической промышленности содержание алюминия в обогащенном кварцевом концентрате не должно превышать 20 ppm, других металлов — не более 1 ppm, и общее количество примесей рекомендуется менее 30 ppm.

Кварцевые микро- и нанопорошки в последние десятилетия пользуются широким спросом на мировом рынке. Из всего их объема, производимых в мире, около 40 % составляют нанопорошки диоксида кремния. Области их применения очень широки — от электроники до производства строительных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами.

В настоящее время в мире стоит вопрос о переходе к возобновляемой энергетике, в которой одним из основных исходных компонентов в активно развивающейся «солнечной» энергетике занимает высокочистый металлургический кремний. При получении мульти- и монокристаллического кремния использование природного жильного кварца с низким содержанием электрически активных примесей (Al, Fe, Ti, V, P, B) существенно снижает экономические затраты на их производство. На рынке потребления кварцевых продуктов получение продуктов для «солнечной» энергетики занимает существенный объем с явно выраженной тенденцией его роста.

Минерально-сырьевая база кварцевого сырья России, используемого в высокотехнологичных производствах, включает месторождения пьезооптического кварца, горного хрусталя, гранулированного, прозрачного и непрозрачного (молочно-белого) жильного