



УДК 528.4

Б.Ж. Ахметов

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

А.Б. Болатова

Семипалатинский государственный университет им. Шакарима, г. Семей

А. Байтак

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ МЕЖЕВОГО ПЛАНА
(УКАЗЫВАЕТСЯ ВРЕМЯ ЗОНИРОВАНИЯ И ШАГ СЕТКИ)**

Как известно, межевой план представляет собой обобщенный документ, который составлен на основе кадастрового плана, в котором содержатся необходимые сведения с соответствующим перечнем необходимых документов разного назначения об образуемом земельном участке или о его части (частях).

Основными этапами создания межевого плана являются:

- подготовительные работы, в состав которых входят и камеральные;
- полевые работы;
- камеральные работы, связанные с обработкой полученных геодезических данных и подготовкой межевого плана.

На всех этих этапах производится анализ различной топографо-геодезической документации или выполняются соответствующие геодезические работы.

Как известно, межевой план включает в себя текстовую и графическую части. В связи с тем, что в нашем случае работы по созданию межевого плана связаны с загрязненными землями, рассмотрим необходимые дополнения, которые необходимо внести в содержание текстовой и графической частей с учетом данного фактора [1].

1. Дополнение к содержанию текстовой части межевого плана.

Сведения об исходных данных. Эти данные собираются на подготовительном этапе работ. В состав сведений для планирования топографо-геодезических работ входят анализ и подбор существующего картографического материала, включая аэрофотосъемку (при ее наличии), уточнение расположения близлежащих пунктов геодезической основы (ГГС и ОМС), выписку из каталога координат, состав, методику, приборы, а также ориентировочное время выполнения полевых работ. Дополнительно при получении сведений об исходных данных и их анализе необходимо также иметь сведения об уровне загрязнения района выполнения работ. Эти сведения необходимы для планирования создания сети ОМС и последующего выполнения полевых работ. Так, при наличии участков с повышенным уровнем загрязнения (более 5 мЗв в год для человека) планируемые к закладке пункты ОМС не должны располагаться в этих местах. Кроме того, планируемая методика выполнения геодезических измерений должна, по возможности, исключать длительное нахождение исполнителя в этих местах [2].

Сведения о выполненных геодезических измерениях и расчетах. Полевые топографо-геодезические работы включают в себя рекогносцировку района выполнения работ и выполнение геодезических измерений. Рекогносцировка включает в себя анализ сохранности пунктов геодезической основы, составление схемы сгущения (при необходимости), обоснование и уточнение методики выполнения измерений с учетом уровня загрязнения. Так как эти работы выполняются на местности, то при наличии участков с повышенным уровнем загрязнения необходимо дополнительно в местах расположения пунктов ГГС и последующего дополнительного размещения пунктов ОМС, а следовательно, и геодезических приборов, производить (для контроля) радиометрические измерения.

При выполнении расчетов площадей участка (участков) должна указываться площадь загрязнения с указанием координат.

Сведения об образуемых земельных участках и их частях. Эти сведения должны дополняться данными по уровню загрязнения.

Сведения об измененных земельных участках и их частях. Сведения также должны дополняться данными по уровню загрязнения.

Сведения о земельных участках, посредством которых осуществляется доступ к участкам. Доступ к земельным участкам, особенно значительных по площади, может осуществляться по территории с различным уровнем загрязнения, и это загрязнение может оказывать влияние на повышение общего фона. Поэтому сведения по уровню загрязнения должны прилагаться отдельно для каждого участка.

Акт согласования местоположения границ земельного участка. Заключение кадастрового инженера. В заключении кадастрового инженера дополнительно должно быть указано время выполнения радиометрических измерений, а также факторы, которые могут привести ко вторичному загрязнению различных земельных участков. Например, если загрязненный участок имеет травяной покров, то должна быть указана рекомендация по недопущению сжигания травы [3]. Также, основываясь на данных радиометрических измерений, должна указываться возможность уменьшения загрязнения почвенного покрова в местах, где она повышена.

2. Дополнение к графической части межевого плана.

Схема геодезических построений. При составлении данной схемы должен указываться уровень загрязнения в местах закладки пунктов ОМС, а также в узловых и поворотных точках границ земельных участков. Исходя из этого, выбирается методика межевания земельного участка.

Абрисы узловых точек границ земельных участков. Дополнительной информации к данной части межевого плана не требуется.

Схема расположения земельных участков. На данной схеме в выбранном масштабе должна быть указана граница загрязнения участков.

Чертеж земельных участков и их частей.

На чертежах в выбранном масштабе указывается:

- граница (границы) загрязнения участков;
- места загрязнения на границе смежных участков;
- места с повышенным уровнем загрязнения [5].

В связи с тем, что нашими исследованиями являются сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами, то в составе необходимых документов должен быть документ, в котором имеется информация о степени загрязнения земельного участка этими радионуклидами. Проект предоставления права возмездного долгосрочного землепользования на условиях аренды сроком на 49 лет на земельный участок ТОО «Азия» разработан специалистами ДГ земельный участок ГосНПЦзем на основании заключения район-

ной земельной комиссии № 54 от 2 июня 2010 года. Основание: заявление представителя ТОО «Азия» о предоставлении права на земельный участок площадью 180,0 га.

ТОО на предоставленных ему землях должно осуществлять свою деятельность с соблюдением природоохранных требований, направленных на сохранение и повышение плодородия почв, на защиту земель от эрозии, истощения и опустынивания, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, химическими, биологическими и карантинными вредителями и болезнями растений, от зарастания сорняками, от иных видов ухудшения состояния земель (см. табл.).

Обязаны проводить организационно-хозяйственные, лесомелиоративные и агротехнические мероприятия, мероприятия по борьбе с эрозией почв и ее предупреждению.

Целевое использование земельного участка ТОО «Азия»

Название участков и их целевое использование	Всего земель в границах плана	Земли постороннего пользования	Закрепляется за ТОО	Сельхозугодий, га (всего)	Из них			Загрязнённые земли
					Сенокос	Залежные земли	Пастбище	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Итого:	180,0	-	180,0	180,0	-	-	180,0	20

Осуществление землестроительного проекта по предоставлению земельных участков ТОО начинается с установления границ земельного участка в натуре, проведения оценки земель, изготовления и выдачи правоудостоверяющих документов (рис. 2).

Пользование земельными участками согласно ст. 43 Земельного Кодекса Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442 до установления границ участка в натуре (на местности) и выдачи территориальным органом по управлению земельными ресурсами документов, удостоверяющих право на земельный участок, не допускается .

Для создания такого документа необходимо обеспечить с достаточной степенью достоверности получение результатов полевых определений распределения радионуклидов на данном земельном участке. Степень достоверности такого определения зависит от двух основных факторов:

- шага сетки отбора проб;
- площади земельного участка.

Очевидно, что с уменьшением шага сетки отбора проб достоверность определения уровня загрязнения земельного участка будет больше. Однако при значительном размере земельного участка шаг сетки отбора проб по чисто экономическим соображениям не может быть выбран необоснованно малым. Так, при исследовании территории СИЯП шаг сетки в основном принимается равным 1x1 км. В местах с повышенным уровнем загрязнения шаг сетки принимается равным 500×500 и 100×100 м.

В связи с этим нами предлагается классифицировать загрязненные участки по площадному признаку со следующими размерами площадей:

- значительные земельные участки, площадь которых превышает 100 га;
- участки средних размеров, площадь которых превышает 10 га;
- участки небольших размеров, площадь которых не превышает 10 га.

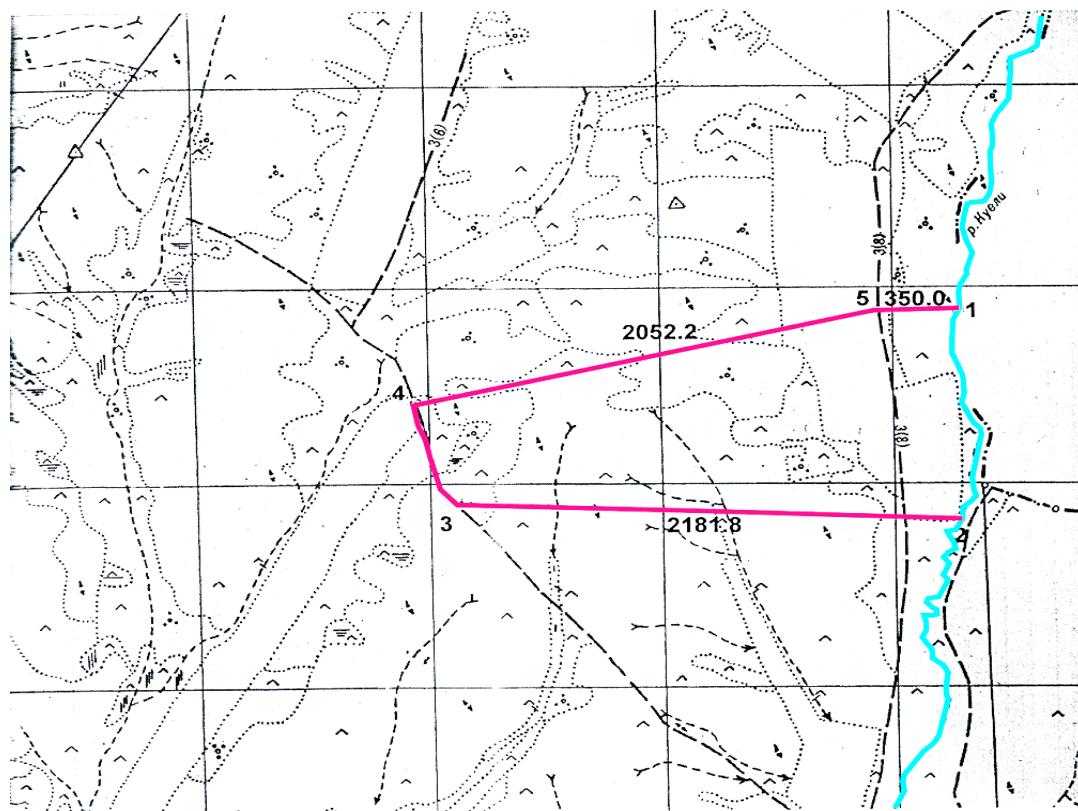


Рисунок 2 – Схема расположения земельного участка, предоставляемого ТОО «Азия» Р=180,0 га.
Масштаб 1: 2500

Исходя из этого и с учетом многолетнего опыта работ на СИЯП, на наш взгляд целесообразно установить следующий шаг сетки:

- 1x1 км для значительных земельных участков;
- 500×500 м для участков средних размеров;
- 100×100 м для участков небольших размеров.

Если в результате обследования земельного участка в отдельных его точках будет выявлен повышенный уровень загрязнения, то шаг сетки должен быть уменьшен в зависимости от размеров этого загрязнения. Такой шаг сетки может быть равен 50×50 м или даже 10,0×10,0 м.

Список литературы

1. Лукашенко С.Н. Семипалатинский испытательный полигон / С.Н. Лукашенко, Ю.Г. Стрильчук, С.Б. Субботин и др. - Курчатов: Дом печати, 2011.
2. Субботин С.Б. Оценка возможностей протекания процессов катастрофического характера на площадке / С.Б. Субботин, С.Н. Лукашенко, С.В. Генова и др. // Балапан: Сб. тр. Ин-та радиационной безопасности и экологии за 2007-2009 гг. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана.- Вып. 2.
3. Уставич Г.А. Комбинированный способ создания инженерно-топографических планов масштаба 1:500 промышленных территорий и отдельных промплощадок / Г.А. Уставич, В.А. Середович, Я.Г. Пошивайло и др. // Геодезия и картография. - 2009. - № 1. - С. 31-37.
4. Уставич Г.А. Реконструкция почвенной карты антропогенно преобразованных ландшафтов / Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло, И.П. Каретина // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2012. - № 2/1. - С. 72-76.

5. Уставич Г.А. Состав геодезических и картографических работ при изучении мест проведения ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне / Г.А. Уставич, Ю.Ю. Яковенко, А.М. Яковенко и др. // Геодезия и картография. - 2013. - № 4. - С. 2-6.
6. Уставич Г.А. Вопросы межевания земель Семипалатинского испытательного полигона и прилегающих к нему территорий / Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло, А.М. Яковенко и др. // Геодезия и картография . - 2013. - № 9. - С. 59-64.
7. Уставич Г.А. Разработка метода ретроспективного картографирования почвенного покрова земель населенных пунктов / Г.А. Уставич, Л.А. Пластибин, Я.Г. Пошивайло, И.П. Каретина // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2013. - № 4/С. - С. 99-103.
8. Уставич Г.А. Учет влияния розы ветров при картографировании и межевании земель, прилегающих к семипалатинскому испытательному полигону / Г.А. Уставич, А.Р. Батуев, Я.Г. Пошивайло и др. // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2013. - № 4/С. - С. 123-126.

Получено 02.02.2017

УДК 913(574.42)

Р.С. Бейсембаева, К.А. Асылгазина, А.К. Сайдесова, Т. Серикулы

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,
г. Усть-Каменогорск

ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Под пространственным развитием понимается наиболее общий подход к государственным задачам управления развитием, опирающийся на представления о стране как системно-структурной целостности. Идеология и важнейшие направления пространственного развития Казахстана разработаны в правительской программе «Стратегия пространственного развития Казахстана до 2020 года».

В основу Стратегии пространственного развития положена осевая пространственная система, нацеленная на усиление внутренней связности страны. На три оси - Северную, Южную и Центральную «нанизаны» крупные города Казахстана, обладающие агломерационным потенциалом.

Восточный Казахстан, а точнее его города, согласно стратегии будут относиться к северной оси, являясь восточной ее оконечностью. Северная ось развития сложится в направлении Усть-Каменогорск - Семипалатинск - Павлодар - Астана - Костанай (Кокшетау, Петропавловск) - Актобе - Уральск с выходом на Каспийскую и Алматинскую территорииально-хозяйственные системы, а также с выходом по всему периметру оси на приграничные регионы России [1]. Даная ось обеспечит связность севера и запада страны между собой и с Российской Федерацией, обеспечит выходы в европейское, ближневосточное и восточноазиатское экономическое пространство (Североказахстанский трансвразийский торгово-экономический коридор).

Среди основных факторов, определяющих пространственное развитие Восточного Казахстана в долгосрочной перспективе, можно назвать: транспортные коммуникации, экономическую специализацию региона и его место в региональном и мировом разделении труда, текущие демографические процессы и развитие системы расселения, строение бюджетной системы, потенциал развития основных инфраструктур. Анализ перечисленных факторов дает возможность проследить определенные тенденции развития региона.

Неэффективный рисунок транспортных коммуникаций, унаследованный от предыдущих эпох, тормозит развитие Восточно-Казахстанской области.

В своей протяженности от Павлодара до Семипалатинск - Усть-Каменогорск транспортные коммуникации прерываются пересечениями границ России, что создает очевидные территориальные, географические, экономические барьеры. Формирование полномасштабного северного транспортного коридора (полимагистрали) по территории Казахстана крайне экономически затратно и пока неэффективно в силу слабой связности хозяйств даже соседних регионов. Более рационально рассматривать восточную зону (Восточный Казахстан) как отдельную территориальную систему. Восточный Казахстан необходимо рассматривать как поликентрический регион (Семипалатинск - Усть-Каменогорск).

Центрально-периферийный вариант вместо всемерно предлагаемого осевого позволяет связать развитие агломераций с пространственным зонированием страны и более пригоден при жестком барьере низкой плотности населения и разреженной сети городов. В странах догоняющего развития агломерационный эффект наиболее заметно проявляется в городах с населением более 1 млн человек. Можно предположить, что в Казахстане, имеющем низкую плотность населения, агломерационный эффект возможен в городах (или в группе взаимосвязанных соседних городов) с населением свыше 0,5 млн человек. Но менее крупные города должны иметь какие-то особые преимущества для формирования агломерации благодаря способности к стягиванию населения.

Окружающая территория играет роль основного поставщика человеческих ресурсов. Определенную роль играют миграционные процессы. Из сел и малых городов в региональный центр едет молодое и менее квалифицированное население. Рост городов идет быстрее при более высокой плотности населения и относительно развитой транспортной инфраструктуре, что не характерно для Восточного Казахстана. Города без плотного расселения вокруг них ограничены в ресурсах роста, агломерационные процессы слабы.

Важнейший национальный приоритет страны при сохранении инновационного вектора развития – это возможности формирования нового поколения человеческих и трудовых ресурсов. Крупные образовательно-инновационные комплексы, готовящие выпускников профессий, которые будут затребованы в неиндустриальном «завтра», а не в сырьевом и традиционном «сегодня», могут быть достигнуты за счет укрупнения существующих вузов Усть-Каменогорска и Семипалатинска. Таким образовательным комплексам необходимо присвоение статуса республиканского инновационного центра по определенным национальным инновационным приоритетам (сверхбыстрый транспорт, новые материалы, нанобиотехнологии, гуманитарные технологии, зеленая энергетика и т.д.).

Восточно-Казахстанский регион отличается пониженным уровнем урбанизации. При низкой рождаемости для высокого уровня урбанизации собственных (региональных) ресурсов для развития агломераций мало.

Статус Усть-Каменогорска как регионального центра обуславливает возможность концентрировать бюджетные ресурсы. Лишение данного статуса Семипалатинска снижает возможности развития и модернизации города, ослабевают функции центра окружающей территории, прежде всего сервисные. Это особенно ощутимо для территорий с низкой плотностью и мобильностью населения.

Близкое соседство других городов ускоряет развитие агломерации, особенно при высоком качестве инфраструктуры. Но в Восточном Казахстане концентрация городов незначительна. Исторически города формировались по производственному принципу - города цветной металлургии вокруг Усть-Каменогорска. В силу промышленной специализации агломерационный эффект здесь выражен слабее из-за низкой мобильности про-

мышленных рабочих и преобладания технологических связей (по технологической цепочке) при меньшей развитости сервисных.

Сервисные отрасли являются важнейшими для агломераций. В Усть-Каменогорске доминирует промышленная специализация, а процесс сервисизации его экономики идет медленно. Но в масштабах республики человеческие ресурсы Восточно-Казахстанской области велики, а с учетом статуса административного центра Усть-Каменогорска сервисная экономика будет развиваться быстрее. Перспективы развития агломераций в Восточно-Казахстанской области неоднозначны. Поляризация расселения и постепенное стягивание населения в крупные города идет естественным путем. Человеческие ресурсы Восточного Казахстана для роста агломераций ограничены. Формирование агломераций будет зависеть от сложившейся людности и экономического развития восточных городов, плотности населения окружающих территорий. Усть-Каменогорск и Семипалатинск относятся к городам с низким потенциалом к агломерационному эффекту. Население этих городов за период с 2010 по 2016 г. менялось незначительно, причем в Усть-Каменогорске в 2013 г. наблюдалось некоторое снижение (309 509 чел.), а с 2015 (316 893 чел.) идет некоторое увеличение и стабилизация численности населения.

Этому способствовал процесс депопуляции, сохраняющийся некоторый миграционный отток, а также слабая заселенность окружающей территории, замедляющая концентрацию населения. Хотя Семипалатинск, являющийся транспортным узлом (в случае восстановления одноименной области), может расти быстрее благодаря административным преимуществам. Определенную роль в пространственном развитии Восточного Казахстана играет приграничное положение, что экономически выгодно в случае различия в экономическом развитии. Когда за границей расположено развитое государство, заинтересованное в переносе части производства на территорию с конкурентными преимуществами - более дешевой рабочей силой и инфраструктурой при низких транспортных издержках, но даже при соседстве с развитыми странами приграничный эффект проявляется слабо, если институциональная среда остается неблагоприятной для инвестиций.

Северо-восточная граница Восточного Казахстана наиболее контактная, но она не создает инновационных связей. Доминирует вывоз казахстанской сырьевой продукции (металлургических ресурсов) на экспорт в дальнее зарубежье и в сопредельные регионы России. Несмотря на контактность этой границы, ее модернизационный потенциал для Восточно-Казахстанской области относительно невелик из-за структуры товарообмена. Тем не менее она имеет самый высокий уровень приграничного сотрудничества в силу многолетних устойчивых технологических связей, развитости человеческих контактов. Трансграничному взаимодействию не хватает контактов в сервисных отраслях, то есть межгородских связей в сфере культуры, профессионального образования, обмена деловыми услугами.

Соседство с наименее развитой частью Китая само по себе не обеспечивает ускоренного развития восточно-казахстанских приграничных территорий. Обмены ограничиваются встречными потоками казахстанских ресурсов и китайской готовой продукции. Развитие транзитных функций Восточного Казахстана («шелковый путь») потребует создания современных логистических услуг и поэтому имеет инновационный эффект для восточных областей, но только в крупных городах. Распространение инноваций по всей территории региона пока невозможно из-за инфраструктурных проблем.

Возможности инновационного развития Восточно-Казахстанского региона невелики. Это следствие недостаточного финансирования человеческого капитала - доля расходов на здравоохранение и образование составляет только 2,5% ВВП. А также массовый характер высшего образования привел к резкому снижению его качества. Так, охват обра-

зованием детей и молодежи до 25 лет в Казахстане составляет почти 95%. Республика Казахстан имеет более низкие душевые показатели распространения инновационных услуг (сотовая связь, Интернет) и занятости в НИР по сравнению с Россией.

Восточному Казахстану необходимо предпринять целенаправленные усилия по созданию стимулов для развития экспортно-ориентированных производств в металлургии, промышленности строительных материалов и машиностроении с помощью мер промышленной и налоговой политики, налаживания технологической кооперации с зарубежными компаниями, в том числе российскими, а также путем привлечения прямых иностранных инвестиций.

На наш взгляд, Восточно-Казахстанская область в своей политике пространственного развития должна быть нацелена на максимизацию конкурентных преимуществ региона, координацию своих территориальных стратегий со стратегиями бизнеса.

Кроме того, именно государство должно стимулировать конкуренцию регионов за частные инвестиции и бюджетные ресурсы для повышения эффективности пространственного развития.

Список литературы

1. «Стратегия пространственного развития Казахстана до 2020 года».

Получено 02.02.2017

УДК 553.493 (574.4)

Б.А. Дьячков, Т.А. Ойцева, О.В. Фролова, И.Е. Матайбаева, А.П. Мирошникова
Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

В настоящее время в Восточно-Казахстанском регионе особенно остро стоит проблема обеспечения сырьем действующих предприятий. Важнейшая задача заключается в совершенствовании критериев прогноза и поиска новых месторождений, особенно перекрытых чехлом рыхлых отложений и скрытых на глубине. В процессе выполнения научно-исследовательских работ большое внимание уделялось разработке геолого-структурных, рудно-петрологических и минерально-геохимических критериев прогноза и поиска ведущих типов месторождений редких металлов и редких земель. Уточнялись генетические связи оруденения с определенными формациями и комплексами. На основе лабораторных исследований с использованием электронной микроскопии выявлены типоморфные минералы и геохимические элементы-индикаторы для поиска пегматитовых и эпимагматических редкометалльно-редкоземельных месторождений.

Главными редкометаллоносными структурами региона являются гранитоидные пояса позднегерцинской (постколлизионной) активизации (Калба-Нарымский, Тигерекско-Черневинский, Горноалтайский, Акбийик-Акжайляуский и др.). Установлена пространственная приуроченность редкометалльных поясов к тектонически ослабленным блокам ЗК повышенной сиаличности, подчеркивается их северо-западная линейность и значительная протяженность (500-800 км). Они охватывают плитно-тектонические структуры, отвечающие

зонам коллизий сиалических блоков с повышенной мощностью ЗК до 45-50 км. Размещение интрузивных поясов и ведущих типов редкометалльных месторождений региона приведено на рис. 1.

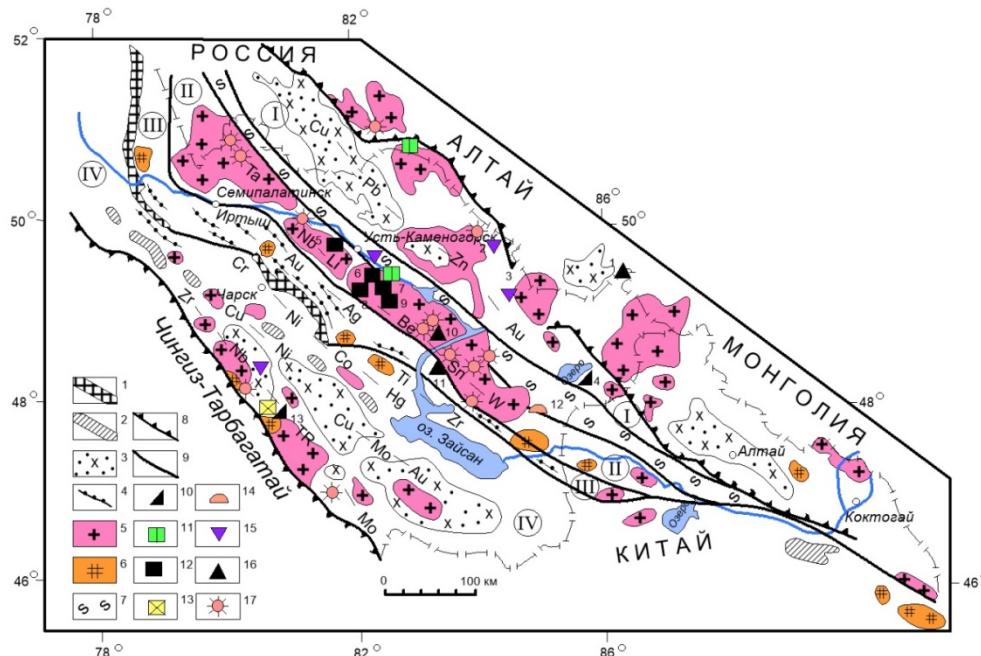


Рисунок 1 - Ареалы размещения гранитоидного магматизма и редкометалльных месторождений Большого Алтая (выделены темным цветом): 1 – формации гипербазитовая докембрия; 2 – габбро-диорит-диабазовая и 3 – габбро-диорит-гранодиоритовая ($C_1 - C_{2-3}$); 4 – гранодиорит-плагиогранит-гранодиоритовая (C_3) коллизионной стадии; 5 – гранит-лейкогранитовый (P_1) и 6 – монцонит-граносиенит-щелочногранитовый (P_2) постколлизионной стадии; 7 – Иртышская зона смятия; 8 – границы Большого Алтая и 9 – рудных поясов (I – Рудноалтайский медно-полиметаллический; II – Калба-Нарымский редкометалльный; III – Западно-Калбинский золоторудный; IV – Жарма-Саурский многометалльный). Рудные формации: 10 – эпимагматическая ниобий-цирконий-редкоземельная; 11 – блоковых микроклиновых пегматитов; 12 – пегматитовая редкометалльная и 13 – редкоземельная; 14 – альбитит-грейзеновая олово-танталовая; 15 – скарново-карбонатно-грейзеновая вольфрамовая; 16 – грейзеново-кварцевожильная олово-вольфрамовая; 17 – кварцевожильная оловянная. Месторождения: 1 – Алаха; 2 – Экипетское; 3 – Ивановское; 4 – Азутау; 5 – Кварцевое; 6 – Бакенное; 7 – Огневское; 8 – Юбилейное; 9 – Белая Гора; 10 – Палатцы; 11 – Чердояк; 12 – Карасу; 13 – Верхнее Эспе

Калба-Нарымский гранитоидный пояс, сформированный на границе Западно-Калбинской зоны и Иртышской зоны смятия, сопровождается многими месторождениями редких металлов пегматитового, грейзеново-кварцево-жильного и кварцево-жильного типов с профилирующим олово-вольфрам-танталовым оруденением [1].

Тигерекско-Черневинский и *Горноалтайский* (Урыль-Коктогайский) пояса, выделяемые на северо-востоке региона, сформировались в структурах с повышенной мощностью метагранитного и метабазальтового слоев и ЗК в целом, характеризуются Ta-Li-W-Mo специализацией. Перспективы связываются с оценкой литиеносных гранитов месторождения Алаха [2].

Акбийик-Акжайляуский пояс в Жарма-Сауре, расположенный на границе с каледонидами Чингиз-Тарбагатая, отличается редкометалльно-редкоземельным профилем орудене-

ния (Nb, Zr, TR, W, Mo) в генетической связи с щелочногранитовой формацией (месторождение Верхнее Эспе и др.) [3, 4].

Семипалатинско-Буран-Бургынсий пояс субщелочных гранитоидов выделяется на сочленении Казахстанской и Горноалтайской континентальных окраин (в Зайсанской супертурной зоне) и характеризуется Zr-TR металлогенической специализацией (месторождение Карапткель коры выветривания и россыпь Сатпаевская) [5].

Калба-Нарымский гранитоидный пояс - это главная редкометалльная структура Большого Алтая, объединяющая 450 рудных объектов. Среди них по количеству преобладают кварцево-жильная группа формаций (223), пегматитовая (123) и кластогенная седиментная - россыпи (104). К ведущему геолого-промышленному типу относятся месторождения редкометалльных пегматитов (Бакенное, Юбилейное, Белая Гора и др.), которые в настоящее время законсервированы. Анализ материалов прошлых лет и новые результаты научно-исследовательских работ с использованием современных аналитических методов позволяют уточнить особенности формирования вещественного состава типовых месторождений и наметить их оценочные критерии.

Геолого-структурные критерии

Принципиальная модель образования редкометалльных пегматитов определяется их генетической связью с гранитами калбинского комплекса Р₁ и пространственным размещением рудных тел преимущественно в средне-крупнозернистых биотитовых гранитах I фазы и их экзоконтактах. Пульсационное поступление пегматитообразующих флюидов (H₂O, F, B, Cl, Ta и др.) определило многоритмичную зональность пегматитовых жил в вертикальной рудной колонне, стадийное развитие минеральных комплексов от графического и олигоклаз-микроклинового (безрудных) до микроклин-альбитового и сподуменодержащих (цветных) с комплексными рудами (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn, W) [1]. Общая направленность формирования пегматитовых месторождений в геотектонических циклах Земли отражена в работе [6].

В Калба-Нарымской зоне главные типы редкометалльных пегматитов сосредоточены в Центрально-Калбинском блоке повышенной тектонической активности. В размещении рудных полей и месторождений ведущее рудоконтролирующее значение придается системе субширотных глубинных разломов древнего заложения.

Бакенное месторождение расположено в северном эндо-экзоконтакте Прииртышского гранитного массива и контролируется Гремячинско-Кининской зоной широтного разлома (рис. 2).

Формирование месторождения происходило в несколько этапов. Рудовмещающая среда представлена апофизами контаминированных гранитов I фазы калбинского комплекса (Р₁), прорывающими метаморфизованные отложения такырской свиты (D₃). Рудные пегматитовые жилы занимают поперечное положение относительно гранитов и сланцев в виде системы лестничных жил (по Ю.А. Садовскому) с падением к северо-западу под углами 15-20°. Мощность жил изменяется от 4-6 до 15 м, общий вертикальный диапазон их распространения более 350 м, по падению – 1000 м. Пегматиты характеризуются большим разнообразием состава, преобладают кварц-микроклин-альбитовый и альбит-сподуменовый минеральные комплексы. Главные рудные минералы – tantalит-колумбит, сподумен, берилл и касситерит.

Юбилейное месторождение размещается в Асбулакском рудном поле, сформированном в прогибах кровли Тастюбинского гранитного массива. Рудное поле имеет длину

8-10 км и ширину 3-4 км, контролируется Асубулакским субширотным разломом, вдоль которого выделяются две приразломные рудоносные полосы: Унгурсайская (объекты Кармен-Куус, Аккезень, Унгурсай и др.) и Краснокордонская (Красный Кордон, Юбилейное, Будо и др.). Рудные объекты имеют линейно-узловое распределение и локализуются с шагом 1,5 км. Рудовмещающие - гранитоиды I фазы калбинского комплекса, содержащие останцы и ксенолиты такырской свиты. Пегматитовые жилы прорывают граниты и контролируются наложенной системой трещиноватости (простирание СЗ 310^0 - СВ 80^0 , углы падения на юг $10-50^0$). Морфоструктура месторождения - жильно-корневая с размещением пегматитовых жил в эндоконтакте гранитного массива (Юбилейная, Музейная, Единая и др.). Месторождение характеризуется уникальным комплексом редкometалльных минералов (танталит-колумбит, берилл, лепидолит, сподумен, поллуксит, цветные турмалины и кассiterит).

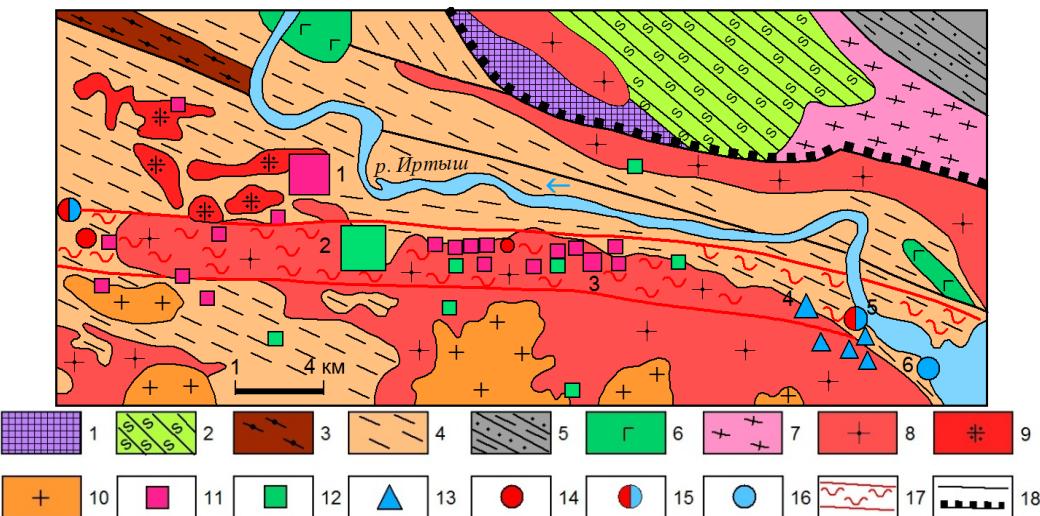


Рисунок 2 - Схема размещения Гремячинско-Киинской рудной зоны в Центральной Калбе: геологические формации: 1- сланцево-метаморфическая (PR); 2 – известковисто-терригенная, зеленосланцевая (D_2e – D_2ef); 3 – углеродисто-известковисто-терригенная (D_2gv); 4 – аргиллито-песчаниково-алевролитовая аспидная (D_3); 5 – углеродисто-известняково-терригенная ($C_1t_2-v_1$); 6 – габбро-плагиогранитовая (C_1); 7 – мигматит-гнейсогранитовая (C_1); 8-10 – гранитовая P_1 (8-9 – гранодиорит-гранитовая и 10 – гранитовая подформации). Рудные формации: 11 – редкometалльная пегматитовая; 12 - блоковых микроклиновых пегматитов; 13 – грейзеново-кварцевожильная вольфрамовая; 14 – кварцево-жильная оловянная; 15 – олово-вольфрамовая и 16 – вольфрамовая; 17 – границы рудной зоны; 18 – фрагменты Иртышского глубинного разлома-надвига. Рудные объекты: 1 – Бакенное; 2 – Огневское; 3 – Поперечное; 4 – Гремячее; 5 – Противоиртышское; 6 – Гладковское

Минералого-геохимические критерии.

С целью выявления рудно-петрологических и минералого-геохимических критериев прогнозирования и поиска редкometалльных месторождений производилось детальное изучение вещественного состава рудовмещающих гранитоидов, метасоматических образований и рудных тел с отбором мономинеральных фракций породообразующих, рудных и сопутствующих минералов. Аналитические исследования выполнялись преимущественно в лаборатории инженерного профиля ИРГЕТАС ВКГТУ с использованием высокоточного электронного оборудования. Кроме того, частично проводились исследования в

Аналитическом центре ИГМ СО РАН (г. Новосибирск) и Японии (г. Акита). В результате этих работ намечены типоморфные минералы и геохимические элементы-индикаторы редкометалльного рудообразования.

В рудовмещающих гранитах по данным масс-спектрометрии определены средние содержания (г/т): Zn (105), Pb (81), Cu (48), а также весовые значения Sb (1,51), Ag (0,72), Au (0,29), Pd (0,70), Pt (до 0,03) и другие элементы. Среди редких земель характерна легкая группа элементов - La, Ce, Pr, Nd, Sm (сумма 65,27 г/т). В составе редких щелочей преобладают Li (248), Pb (157), повышенны значения Nb (17,2), Sn (14,6), а содержание Ta составляет 1,2 г/т.

Биотиты из гранитов являются концентраторами сидерофильных (Ti, V, Cr, Mn, Ni) и халькофильных (Cu, Zn, Pb) элементов, в них также повышенны значения Ag, Sb, Sc и Ba, определены аномальные содержания (г/т): Li (60-1287), Rb (606-633), Cs (43-113), Be (28-199), Sn (57-83), W (до 53 г/т).

Микроклины характеризуются повышенными значениями (г/т): Cu (до 88,9), Zn (101,9) и Pb (59,0). В них фиксируются Sb (до 34,55 г/т), Ag (4,80 г/т), а среди редких щелочей резко преобладает Rb (4255-7220 г/т). Отмечаются также весовые значения Ta, Be, Sn и других редких элементов. Полученные результаты указывают на обогащенность первичных гранитоидных расплавов сидерофильными, халькофильными, редкими и другими элементами, что нашло отражение в сложном составе связанных с ними пегматитов. Минералогические поисковые критерии определяются проявлением в пегматитовых жилах интенсивных процессов микроклинизации, альбитизации, грейзенизации и сподуменизации с нарастающей концентрацией оруденения (Ta, Be, Li, Cs, Sn).

Мусковиты являются надежным индикатором рудного процесса, они обогащены Ta, Nb, Be, Sn, W и редкими щелочами (Li, Rb, Cs) (табл. 1). Содержание тантала в них находится на уровне промышленных значений в пегматитовых рудах и достигает более 100-200 г/т. Аномальные значения Ta установлены в мусковит-кварц-грейзеновых зонах жилы Единой (1795 г/т), экзогрейзенах с зеленым мусковитом (Медведка и Унгурсай). Концентрации Nb в мусковитах в основном выдержаны, несколько увеличены в грейзеновых зонах (406,1 г/т) и цветном комплексе с рубеллитом (1213 г/т). В грейзеновом альбит-лепидолитовом комплексе установлены высокие концентрации (г/т): Li (10680), Rb (6017) и Cs (4176) при содержании Sn (126), Ta (35) и Nb (65). На РЭМ-изображении определены микровключения танталит-колумбита, кассiterита, микролита (с примесью W - 5,80 вес.%) и фтор-апатита (рис. 3). Скрытая разновидность мусковита (жильбертит) обогащена (г/т): Li (3835), Rb (5210) и Cs (3328) при содержании Ta (18,5), Nb (24,1), Sn (148,5) и Ga (65).

Альбит является показателем главной стадии редкометалльного рудообразования (альбитизации), заключающейся в замещении микроклина и раннего плагиоклаза альбитом в процессе щелочного метасоматизма. Альбит развит практически во всех минеральных комплексах, представлен несколькими генерациями (мелекристаллический сахаровидного облика, среднезернистый пластинчатый, крупнопластинчатый клевеландит светло-голубой окраски и др.). Мелкозернистый альбит ассоциирует с розовым гранатом, мусковитом, верделитом и апатитом. В этом минеральном комплексе установлены аномальные содержания (г/т): P (6600), Li (1247) и Rb (530), а также Cs (136), Sn (38,7), Ta (5,9) и U (28,1). В клевеландите повышенны значения Sn (702 г/т) и Ta (29 г/т).

Турмалины разной окраски также определяют рудоносность пегматитовых жил. Черные шерлы типичны для безрудных или слаборудоносных пегматитов.

Таблица 1

Содержание редких элементов в мусковитах пегматитовых месторождений Калба-Нарымской зоны, (z/m)

Месторождение	Характеристика пород	Ta	Nb	Be	Li	Rb	Cs	Sn	W
Юбилейное	Редкометальный пегматит	121,14	147,37	23,14	4564	4114	547,6	323,4	21,69
Юбилейное	Из зальандов жилы Юбилейной	63,47	156,81	20,73	3299	3226	448,6	348,2	15,62
Юбилейное	Альбитизированный пегматит	153,1	185,1	22,14	413,9	1144,9	218,8	230,6	18,34
Юбилейное	Мусковит-кварцевый грейзен, жила Единая	121,6	301,1	28,17	2844	3872	400	403,9	10,27
Юбилейное	Мусковит-кварцевый грейзен, жила Единая	179,5	406,1	32,6	2408	4064	600	721,5	7,91
Юбилейное	Альбитизированный пегматит	67,39	692	35,89	1010	1555	99,75	216,44	25,92
Точка	Мусковит-альбигитовый пегматит	91,94	245,7	25,74	1209	1410	141,45	430,9	24,28
Медведка	Экзогрейзен	152,18	166,38	42,04	482,1	3090	393,1	512,9	102,67
Медведка	Зеленый мусковит из экзогрейзена	233,75	380,8	36,62	1101	3614	241,4	429,3	10,85
Медведка	Микроклин-альбигитовый пегматит	81,33	268,8	70,22	664,2	2182	122,7	241,2	10,6
Куштаорык	Альбитизированный пегматит	151,6	261,3	44,9	3611	2898	469,9	267,1	15,2
Дворянское	Пегматит с рубеллитом	90,14	1213	23,36	143,52	405,9	28,53	62,81	12,22
Урунхайское	Микроклин-альбигитовый пегматит	302,1	399,6	46,68	3007	4227	483	569,3	16,14
Бакенное	Редкометальный пегматит	60,41	570,8	123,8	2456	4085	280,2	424,9	7,48
Кармен-Күгүс	Пегматит с цветным комплексом	103,85	301,1	39,84	8613	3396	327,7	468,1	14,89
Чебунтайское	Блоковый микроклиновый пегматит	786,1	1045	31,19	802,4	2821	460,6	345	9,67
Чебунтайское	Блоковый микроклиновый пегматит	170,38	300,2	202,1	446,7	1050	60,98	150,09	17,06
Чебунтайское	Блоковый микроклиновый пегматит	331,9	359,2	60,77	1062	2099	227,7	462,1	32,52

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории «ИРГЕТАС» на приборе. Аналитик С.Н. Полежаев.

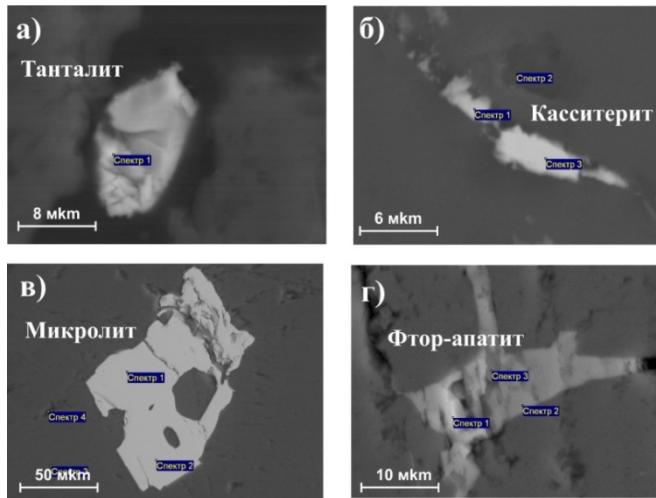


Рисунок 3 – Микровключения минералов в гнейсновом комплексе Юбилейного месторождения (аналитик А.В. Русакова): а - микрозерно танталита овальной формы; б - прожилковидная вкрапленность кассiterита; в - изображение микролита в лепидолитовом гнейзене; г - фтор-апатит

Зеленые верделиты характеризуют танталоносные кварц-альбит-мусковитовые гнейзы, а розовые рубеллиты (в ассоциации с клевеландитом, лепидолитом и сподуменом) отражают богатые комплексные руды (Ta, Nb, Be, Li, Sn). Полихромные турмалины (с черной головкой) встречаются в поздних поллуцитоносных минеральных комплексах и отличаются аномальными содержаниями Cs, Li, Rb (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2
Содержание редких элементов в турмалинах, (г/м)

Минералы	Ta	Nb	Be	Li	Rb	Cs	Sn	W	Mo
Турмалин (полихромный)	37,2	97,1	2,66	2986	605,6	135400	19,26	1,86	1,73
Рубеллит (розовый)	43,7	128,9	5	226,2	14,9	16,1	61,57	1,26	2,48
Шерл (черный)	7,6	22,6	2	135,4	6,7	22,1	4,87	0,82	1,93

Примечание. Результаты масс-спектрометрического анализа. Аналитик Полежаев С.

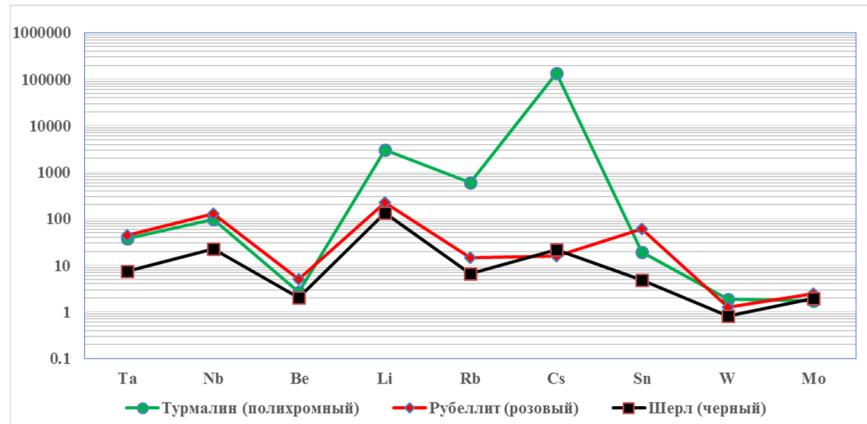


Рисунок - 4 Диаграмма распределения редких элементов в турмалинах, (г/т)

Сподумен – типичный минерал танталоносного кварц-клевеландит-сподуменового комплекса, образует уплощенные кристаллы длиной до 50 см с развитыми гранями призмы и пинакоида. На микроуровне содержит включения (г/т): кассiterита (Sn-34,51), шеелита (с примесью Ta – 10,3%) и сфалерита (с примесью Pb – 7,5%). По результатам масс-спектрометрии в сподумене установлено содержание (г/т): Li (55260) при небольшом значении Rb (10,81) и Cs (5,24). По содержанию Li и Ta он близок к сподумену пегматитового месторождения Коктогай (в Китае), но отличается от него повышенными значениями (г/т): Sn (210), Pb (410), Sb (40), Ag (17,5) и меньшей величиной Be и Cs. Сподумено-вая минерализация широко проявлена в пегматитовых месторождениях России и других регионов [7].

Танталит – главный рудный минерал, представлен неправильными гнездами, агрегатами, отдельными кристаллами таблитчатой и короткопризматической формы. Встречается во всех минеральных комплексах в ассоциации с фтор-апатитом, микролитом, колумбитом, сподуменом и другими минералами. Содержит повышенные концентрации Sn (752-2253 г/т) и W (169-2218 г/т), а количество Li, Rb, Cs и Be непостоянное и изменяется в широких пределах. Впервые в нем выявлены высокие содержания примесей (г/т): Zr (2467-3459), Hf (447), U (670-9183), W (до 2218), а также весовые значения Au (более 50 г/т), Pt (7,05-69,66 г/т) и Ir (до 12,23 г/т). По данным растровой микроскопии также фиксируются нанодисперсные примеси золота в танталите и Au, W, Hf, U – в микролите (рис. 5). Такие новые результаты о выявлении в редкометалльных рудах Au, Pt, Ir требуют дальнейшего исследования.

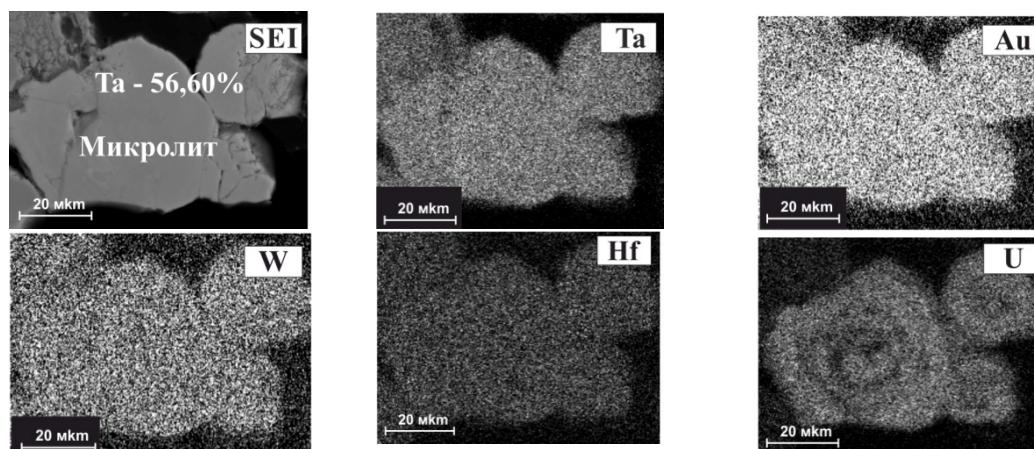


Рисунок 5 - РЭМ-изображение микролита с нанодисперсными включениями Au, U, W из пегматитов Юбилейного месторождения (аналитик А. В. Русакова)

Месторождение Верхнее Эспе расположено в Акбийк-Акжайляуском гранитоидном поясе Жарма-Саура, в северном экзоконтакте массива Акжайляу. Относится к эпимагматическому ниобий-цирконий-редкоземельному типу оруденения, генетически связанному с керегетас-эспинским комплексом пермского возраста. Рудоносными являются два штоки среднезернистых рибекитовых щелочных гранитов и их экзоконтактовые зоны, подверженные интенсивной альбитизации с привносом редкометалльно-редкоземельного оруденения (Nb, Zr, Ta, TR и др.). Максимальная концентрация оруденения (Nb, Zr, TR) связана с полосчатыми экзометасоматитами и мелкозернистыми рибекит-альбитовыми метасоматитами (апогранитами) (рис. 6,а), характеризующимися повышенными концен-

трациями (масс. %): CaO (2,66), Na₂O (4,45) и F(0,85) и аномальными содержаниями (г/т): Zr (6542), Y (900), Hf (239), U (90,5).



Рисунок 6 – Общий вид рудоносных альбитизированных гранитоидов: а) - полосчатые рибекит-альбитовые метасоматиты месторождения Верхнее Эспе; б - фрагмент контакта альбититов (светлое) с гранодиоритами Васильковского месторождения

В метасоматитах индикаторными минералами являются (%): альбит (15-70), рибекит (5-50), эгирин (3-5) и флюорит (3-4) [4]. Рудная минерализация представлена мелкой и тонкой вкрапленностью циркона, пирохлора, торита, гагаринита, встречаются также фенакит, гадолинит, кассiterит, колумбит и др. На микроуровне выявлены флюорит и циркон, минералы иттриевой группы, пирохлор, иридистый бастнезит, колумбит, кассiterит, галенит, самородное серебро, иттроцерит и флюоцерит.

Геолого-генетическая модель месторождения представляется с позиций ликвационной гипотезы расслоения поступающих гранитоидных расплавов с интенсивным проявлением щелочного метасоматизма (альбитизации) и привносом редкометалльно-редкоземельной минерализации. Поэтому главным рудообразующим критерием является процесс альбитизации, к типоморфным минералам относятся альбит, рибекит, гагаринит, пирохлор, ксенотит, циркон и флюорит. Геохимические элементы – индикаторы рудного процесса – Zr, Nb, Y, Ta, TR. Общие запасы промышленных руд сосредоточены в приконтактовой зоне Малого штока (87,8%), а в кругопадающих рудных телах – 12,2%. Среднее содержание в рудах Zr – 1%, Nb – 0,139%, сумма TR₂O₃-0,179% [3]. Увеличение запасов руд возможно за счет доразведки флангов и глубоких горизонтов Верхне-Эспинского рудного поля.

Васильковское месторождение – это крупный объект золото-сульфидно-кварцевого штокверкового типа, который, наряду с другими месторождениями Казахстана (Акбакай, Бакырчик, Рудноалтайские и др.), определяет золоторудный потенциал Казахстана [8, 9]. Это месторождение находится в Северном Казахстане в пределах Кокшетауского срединного массива. Пространственно приурочено к зоне тектонически нарушенного контакта габброидов и гранодиоритов зерендинского комплекса (O₃) коллизионного типа [9]. На месторождении четко проявлены стадии метасоматического изменения гранитоидов: площадная микроклинизация (дорудная), локальная альбитизация и березитизация, гидротермального золото-сульфидного окварцевания (рудная) и поздняя кварц-флюорит-кальцитовая (пострудная). К главным типоморфным минералам относятся кварц, альбит, рибекит, пирит, арсенопирит, висмутин и золото. Главные элементы – индикаторы оруденения – Au, As, Bi [9].

При изучении вмещающих пород и руд месторождения на микроуровне нами обращено внимание на обнаружение в альбитизированных гранитоидах (рис. 6,б) микровключенияй колумбита, танталит-колумбита, кассiterита (примесь Ta 2,24 мас.%) и вольфрамита (рис. 7,б,в,г), ассоциирующих с фтор-апатитом и фтористым мусковитом. По масс-спектрометрии в альбититах выявлены аномальные содержания (г/т): Li (1212), Rb (1282), P (1112), также повышены значения Nb (38,92), Sn (17,58), Bi (14,62) и Ta (6,26). Халькофильные элементы представлены Pb (105,6), Zn (105,5) и Cu (75,6).

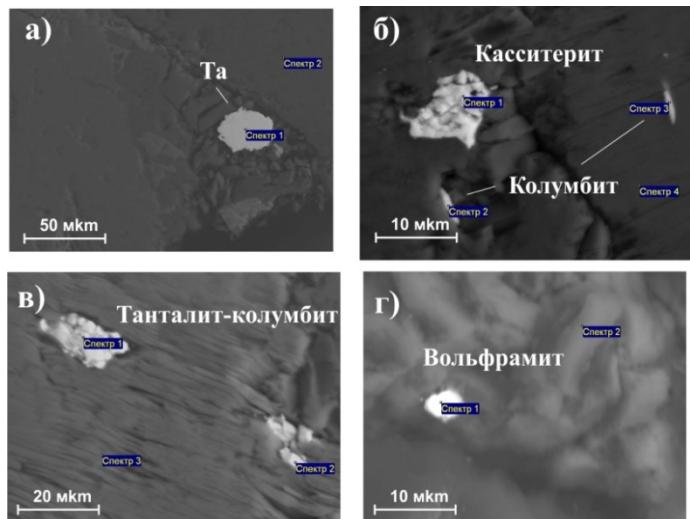


Рисунок 7 – Микровключения минералов в габброидах и альбититах Васильковского месторождения: а – микрозерно самородного тантала в габброидах; б – комковидное зерно кассiterита и игольчатые включения колумбита; в – танталит-колумбит во фтористом мусковите; г – микрозерно вольфрамита в альбитизированных гранитах

В тектонически нарушенных и сульфидизированных габброидах определено микровключение самородного тантала (77,04 мас.%) размером 30 мкм (рис. 7,а), сопутствующие минералы – арсенопирит, висмутин и тетраэдрит. Эти разности габброидов обогащены элементами (г/т): Ti (6929), V (413), As (4545) и Cu (230), весовые значения имеют Li (77,7), Cs (8), Sn (5,18) и Ta (0,13). Как видно, и на золоторудном объекте подтверждается связь редкометалльной минерализации (Li, Rb, Ta, Nb, Sn, W) с щелочной стадией метасоматоза (альбитизацией), проявленной в габброидах и гранитоидах, что необходимо учитывать в дальнейших исследованиях.

На основании вышеизложенного можно сделать выводы. Определены основные закономерности размещения редкометаллоносных гранитоидных поясов, сформированных в постколлизионной (орогенной) геодинамической обстановке (P_1-T_1), в тектонических структурах с сиалическим типом разреза земной коры. В Калба-Нарымском пояссе ведущие месторождения редкометалльных пегматитов генетически связаны с гранитами I фазы калбинского комплекса (P_1). Подчеркивается рудоконтролирующая роль широтных глубинных разломов в размещении пегматитовых рудных полей и месторождений. Геолого-генетическая модель пегматитообразования отражает стадийное развитие минеральных комплексов от графического и олигоклаз-микроклинового (безрудных) до сподуменсодержащих (цветных) с богатыми комплексными рудами (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn). Минералогические факторы оценки редкометалльных пегматитов определяются степенью интенсивности проявления в них метасоматических процессов (микроклинизация,

альбитизация, грейзенизация, сподуменизация, окварцевание), индикаторами которых могут быть типоморфные минералы (клевеландит, мусковит, лепидолит, сподумен, цветные турмалины, поллуксит и др.). Ведущее значение в рудообразовании придается процессу *альбитизации*, являющимся инициатором всех последующих метасоматических преобразований пегматитовых жил. С альбитизацией также связано образование редкоземельного оруденения в щелочных гранитах месторождения Верхнее Эспе и редкометалльной минерализации в альбититах на Васильковском золоторудном месторождении. Процессы альбитизации широко проявлены и на других редкометалльных объектах (Карасу, Алака, Ново-Ахмировское и др.) [1, 2]. Выявление в рудах микро- и тонкодисперсных включений редких и редкоземельных минералов и геохимических элементов (Au, Ag, Pt, Ir, U) имеет научное значение, эти результаты рекомендуется учитывать в практике геологоразведочных работ.

Статья подготовлена при финансовой поддержке АО «НАТР» РК (по гранту № 403).

Список литературы

1. Дьячков Б.А. Генетические типы редкометалльных месторождений Калба-Нарымского пояса. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2012. – 130 с.
2. Annikova I.Yu., Vladimirov A.G., Smirnov S., Gavryushkina O.A. Geology and mineralogy of the Alakha spodumene granite porphyry deposit, Gorny Altai, Russia // Geology of Ore Deposits 58(5), 2016, pp. 404-426.
3. Редкие металлы и редкие земли Казахстана. – Алматы, 2011. – 277 с.
4. Фролова О.В. Редкоземельный тип месторождений Восточного Казахстана / О.В. Фролова, И.Е. Матайбаева, О.Д. Гавриленко и др. // Научный журнал Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2015. – № 2. – С. 28-33.
5. Кравченко М.М. Перспективы укрепления и развития сырьевой базы титанового производства (Восточный Казахстан) / М.М. Кравченко, Б.А. Дьячков, Е.С. Суйекпаев и др. // Вестник Пермского государственного научно-исследовательского ун-та, 2016. – № 38. – С. 78-87.
6. Tkachev A. Evolution of metallogeny of granitic pegmatites associated with orogens throughout geological time //Geological Society London Special Publications 350(1):7-23 January 2011.
7. Zagorsky V.Ye., Vladimirov A.G., Makagon V.M., etc. Large fields of spodumene pegmatites in the settings of rifting and postcollisional shear-pull-apart dislocation of continental lithosphere // Russian Geology and Geophysics 55 (2014), pp. 237-251.
8. Нарсеев В.А. Золоторудный потенциал Центральной Азии / В.А. Нарсеев, М.С. Рафаилович, Б.А. Дьячков // Гигантские месторождения золота Центральной Азии. Укрепление золоторудного потенциала Казахстана. – Алматы, 2014. – С.10-22.
9. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. – Алматы, 2009. – 304 с.

Получено 02.02.2017

ОЭК 622.831

Т.Т. Ипалаков, Б. Апшикур

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қ.

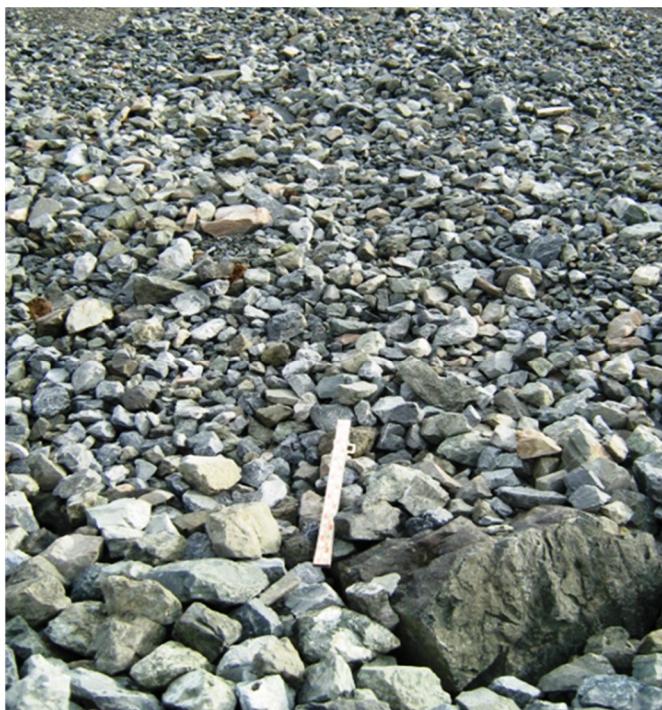
КАРЬЕРДЕГІ МАССИВ ЖАҒДАЙЫН АНЫҚТАЙТАН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Төмендегі жұмыста АҚ «ССГПО» отвалын қалыптастыру технологиясына қажет етілген ұсыныстарды жасау барысындағы тау массивтерінің сегрегациясы зандылығын, түйіршікті құрамы және жартасты жыныстардың тығыздығының таралуы бойынша зерттеудің нәтижесі көлтірілген.

АҚ «ССГПО» карьерінің отвалында негізінен сақталынып қалатын жартасты жыныстар, палеозойлық кешенді жыныстар болып табылады. Массивтегі жыныстардың орташа тығыздығы $2,7 \text{ т}/\text{м}^3$. Беріктік коэффициенті проф. Протодьяконов шкаласы бойынша 6 дан 20 ға дейін өзгереді. Жыныстар сулануға және ісінуге бейім емес.

Отвалдың биіктігі бойынша жыныстардың түйіршік құрамының өзгерісі, негізгі беріктік сипатының шамасына бірінші кезекте, отвалдың денесін құрайтын жыныстың тығыздығына едәуір ықпал етеді [1].

Отвалды жай көзбен шолып байқау кезінде, жартасты жыныстардың блоктар өлшемдерінің, ярус биіктіктерінің өзгерістерімен біршама сәйкесті түрленетіндігін көрсетті (сурет 1).

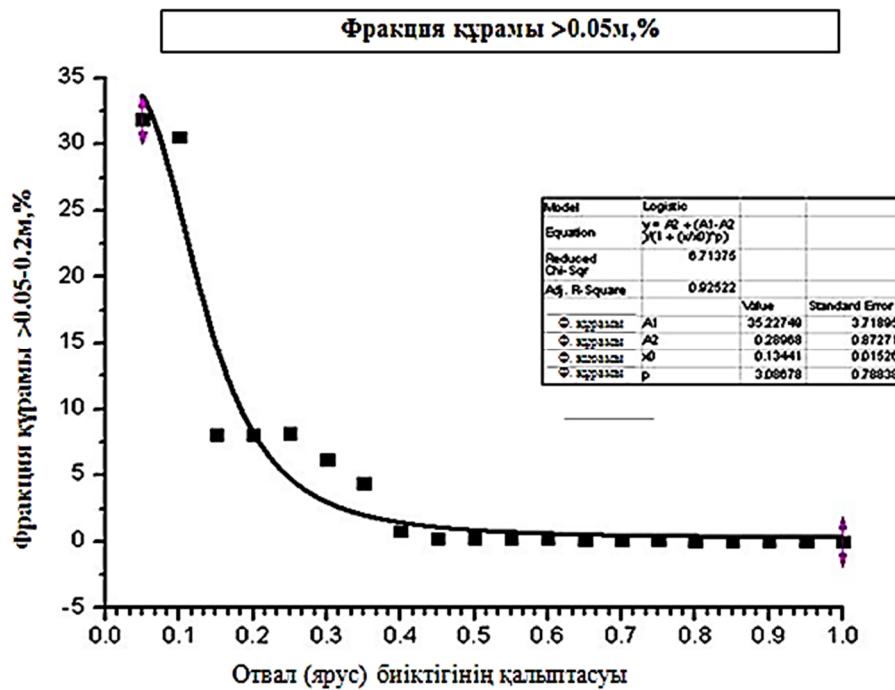


Сурет 1 - Сарыбай карьерінің жартасты жыныстармен қалыптасқан отвал бөлігі

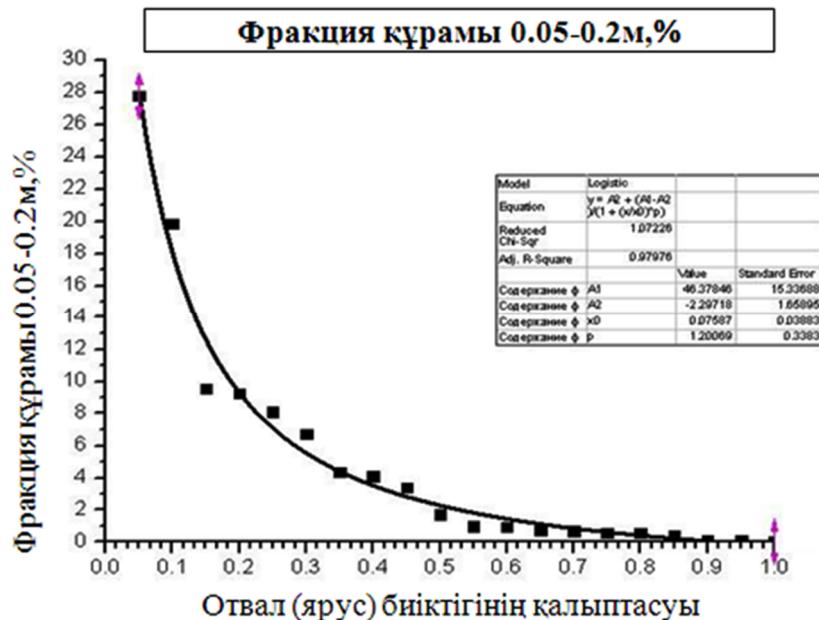
Үлкен сынықтардың пайда болуы негізінен, жыныстардың табиги жарықшақтануынан болса, ал орташа және ұсақ сынықтар карьерде бүрғылау-жару жұмыстарының өндірісі барысындағы жыныстардың усақталу үрдісінде пайда болады, ұсақ сынықтар фракцияларының бір бөлігі отвал денесіндегі жыныстардың тікелей физикалық және химиялық желге ұшы нәтижесінде пайда болады.

Жыныстардың сегрегациясын біршама толық зерттеу мақсатында АҚ «ССГПО» отвалының күрделі жартасты жыныстардан тұратын құлама бетін фотоға түсіру жүргізілді. Алынған фотографияларды өндеу фотопланиметр тәсілімен орындалды. Фотопланиметр мәліметтеріне талдау жасалынды және отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша бөлінді. Жыныстар блогының (кесектерінің) өлшемдері бойынша төрт фракцияға бөлініп ажыратылды: $<0.05\text{m}$; $0.05-0.2\text{m}$; $0.2-0.6\text{m}$; $>0.6\text{m}$.

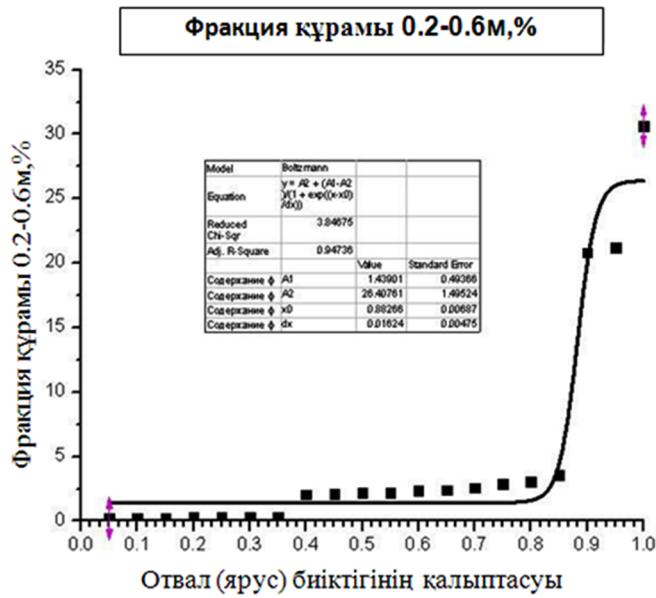
Жыныстардың фракциялық құрамының өзгеру тәуелділігі 2-суреттерде көрсетілгендей.



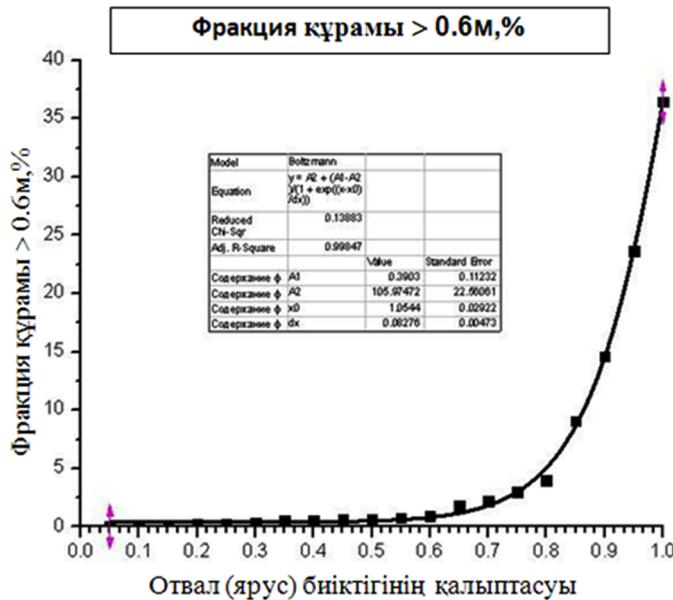
Сурет 2 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биектігі бойынша құрамы 0,05 м кіші фракциясының өзгеру тәуелділігі



Сурет 3 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биектігі бойынша құрамы 0,05-0,2 м фракциясының өзгеру тәуелділігі



Сурет 4 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша құрамы 0,2-0,6 м фракциясының өзгеру тәуелділігі

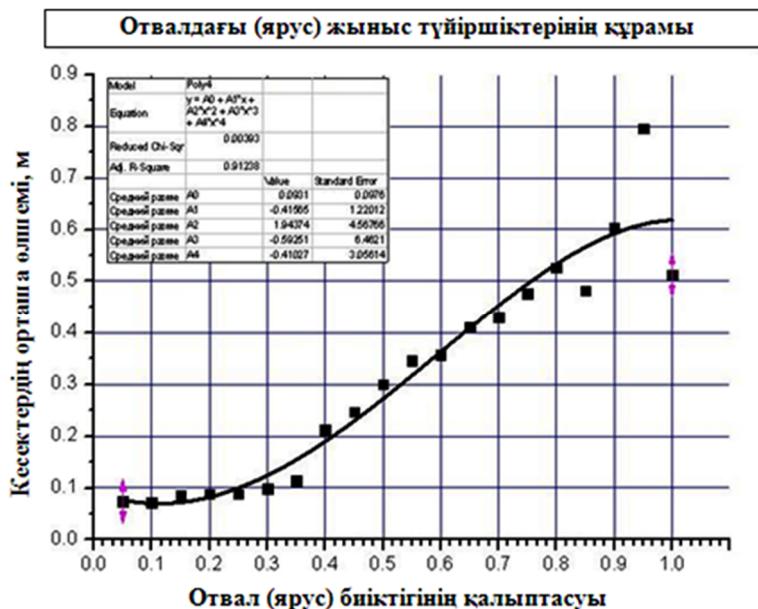


Сурет 5 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша құрамы 0,6 м үлкен фракциясының өзгеру тәуелділігі

Математикалық өндөу нәтижесінде отвалдағы қабаттардың орналасуының салыстырмалы биіктігіне тәуелді жыныстар блогының (кесектерінің) орташа өлшемдерінің алынды (сурет 6).

Осыдан, жүргізілген зерттеу нәтижесі АҚ «ССГПО» карьерінің жартасты жыныстардан күралған отвалы біртекті ортадан тұрмайтындығын көрсетті. Отвалдық массивтер

өзімен бірге қырышық өлшемдерімен конфигурациясы әртүрлі, кеңістікте түрліше бағытталған ірі және орташа блоктарды құрайды.



Сурет 6 – АО «ССГПО» отвалындағы жартасты жыныстардың түйіршікті құрамы

Отвалдың биіктігі бойынша (жоғарыдан төмен) үш зонаға бөлуге болады (сурет 7):

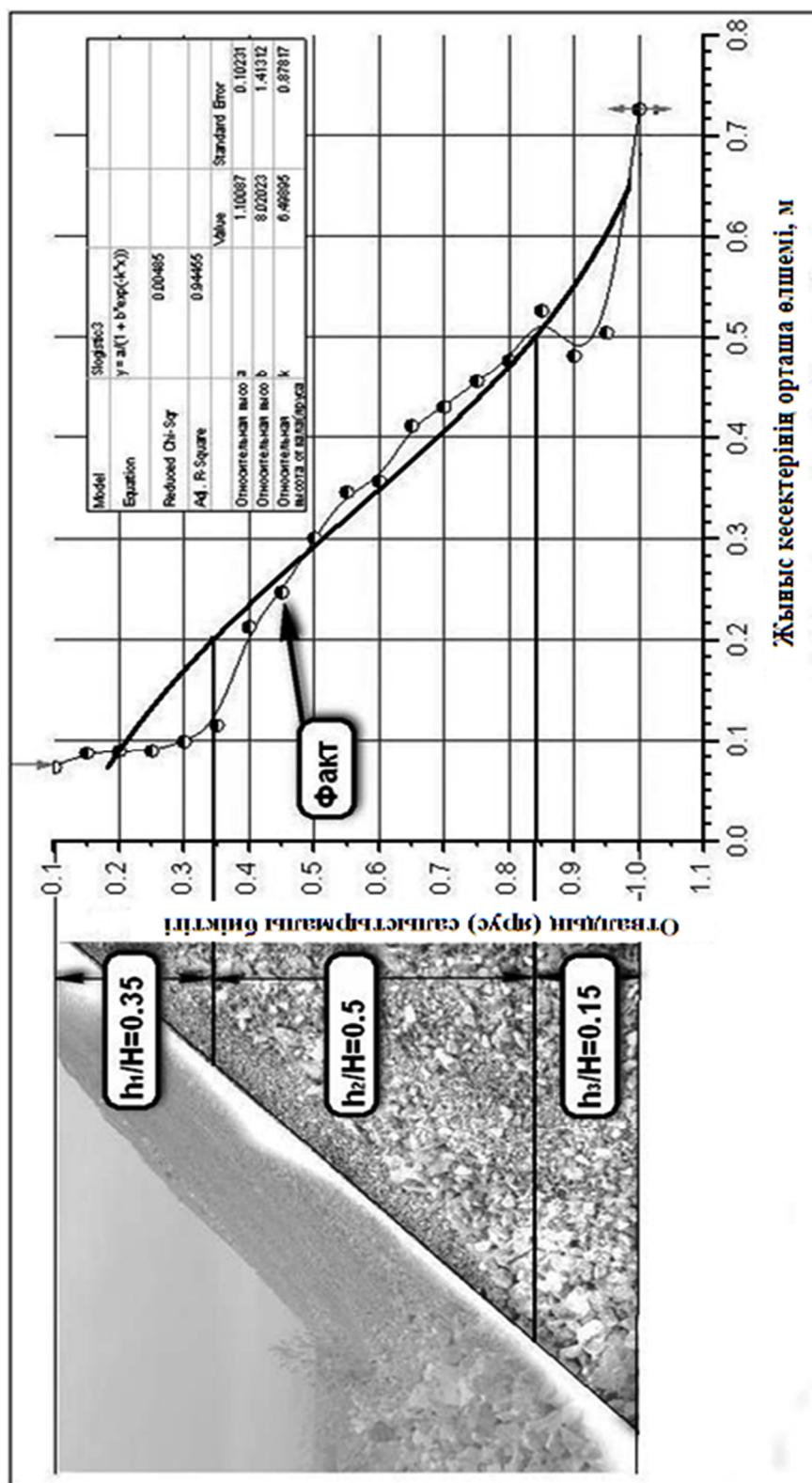
1 зона ($h/H=0-0,35$), ұсақ фракциялар - 0,05-0,2 м, орналасқан жерлер. Бұл қабатта кей кездері біршама ірі, негізінен жоғары жалпақтықтағы жыныстар кесегі «тоқтап қалады»;

2 зона ($h/H=0,35-0,85$), орташа фракциялық құрам. Кесектердің орташа өлшемі 0,2 м до 0,5 м бастап біртіндеп өседі;

3 зона ($h/H=0,85-1$), негізінен ірі фракциялы - 0,5 м және одан ірі жыныстар шоғырланған.

Жүргізілген зерттеу нәтижесін отвалдың тұрақтылығын есептеу барысында ескеру қажет. Соңғы жылдары авторлар жүргізген кешенді зерттеулер қатары, ұсақталынған жартасты материалдардың оларды отвалға төгу барысындағы сегрегациялық үрдісіндегі кинетикасының жаңа концепциясын негіздеуге алып келді.

Аталған концепция негізінде тау массалардың кедір-бұдыр бетпен өздік тартылыс күші әсерінде құламаның табиғи бұрышымен сырғуы, үйілген жыныстардың көлемдік жиналудын болатын жылжуши күш, сондай-ақ құламаның үстіңгі бетінде пайда болатын үйкеліс моделі қарастырылады. Массаның сырғуы үрдісінде құламаның кедір-бұдыр бетін толтыруши ұсақ фракциялардың «ысқылануы» жүреді. Осыдан жеке ірі кесектер негізге қарай сырғанайды. Толтыруши – фракциялар біртіндеп тараала отырып, отвалдың жоғары жағынан оның негізіне дейін көшіп, отвалдың жоғарғы және табаны қабатында жеткілікті дәрежедегі тығыз төсем қалыптастырады. Алынған аймақтағы қосы коэффициенттің мәнін жоғарлату туралы ұсыныстар қазірге дейін, үйіндінің сыртқы аймағының параметрлерін бағалауға негізделіп қабылданады. Мұндай ұсыныстар аздаған биіктікегі отвал үшін және оның бастапқы үйілу кезеңдерінде ғана оң нәтижесін береді. Дегенмен, көп яусты биік отвалды қалыптастыру барысында бұл жағдай түбегейлі негіздік сипатқа ие болады.



Сурет 7 – Отвал бүкілтігі бойынша структуралық блоктардың оргаша өлшемдерінің өзгерүі

Жартасты жыныстардан тұратын отвал құламасының тұрақтылық коэффициенттінің коры (запасы), өз кезегінде әртүрлі фракциялар қоспалар арасындағы тәуелділіктің үлкен дәрежесіне ие отвал денесін құраушы материалдардың қосу коэффициенттіне тәуелді болады [1].

Үш немесе онанда көп фракциядан тұратын қоспалар үшін, қосу коэффициенттінің K_p сандық мәні келесі келтірілген схема бойынша итерациялық тәсілмен анықталады:

- сусымалы материалдардың фракциясы кесектерінің ірілену қатарымен сұрыпталады;
- бинарлық қоспаның бірінші және екінші фракциясының қосу коэффициентті K_p келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K_p = AP_k^2 - [A - (K_{pk} - K_{PM})]P_k + K_{PM} \quad (1)$$

мұндағы A – эмпирикалық (тәжірибеге ғана негізделген) коэффициент келесі формуламен анықталынады:

$$A = 0,842 \left[1 - \left(\frac{d_M}{d_K} \right)^2 \right] \quad (2)$$

P_k – бинарлық қоспадағы ірі фракциялардың үлесі, бірлік үлесінде; K_{pm} , K_{pk} – ұсақ және ірі фракциялардың сәйкесті қосу коэффициенттері; d_m , d_k – ұсақ және ірі фракциялардың сәйкесті өлшемдері;

- алынған бинарлық қоспа үшінші қоспа үшін, біршама ірі фракция болып табылады. Қалыптастырылатын қоспа үшін қосу коэффициентті K_p , осы алынған бинарлық схемадағы ұсақ фракциялы қоспалардың қосу коэффициенттімен ірі фракциялы қоспаның қосу коэффициенттерінің бірігін жинақталу схемасы бойынша есептелінеді;
- K_p есебі қоспадағы ең ірі фракцияға дейін, итерациялықрежимде жүргізіледі.

АҚ «ССГПО» отвалы үшін жартасты жыныстардың қосу коэффициенттерін есептеу нәтижелері 1 кестеде және 8 суретте келтірілген.

Кесте 1

Жартасты жыныстардың есептік қосу коэффициенттері

Отвалдың салыстырмалы биіктігі, h/H	Қосудың есептік коэффициенттері, Кр
0,05	1,220
0,10	1,518
0,15	1,517
0,20	1,516
0,25	1,517
0,30	1,517
0,35	1,516
0,40	1,516
0,45	1,516
0,50	1,516
0,55	1,516
0,60	1,515
0,65	1,513
0,70	1,512
0,75	1,509
0,80	1,507
0,85	1,494
0,90	1,484
0,95	1,465
1,00	1,469

Вопрос устойчивости бортов карьеров и уступов напрямую связан с риском: дорого, но надежно или дешевле, но с большей вероятностью возникновения деформаций. Риск определяет экономические, социальные и другие последствия от возможных деформаций как в процессе строительства, так и при дальнейшей эксплуатации карьеров.

Причинами возникновения рисков являются неопределенности, возникающие на разных стадиях выполнения расчетов устойчивости. К основным из них относятся: неопределенности, связанные с геометрическими параметрами борта карьера; гидрогеологические условия; прочностные свойства литологических разностей, трещиноватость и т.д.; расчетная модель.

С целью снижения влияния указанных неопределенностей, а следовательно, уменьшения уровня риска при предварительном выполнении расчетов устойчивости бортов карьера, предлагается следующая методика на основе использования комплекса методов расчетов, хотя они не являются окончательными для принятия решений при выполнении проектных работ. При этом наряду с традиционными детерминистическими инженерными методами использовался также метод конечных элементов и вероятностный анализ, что позволило, в конечном счете, повысить надежность получаемых результатов.

Расчеты выполнялись с применением 9 инженерных методов: Феллениуса (Fellenius), Бишопа (Bishop simplified), Janbu simplified и Janbu corrected, Спенсера (Spencer), Моргенштерна-Прайса (Morgenstern-Price), а также методов корпуса военных инженеров США (Corps of Engineers №1 и Corps of Engineers №2) и Лоу-Карафиата (Love-Karafiath).

В табл. 1 и 2 приведены основные характеристики вышеописанных методов с точки зрения соблюдения условий предельного равновесия, а также краткие рекомендации по условиям их применимости.

Таблица 1
*Основные характеристики инженерных методов,
используемых для расчета устойчивости откосов*

Метод	Условия равенства проекций сил		Условия равенства моментов сил
	горизонтальных	вертикальных	
Fellenius	нет	нет	есть
Bishop simplified	нет	есть	есть
Janbu simplified	есть	есть	нет
Spencer	есть	есть	есть
Morgenstern-Price	есть	есть	есть
Corps of Engineers № 1	есть	есть	нет
Corps of Engineers № 2	есть	есть	нет
Love-Karafiath	есть	есть	нет

Главными целями вероятностного подхода являются систематический анализ неопределенностей и оценка риска, связанного с геотехническим объектом. Преимуществом данного подхода является то, что вероятность возникновения деформаций является важным индикатором состояния устойчивости борта карьера.

В вероятностных расчетах входные параметры (исходные данные) и результаты рассматриваются как распределение вероятностей, а не как дискретные оценки устойчивости откосов, выполненные детерминированными способами.

Таблица 2

Условия применения и ограничения различных инженерных методов расчета устойчивости откосов

Метод анализа	Форма поверхности скольжения	Условия применения, ограничения
Fellenius	Любая	Недостаточно точный для анализа откосов с плоской поверхностью скольжения и высоким поровым давлением. Достоверный для пород с углом внутреннего трения $\varphi = 0$.
Bishop simplified	Любая форма	Достаточно точен. Дает возможность получать результаты, как и методы, использующие все три условия статики массива. В случаях, когда коэффициент устойчивости, рассчитанный по методу Бишопа, ниже, чем по методу Fellenius'a, следует руководствоваться результатами расчета последнего.
Love-Karafiath, Corps of Engineers № 1, Corps of Engineers № 2, Janbu simplified	Любая форма	Рассчитанный коэффициент устойчивости чувствителен к углу наклона действующих боковых сил. В отдельных случаях, когда откос сложен плотными породами с высоким сцеплением, возможны значительные отклонения (завышение до одной трети) рассчитанного коэффициента запаса устойчивости от реального.
Morgenstern and Price, Spencer	Любая форма	Методы дают реалистические результаты в большинстве инженерно-геологических ситуаций, за исключением случаев с чрезмерно неоднородными массивами.

В вероятностном подходе используются все величины физико-механических характеристик литологических разностей, слагающих откос борта карьера, и рассматриваются возможные сочетания влияний разных факторов. Результатами расчетов являются плотности распределения вероятностей значений коэффициента запаса устойчивости. Детальный вероятностный расчет позволяет существенно повысить качество и достоверность анализа, оценить опасность деформаций бортов карьера. Многолетняя практика применения вероятностных методов при расчете устойчивости уступов и бортов карьеров на зарубежных предприятиях позволила выработать определенные критерии оценки вероятности возникновения деформаций ($P_{\text{обр}}$). В табл. 3 приведены допустимые пределы вероятности возникновения деформаций в различных геомеханических условиях [1, 2].

В табл. 4 указаны критерии устойчивости бортов карьеров, применяемые в Западной Австралии, разработанные на основании результатов исследований ряда зарубежных авторов [3-8].

Наряду с вероятностью обрушения, в геомеханике также используется еще один критерий устойчивости откосов – надежность, r . Надежность является вероятностью того, что фактический запас устойчивости больше или равен 1,0. Этот параметр представляет область, ограниченную максимальной кривой нормального распределения Гаусса. Так как вся область под функцией распределения равна 1,0, вероятность обрушения и надежность связаны соотношением:

$$P_{\text{обр}} = 1 - r.$$

Критерием оценки надежности является индекс надежности. Он характеризует расстояние между средней и предельной величинами запаса устойчивости в единицах средних квадратических отклонений.

Таблица 3
Допустимые вероятности возникновения деформаций по данным практики на зарубежных карьерах

Проектные условия		Допустимая вероятность возникновения деформаций по данным практики, Робр	
Элемент карьера	Геомеханические условия	Амплитуда, %	Предпочтительное значение, %
Уступ	сложные, с различными геологическими нарушениями	0-10	10
	простые	10-50	20-30
Борт карьера		1-3	
Борт карьера с элементами инфраструктуры (промплощадки, дороги, ЛЭП и т.д.)		<1	

Таблица 4
Критерии устойчивости бортов карьеров, применяемые на горнодобывающих предприятиях Западной Австралии

Класс борта карьера	Последствия деформаций	Проектная вероятность обрушения, %	Условия применения
1	Незначительные	Не регламентируется	Отсутствие какой-либо инфраструктуры (промплощадки, хвостохранилища и т.д.)
2	Умеренные	10,0	Отсутствие значительной инфраструктуры
3	Серьезные	1,0	Наличие инфраструктуры
4	Тяжелые	0,3	Борта, примыкающие к местам постоянного пребывания людей, инфраструктуре и т.д.

Для нормального распределения коэффициента запаса устойчивости индекс надежности определяется из выражения: $\beta = (\mu - 1)/\sigma$. Для логнормального распределения:

$$\beta = [\ln(\mu/\sqrt{1 + COV^2})]/\sqrt{\ln(1 + COV^2)}, \quad (1)$$

где COV - коэффициент вариации, который определяется как отношение среднеквадратичного отклонения к средней величине. COV – это мера относительного разброса случайной величины; показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс.

На рис. 1 представлена зависимость между вероятностью обрушения и индексом надежности для нормального распределения.

В геомеханической практике удовлетворительным считается индекс надежности порядка 3,0.

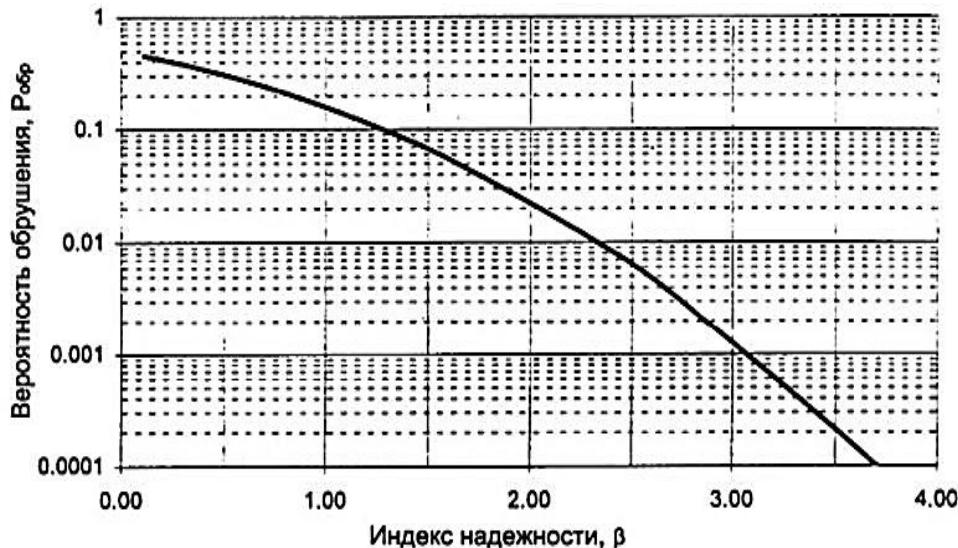


Рисунок 1 – Зависимость между вероятностью обрушения и индексом надежности для нормального распределения

Для примера в табл. 5 приведены целевые уровни индекса геомеханической надежности, применяемые армией США [9, 10].

Таблица 5
Целевые уровни индекса геомеханической надежности, применяемые армией США

Наименование уровня	β	$P_{обр}$
Высокий	5,0	0,0000003
Хороший	4,0	0,00003
Выше среднего	3,0	0,001
Ниже среднего	2,5	0,006
Низкий	2,0	0,023
Неудовлетворительный	1,5	0,07
Опасный	1,0	0,16

Обоснование расчетных характеристик прочностных свойств горных пород, принимаемых при определении параметров рациональных конструкций нерабочих бортов карьера. Для описания геомеханических процессов в горных породах используют различные критерии прочности. Прочностными характеристиками, входящими в условие прочности, основанное на прямолинейной огибающей предельных кругов главных напряжений (критерий Кулона Мора), и основными расчетными исходными данными при определении устойчивости карьерных откосов являются сцепление и угол внутреннего трения.

В случаях отсутствия в данный момент достаточной информации по исследованию прочностных свойств месторождения (подобная ситуация в последнее время повсеместно имеет место) определение эквивалентных величин сцепления и угла внутреннего трения предлагается выполнять по следующей методике. С учетом прочностных характеристик пород, слагающих месторождение [10], выделено 9 литологических разностей. Компанией SRK Consulting была составлена классификация горных пород месторождения, в частности описаны структурные особенности массивов, степень их трещиноватости, установлены

индексы качества скальных пород (RMR, MRMR, Q и Q') [10]. Результаты данного анализа послужили основой для определения коэффициентов геологической прочности GSI (Geological Strength Index) литологических разностей месторождения. Для более полного учета свойств трещиноватости, степени выветрелости скальных пород использованы модифицированные классификации показателей GSI: Sonmez and Ulusay [11,12], а также Cai M. [13,14] (рис. 2).

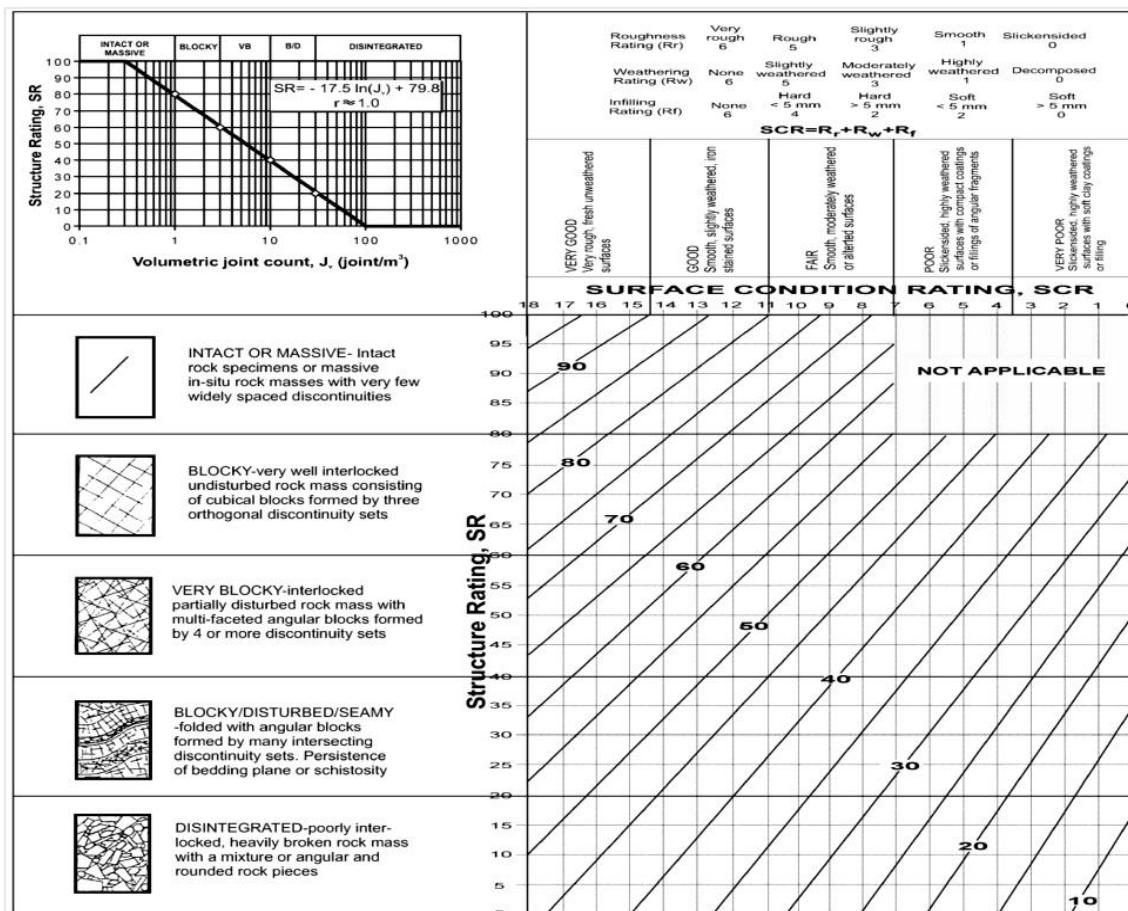


Рисунок 2 - Модифицированная характеристика горного массива GSI
(Sonmez and Ulusay, 2002)

С целью уточнения результатов дополнительно проведены поверочные расчеты. В определенные по данной методике прочностные характеристики, дополнительно был введен коэффициент масштабного эффекта (коэффициент структурного ослабления), принятый в соответствии с нормативными данными [15] равным 0,3 (рис. 3).

В соответствии с регрессионной зависимостью между GSI и Q' [16]: $GSI = 9 \cdot \ln \cdot Q' + 44$, рассчитаны индексы для скальных пород месторождения «Юбилейное» [17, 18], которые в достаточной степени коррелируют с результатами, полученными с использованием вышеизложенных классификаций GSI, и выводами SRK Consulting.

На основании полученных значений коэффициента геологической прочности GSI с применением программы RocLab фирмы Rocscience были определены эквивалентные

характеристики сцепления и угла внутреннего трения литологических разностей горных пород месторождения.

При этом учитывалось их изменение в зависимости от глубины карьера, а также структурные особенности, степень трещиноватости, степень возможной взрывной поврежденности при производстве массовых взрывов в районе конечного контура карьера. Кроме того, в связи со значительной степенью неопределенности исходных данных прочностных свойств, в соответствии с нормативами (Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. Межотраслевой науч. центр ВНИМИ) при переходе к расчетным показателям учтен коэффициент запаса, составляющий для стадии проектирования карьеров со сроком стояния нерабочих бортов свыше десяти лет - 1,5.

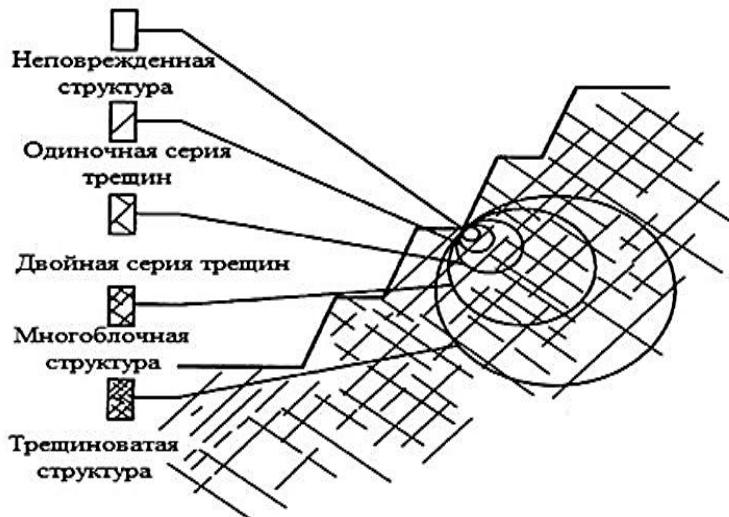


Рисунок 3 - Масштабный эффект в горном массиве

На основании вышеизложенного можно сделать выводы:

1. В данной работе анализ устойчивости основывался на ограниченных исходных данных, поэтому его результаты указывают, в первую очередь, на механизмы поведения возможных деформаций, а также служат для обнаружения критических факторов, влияющих на устойчивость бортов карьера, и не являются окончательными для принятия решений при выполнении проектных работ.

2. Предлагается методика для максимального учета влияния различных геомеханических неопределенностей, а следовательно, уменьшения уровня риска при выполнении расчетов устойчивости бортов карьера.

3. Для выполнения расчетов устойчивости бортов карьера с приемлемой точностью для настоящей предпроектной стадии на основании имеющейся геологической информации предлагается методика для получения эквивалентных характеристик прочностных свойств пород. При этом приняты во внимание влияние масштабного эффекта и уровень геомеханической неопределенности. При переходе к расчетным показателям учтен коэффициент запаса, составляющий для стадии проектирования карьеров со сроком стояния нерабочих бортов свыше десяти лет - 1,5.

4. До принятия окончательных проектных решений по конструкциям бортов необходимо выполнить дополнительные геомеханические исследования по уточнению структурного, инженерно-геологического и гидрогеологического состояния массива пород в

районе будущих конечных контуров карьера с обоснованием соответствующих моделей: геологической, инженерно-структурной, напряженно-деформированного состояния массива, сейсмической и т.д.

Список литературы

1. Sullivan, T.D. Hydromechanical coupling and pit slope movements / T.D.Sullivan, In Y. Potvin (ed.) // Slope Stability 2007 - Proceedings of the 2007 International Symposium on Rock Slope Stability in Open Pit Mining and Civil Engineering: Perth, 12-14 September 2007. - № 1. - P. 3-43.
2. Woo, K-S. Empirical investigation and characterization of surface subsidence related to block cave mining / K-S Woo, E. Eberhardt, D. Elmo, D Stead // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Burnaby, Canada.- 2013.- Vol. 61.- № 1.- P. 31-42.
3. Pine, R.J. Risk analysis design applications in mining geomechanics / R.J. Pine // Trans. Inst. Min. Metall.-1992.- (Sect.A) 101.-P. 149-158.
4. Palmer, I.W. Risk associated with rock type prediction using simulation techniques: 9th International Mining Geology conference / I.W. Palmer, H.J. Glass // Adelaide, Australia 18th - 20th Aug 2014.- AusIMM, publ.-2014. series no 7/2014.-P. 217-227.
5. Priest, S.D. Probabilistic stability analysis of variable rock slopes / and S.D. Priest, E.T. Brown // Trans. Inst. Min. Metall.-1983.- P. A1 - A12.
6. Ипалаков Т.Т. Опыт применения вероятностных методов при расчете устойчивости уступов и бортов карьеров / Т.Т. Ипалаков, Б. Апшикур, Е.К. Нуржумин // Усть-Каменогорск, Вестник ВКГТУ. - 2014.- № 2. - С. 7-11.
7. Hoek, E. When is a design in rock engineering acceptable? / E. Hoek // Proc. 7th Int. Cong. on Rock Mechanics. Aachen, Germany.- 1991.- Vol. 3, P.1485 - 1497.
8. Rogers, S.D. Volumetric Fracture Intensity Measurement for Improved Rock Mass Characterisation and Fragmentation Assessment in Block Caving Operations / S. Rogers, G. Webb, D. Elmo, and A. Catalan // Rock Mechanics and Rock Engineering.- 2014.- DOI 10.1007/s00603-014-0592-y.
9. U.S. Army Corps of Engineers. Risk-Based Analysis in Geotechnical Engineering / U.S. Army Corps of Engineers // For Support of Planning Studies.-1999.- ETL 1110-2-556.
10. Ипалаков Т.Т. Методические основы определения устойчивых параметров бортов карьера ТОО «Юбилейное» / Т.Т. Ипалаков, А.Т. Паршаков // Труды междунар. симп.- 6-7 окт. 2011. - МОН РК - Караганда, 2011. - С. 191-195.
11. Sonmez, H. Discussion on the Hoek-Brown failure criterion and suggested modification to the criterion verified by slope stability case studies / H.Sonmez, R. A. Ulusay // Yerbilimleri (Earthsciences). - 2002. - № 26.- P. 77-99.
12. Elmo D. Numerical simulations of scale effects under varying loading conditions for naturally fractured rock masses and implications for rock for rock mass strength characterization and the design of overhanging rock slopes: Proc. 45th US Rock Mechanics Symposium / D. Elmo, P. Schlotfeldt, R. Beddoes and D. Roberts // San Francisco.- June 27-30. 2011.- Vol. 2.- P. 1504-1512.
13. Cai, M. Estimation of rock mass deformation modulus and strength of jointed hard rock masses using the GSI System / M. Cai, P.K.Kaiser, H. Uno, Y. Tasaka, Minami M // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. - 2004. - № 41(1). - P. 3-19.
14. Hamdi, P. Numerical simulation of damage during laboratory testing on rock using a 3D-FEM/DEM approach / P. Hamdi, Stead, D. and Elmo, D // Proc. 47th US Rock Mechanics Symposium, San Francisco. June 23-26. 2013.- Vol. 2.-P.1535-1542.
15. Ковров А.С. Моделирование устойчивости борта карьера методом конечечных элементов // Форум гірників-2010: Матеріали міжнар. конф. 21-23 жовт. 2011 р.: доп. - Д.: Національний гірничий університет, 2011. - Т.2. - С. 94-102.
16. Sjöberg, J. Analysis of Large Scale Rock Slopes./ J. Sjöberg // Doctoral Thesis 1999: - Lulea University of Technology. - 1999. - P 682.
17. Кумыков В.Х. Методические основы конструирования ресурсосберегающих и устойчивых профилей откосов бортов глубоких карьеров / В.Х. Кумыков, Т.Т. Ипалаков, А.И. Ананин. - Изд-во ВКГТУ, Усть-Каменогорск. - 2011. - С. 143.
18. Мельников И.Т. Автоматизированный расчет устойчивости откосов бортов карьеров / И.Т. Мельников, В.Ю. Заляднов, Н.С. Шевцов и др. - М.: Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. - № 2. - 2013. - с. 8-11.

Получено 02.02.2017 г.

УДК 911.5:504.61

Т.К. Салихов, Ж.М. Карагайшин

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «БОКЕЙОРДА»
ЗАПАДНО-КАЗАХСАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, объектов природно-заповедного фонда, культурного и природного наследия Республики Казахстан – одна из важных задач государства на современном этапе.

Территория Казахстана обладает уникальным набором ландшафтных комплексов: от пустынь до высокогорий и экосистем внутренних морей. В условиях нарастающих темпов экономического развития страны и усиления использования природных ресурсов актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования системы территориальной охраны природы. Те же условия определяют необходимость дальнейшего развития сети особо охраняемых природных территорий как единственной системы сохранения биологического разнообразия Казахстана.

Значительная часть естественных степных пространств на Земле находится в Казахстане, которые составляют свыше 120 млн га. В свою очередь степные экосистемы Казахстана являются местами распространения уникального растительного мира степей, глобально исчезающих видов степной фауны. Степные экосистемы Казахстана являются площадкой для более 2000 видов флоры, включая приблизительно 30 эндемичных видов и уникальных флористических составов.

Степи являются наименее защищенным типом экосистем в Казахстане и крайне недостаточно представлены в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Изучение степных экосистем, их чувствительности к воздействию антропогенных нагрузок, разработка основ по увеличению площади степных экосистем стало основой проекта «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами».

Современное состояние российских (республик Калмыкия, Тыва, Алтай и Бурятия) и китайских (автономные районы Внутренняя Монголия и Синьцзян) степей рассматривается в некоторых работах исследователей [1-6], где ими проанализировано и описано современное состояние степей России и автономных районов Внутренней Монголии КНР, а также выявлены основные стратегии их сохранения.

В настоящее время система ООПТ Западно-Казахстанской области представлена тремя государственными природными заказниками республиканского значения и семью областного значения, суммарная площадь которых составляет 188,7 тыс. га или 1% от всей площади области. Вместе с тем, в области отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны и со статусом юридического лица [7].

Цель исследования: изучение современного экологического состояния и оценка степени изменения современных экосистем проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области.

Организация резервата в местах обитания уральской популяции сайгаков (*S. tatarica*) особенно актуальна после массовой гибели от пастереллеза 12 тысяч особей в мае 2010 года и более 400 особей в мае 2011 года, в результате чего численность уральской популяции сократилась с 39 до 27 тыс. особей [8, 9].

В Казахстане Комитетом лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан принята Программа по развитию научно-исследовательских работ по сохранению биологического разнообразия, в рамках которой предусмотрены работы по созданию государственного природного резервата «Бокейорда». Исследования выполнялись в рамках проекта правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», направленного на увеличение степных ландшафтов в системе ООПТ Казахстана.

Объект и методы исследования. В комплексе проведены геоботанические, почвенные, флористические, фаунистические и экосистемные исследования на проектной территории с использованием общепринятых методик [10-21]. Произведена закладка мониторинговых площадок с нанесением их данных на топоснову и зафиксированы GPS данные по площадкам. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений и животных, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений и животных. Осуществлена оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие.

Основополагающим принципом для выделения ценных участков в проектировании ООПТ должен быть экосистемный поход, основанный на комплексной оценке экологического состояния природных компонентов проектной территории, доминирующих биогеоценозов и зооценозов природной среды степей с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологии. Применение концепции экосистемного подхода в качестве методологической основы в выделении степных ООПТ позволит обеспечить оценку качественного потенциала биоразнообразия, основанную на существующей корреляции между экотопом (типов местобитания), типом растительности и животным населением.

Экосистемный подход позволяет покомпонентно (рельеф, почвы, растительность и сопряженное с ним животное население) оценить как экологический потенциал местообитаний, так и потенциал разнообразия биоты.

Результаты исследования. Проектная территория расположена на западе Западно-Казахстанской области в пределах территории Жанибекского, Бокейординского, Казталовского районов. Общая площадь исследованного региона составляет 690,929 тыс. га или около 4,5% территории области (рис. 1). Проектная территория расположена в северо-западной части Прикаспийской низменности. По характеру рельефа она представляет почти пологоплоскую и слабоволнистую равнину со слабым наклоном к югу. Эта равнина представлена местами западинами, ссарами и древними руслами временных водотоков.

На территории природного резервата гидрографическая сеть развита весьма слабо. На востоке проектной территории протекает река Аңызек с несколькими притоками, среди которых наиболее крупные – правобережные притоки Шерембетсай, Таткенсай, Жамансай, балка Астаусалган, река Бершарал; левобережные притоки – Колдыбайсай, Терексай, впадающие в крупное озеро Аралсор. В связи с частым чередованием условий почвообразования почвы территории отличаются большой пестротой и мозаичностью, а также комплексностью. Однако в пределах отдельно взятых частей территории будущего природного резервата на водораздельных пространствах отмечается выраженное преобладание зональных типов почв – обычновенных каштановых, светло-каштановых и бурых [22].

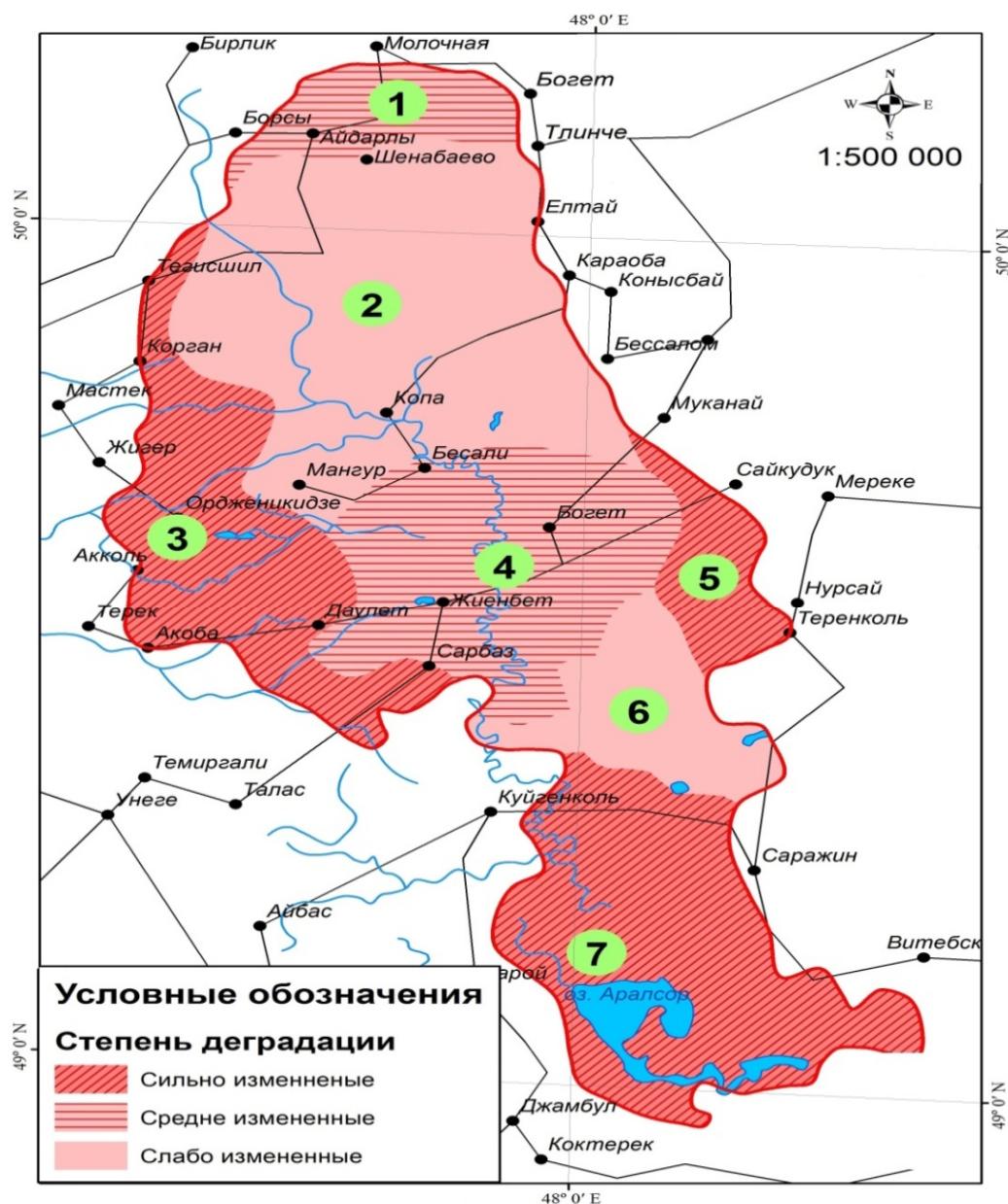


Рисунок 1 - Карта степени изменения современных экосистем проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области

Во флоре проектной территории нами выявлено 537 видов сосудистых растений, относящихся к 66 семействам и 265 родам. Однако это количество окончательно не исчерпывает всего видового состава флоры. На проектной территории «Бокейорда» представлено 42,7 % видов (537), 54,4 % (265) родов и 56,4 % (66) семейств от общей флоры Западно-Казахстанской области. Наиболее богатыми в видовом отношении являются 3 семейства: сложноцветные (Compositae), представленные 95 (17,3%) видами, злаковые (Poaceae) – 54 (9,8%) видами и маревые (Chenopodioideae) – 42 видами (7,6%) [23].

Степень деградации экосистем по различным показателям

№ ланд.	Наименование ландшафта	Био-продуктивность	Гумус, %	Характер освоения	Степень деградации
1	Аккумулятивная равнина со старопахотными землями с преобладанием полынно-злаково-ковыльных сообществ на светло-каштановых суглинистых почвах с фрагментами солонцов	3,85	2,5	бывшие пахотные земли	средняя
2	Аккумулятивная равнина с кустарниково-злаково-типчаковой растительностью в комплексе с однолетне-солянковыми сообществами на лугово-светло-каштановых почвах и солонцах	4,2	2,8	пастбища	слабая
3	Морская равнина с пахотными землями на месте полынно-злаково-типчаковых сообществ на светло-каштановых солонцеватых почвах и солонцах	2,5	1,9	пахотные земли	сильная
4	Соры с многочисленными бессточными саями со старопахотными землями с преобладанием дерновинно-злаково-лерховскоплынной растительностью в комплексе с солянково-чернополынными сообществами на пустынно-степных солонцах	3,5	2,1	старопахотные земли	средняя
5	Аккумулятивная равнина с пашнями на месте лерхополынно-житняковых и житняково-типчаковых сообществ на светло-каштановых малоразвитых почвах с фрагментами солонцов	2,1	1,7	пашня	сильная
6	Аккумулятивная равнина с разнотравно-злаково-житняковыми сообществами на солончаках	5,0	3,2	залежные земли	слабая
7	Равнина с преобладанием пахотных земель на месте сочно-солянковой растительности в окружении галофитных сообществ на малоразвитых светло-каштановых почвах с солонцами	2,3	1,8	пашня	сильная

Проектная территория «Бокейорда» расположена в двух природных зонах: степной (подзона полукустарничково-дерновинно-злаковых опустыненных степей на светло-каштановых почвах) и полупустынной (северная подзона полынных и многолетне-солянковых полупустынь на бурых почвах). В системе ботанико-географического районирования проектная территория представлена Евроазиатской степной и Афро-Азиатской пустынной областями. Степь представлена наиболее засушливой подзоной – Заволжско-Казахстанской полукустарничково-дерновинно-злаковой опустыненной степью, к которой относятся северная часть территорий, а пустыня – наименее засушливой северо-западной окраиной Прикаспийской провинции Северотуранской остеиненной пустыней, к которой относится большая часть Прикаспийской низменности [24]. На проектной территории широко представлены 7 типов растительности: степной, пустынный, лесной, кустарниковый, луговой, болотный, погруженно-водный [25].

На данной территории встречаются животные степной и пустынной зоны. Среди грызунов: малый суслик (*Spermophilus pygmaeus* P.), несколько видов хомячков (*Criceti-*

dae), тушканчиков (Dipodidae), песчанок (Gerbillidae), полевок (Microtidae), мышей (Muridae). Среди хищных млекопитающих: волк (*Canis lupus L.*), лисица (*Vulpes vulpes L.*), корсак (*Vulpes corsac L.*), степной хорь (*Mustela eversmanni Lesson*), горностай (*Mustela erminea L.*), барсук (*Meles meles L.*), ласка обыкновенная (*Mustela nivalis L.*) и др. Из парнокопытных встречаются сайгак (*S. tatarica*) и кабан (*Sus scrofa L.*) Фоновыми птицами территории являются жаворонки (*Melanocorypha*), ласточки (*Hirundinidae*), стрепет (*Tetrao tetrix L.*), журавль-красавка (*Anthropoides virgo L.*), и др. Среди мелких хищных птиц должны быть названы пустельга обыкновенная (*Falco tinnunculus L.*) и кобчик (*Falco vespertinus L.*), а среди крупных - канюк (*Buteo buteo L.*), лунь полевой (*Circus cyaneus L.*), реже отмечается степной орел (*Aquila nipalensis H.*). На водоемах богат мир водных и околоводных птиц. Из пресмыкающихся в степи обыкновенны разноцветная ящурка (*Eremias arguta P.*), прыткая ящерица (*Lacerta agilis L.*) и степная гадюка (*Vipera ursinii B.*).

Проектная территория имеет сложный состав землепользователей. По предварительным данным РГП «Научно-производственный центр земельного кадастра» на территории расположено 74 землепользователя общей площадью 78 796,2 га. Исходя из необходимости сохранения уникальных природных комплексов, учитывая интересы местного населения и перспективы развития сельского хозяйства в данном регионе, с учетом дальнейшего социально-экономического развития было предложено включить в резерват только южную часть проектной территории, включающую озеро Аралсор и прилегающую к ней территорию (рис. 2). Это связано с тем, что северная и северо-восточная часть проектной территории в границах Борсинского и Жаксыбайского сельских округов Жанибекского района и Кошанкольского и Караобинского сельских округов Казталовского района ранее рассматривалась как перспективный район для развития мясного животноводства.

Проектная территория является местообитанием уральской популяции сайгаков (*S. tatarica*). Сайга (*S. tatarica*) Азгирско-Урдинской группировки обычно обитает здесь в весенне-осенний период. На зимовку они уходят на территорию Атырауской области. Основными районами обитания ее являются окрестности села Хаки, реки Ашыозек, озера Аралсор; в отдельные годы она поднимается на север до поселков Казталовки и Борсы [26].

Зоны основного обитания сайгака (*S. tatarica*), включая места зимовок, летовок и массового отела, в настоящее время занимают окрестности северо-западной части междуречья Волга-Урал. В основном это менее освоенные хозяйственной деятельностью и удаленные от крупных населенных пунктов территории. Очевидно, они предпочтительнее для сайгаков (*S. tatarica*) и в кормовом отношении. Так, в междуречье Волга-Урал большая часть сайгаков (*S. tatarica*) концентрируется в настоящее время в Аралсорской озерно-солончаковой котловине с господством здесь пустынно-солончакового комплекса растительности и доминированием в нем наиболее предпочтаемых сайгаками (*S. tatarica*) растений из семейств сложноцветных (Compositae), маревых (Chenopodiaceae), крестоцветных (Cruciferae) и розоцветных (Rosales) [27]. В этот список входят не только предпочтаемые другими растительноядными млекопитающими виды (*Chenopodium album*, *Kochia prostrata*, *Potentilla sp.*, *Crinitaria tatarica*, *Polygonum patulum* и др.), но и многие сорные и ядовитые растения (*Lactuca serriola*, *L. tatarica*, *Artemisia austriaca*, *Thlaspi arvense* и др.), не поедаемые другими копытными [28]. Широкий набор кормовых трав указывает на неприхотливость сайгаков.

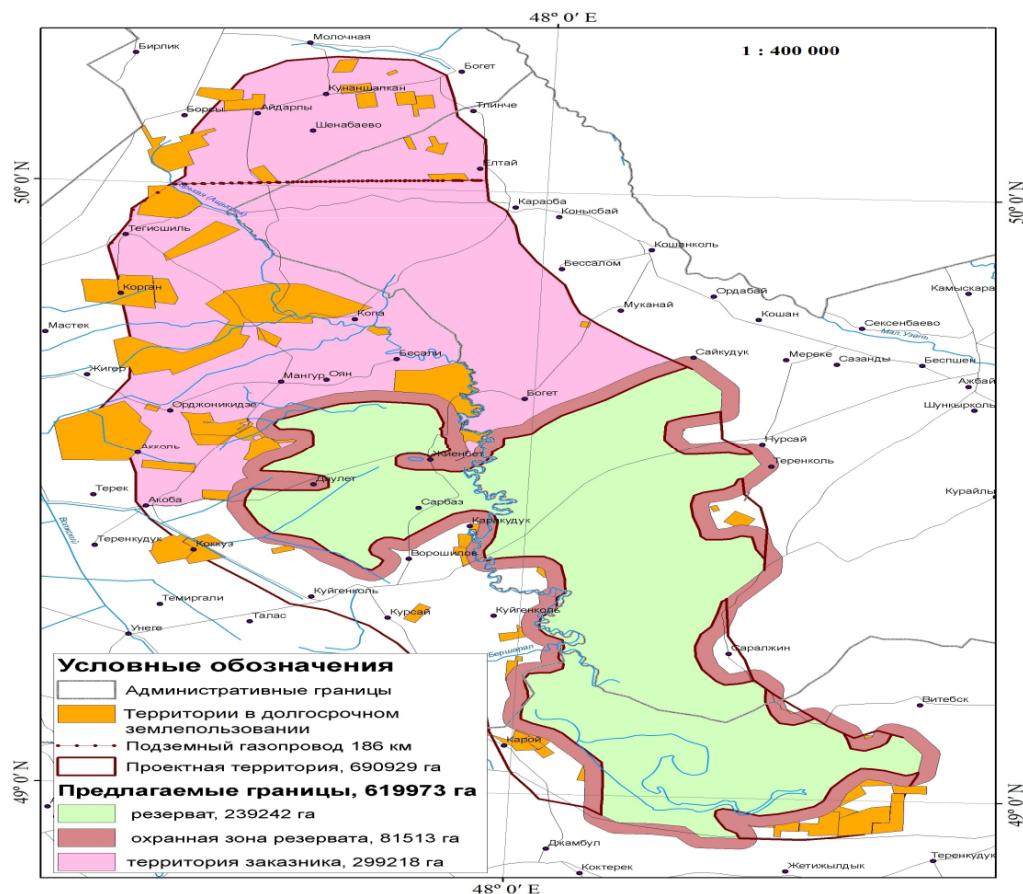


Рисунок 2 - Карта государственного природного резервата
«Бокейорда» Западно-Казахстанской области

В междуречье Волга-Урал в настоящее время находятся места массового отела сайгаков (*S. tatarica*), которые располагаются несколько севернее, чем прежде: к востоку и северу от озера Аралсор и даже в поселке Борсы – самой северо-западной части междуречья. Изменение ареала массового отела, происходящее в последние годы, связано, несомненно, с увеличением антропогенной нагрузки на старые места отела. Так, на территориях, расположенных южнее, находятся сельскохозяйственные угодия, площадь которых составляет 12,785 млн га, из них пашня – 769,8 тыс га (6,0%), сенокосы - 1,010 млн га (7,9%) и пастбища - 10,106 млн га (79,0%). В регионе планируемого резервата основными видами хозяйственной деятельности являются овцеводство, мясное животноводство и табунное коневодство. Этот фактор необходимо было учесть при разработке данного проекта.

Акиматами вышеперечисленных районов планировалось предоставить крупным сельхозформированиям большие площади земельных участков для ведения пастбищного животноводства. Учитывая это обстоятельство, был рекомендован вариант, предусматривающий создание на проектной территории двух видов ООПТ – государственного природного резервата и государственного природного заказника (комплексного), рекомендуемые границы данных ООПТ показаны на карте предлагаемых границ резервата «Бокейорда» (рис. 1). Площадь резервата составляет 239 242 га, а его охранная зона - 81 513 га.

При разработке проекта резервата необходимо было учитывать и рекомендации по сохранению биологического разнообразия региона и Казахстана. В Красную книгу Казахстана внесены редкие и исчезающие виды, имеющие важное народнохозяйственное, научное и эстетическое значение. Книга имеет целью привлечение внимания к охране конкретных представителей флоры и фауны. Необходимость принятия специальных мер по сохранению редких и исчезающих видов животных и растений - одна из особенностей современного состояния окружающей среды [29].

Изучение растительных сообществ показало, что во флоре проектной территории «Бокейорда» зарегистрировано 104 вида кормовых растений. Здесь отмечено наличие не менее 4 уникальных и значимых растительных сообществ, которые представляют собой своеобразное оригинальное ботанико-географическое явление и выполняют важную средообразующую, водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную и другие роли. Именно здесь в результате повсеместной распашки фрагментарно сохранились небольшие эталонные участки первозданных зональных степных комплексов - урочище Шерембетсай, Тегисшилская комплексная степь, Аралсорская степь, Караобинская типчаковая степь. Территория также важна для сохранения мест обитания степных видов животных, по данным ЕНО здесь отмечено обитание 37 видов млекопитающих, 71 вид птиц, 7 видов пресмыкающихся. Из этого общего числа 5 видов занесены в Красную Книгу – журавль-красавка (*Anthropoides virgo L.*), стрепет (*Tetrax tetrax*), филин (*Bubo bubo L.*), беркут (*Aquila chrysaetos L.*) и степной орел (*Aquila nipalensis H.*).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Территория проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» является наиболее комфортной для обитания сайгаков (*S. tatarica*). Это связано с тем, что в регионе сохранились особые условия с насыщенным биоразнообразием, необходимым для эндемичных крупных млекопитающих дикой фауны степной и полупустынной зоны.

В связи с тем, что территория государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области служит убежищем для многих исчезающих видов растений и животных, она значима для мигрирующих видов животных. Здесь сохранились важные естественные кормовые угодья, доминирующие на пастбищах и сенокосах и разнообразные по своим кормовым свойствам и по сезонности использования. Кормовые растительные сообщества позволяют получать животным высокую питательность в течение всего года.

Существующий природный потенциал, в частности экологические условия, позволяют биоразнообразию дикой фауны включающей в первую очередь популяцию сайгаков (*S. tatarica*), реализовать на территории все стадии биологического цикла, прежде всего стадию размножения. Однако, как показали исследования, воздействие внешних факторов, как естественных, так и антропогенных на представителей млекопитающих дикой фауны продолжает возрастать в связи с возрастающим хозяйственным освоением территории. В настоящее время необходимо принятие дополнительных, более эффективных мер по сохранению видов дикой фауны и флоры и мест их обитания.

Учитывая, что в Западно-Казахстанской области в настоящее время отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны, организация нового природоохранного учреждения позволит в полной мере не только обеспечить сохранение и восстановление степного биоразнообразия региона, но и улучшить социально-экономические условия, и будет способствовать развитию экологического туризма. В значительной степени это будет связано с созданием крупного государственного природного резервата «Бокейорда» и комплексного государственного природного заказника на западе Западно-Казахстанской области.

Список литературы

1. Бакташева Н.М. Современные особо охраняемые природные территории Республики Калмыкии / Н.М. Бакташева, Н.С. Калюжная, А.И. Кукиш и др. / Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. - 2010. - № 2(11). - С. 102-108.
2. Лаврентьев М.В. Флористическая характеристика фитоценозов с участием *Hedysarum grandiflorum* Pall. в южной части Приволжской возвышенности // Исследования молодых учёных в биологии и экологии: Сб. науч. тр. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2014. - Вып. 12. - С. 52-55.
3. Митрофанов О.Б. Мониторинговые наблюдения на КОТР международного значения в Алтайском заповеднике // Материалы науч. конф. «Фундаментальные и прикладные исследования и образовательные традиции в зоологии». - Томск, 2013. - С. 77.
4. Ермакова О.Д. Некоторые аспекты экологии Арсеньевии байкальской - *Arsenjevia baicalensis* на Хамар-Дабане (Южное Прибайкалье) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2011. - Т. 13 (39). - № 1 (4). - С. 821 - 826.
5. МаMin Р. Распространение и экология степного орла В Китае - Пернатые хищники и их охрана / Р. МаMin, К.М. Жао. - 2013. - № 27. - С. 172-179.
6. Хухэ М. Анализ стратегии сохранения степи (на примере российских и китайских степей (автономный район Внутренней Монголии КНР) // Молодой учёный. - 2012. - № 2. - С. 341-343.
7. Петренко А.З. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области / А.З. Петренко и др. - Уральск: Изд-во ЗКГУ, 1998. - 176 с.
8. Формирование и анализ фондов непубликуемых документов, отражающих состояние науки Республики Казахстан: отчет о НИР (заключительный) / Ретроспективный анализ причин заболевания и падежа сайгаков в 2010-2011 гг. в Западном Казахстане. - Астана, 2011. - 55 с.
9. Мелдебеков А.М. Проблемы сохранения и воспроизводства популяций сайгака в Казахстане / А.М. Мелдебеков А.Б., Бекенов, Н.А. Бекенова // Современные проблемы охотничьего хозяйства Казахстана и сопредельных стран: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Алматы, 2014. - С. 5-8.
10. Гришина Л.А. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга / Л.А. Гришина, Г.Н. Копчик, Л.В. Моргун. - М.: МГУ, 1991. - 82 с.
11. Шеин Е.В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. - 198 с.
12. Алексин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. - М.: Наука, 1983. - 203 с.
13. Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. - Уральск: ЗКГУ, 2002. - 131 с.
14. Методы учета основных охотничье-промышленных и редких видов животных Казахстана. - Алматы, 2003. - 203 с.
15. Метод. указ. по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица: утв. Комитетом лесн. и охотничьего хозя-ва Министерства сельского хозя-ва Республики Казахстан от 18 апр. 2007 г. - № 156. - 46 с.
16. Скляренко С.Л. Методические рекомендации по ведению мониторинга степных экосистем пилотной территории «Иргиз-Тургай-Жыланыш» / С.Л. Скляренко, О.Я. Лукановский, А.К. Телькараева; Под ред. С.Л. Скляренко. - Астана: АСБК, 2012. - 106 с.
17. Гедымин А.В. Практикум по картографии с основами топографии: Учеб. пособие для геогр. фак. пед. ин-тов / А.В. Гедымин, Г.Ю. Грюнберг, М.И. Малых; Под ред. А.В. Гедымина. - М.: Просвещение, 1981. - 143 с.
18. Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / Под ред. А.М. Берлянта. - М.: Изд-во ООО ИНЕКС-92, 2002. - 140 с.
19. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: Учебно-метод. пособие / Под ред. Т.Я. Ашихмина. - Изд. 3-е, испр. и доп. - М.: Академический проект, 2006. - 416 с.
20. Ахмеденов К.М. Практикум по географии почв с основами почловедения / К.М. Ахмеденов, Т.К. Салихов. - Уральск: Изд-во ЗКАТУ им. Жангир хана, 2008. - 167 с.
21. Салихов Т.К. Биологические и химические показатели плодородия зональных почв // Фылым және білім. - 2009. - № 2. - С. 11-14.
22. Андрющенко О.Н. Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга-Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. ун-та. - Минск, 1958. - С. 137-219.
23. Дарбаева Т.Е. Растительный мир Западно-Казахстанской области / Т.Е. Дарбаева, А.У. Утаубаева, Т.А. Цыганкова. - Уральск: ЗКГУ, 2003. - 92 с.
24. Лавренко Е.М. Степи Евроазиатской степной области, их география, динамика и история // Вопр. ботаники. - М.; Л.: изд-во АН СССР, 1954. - Вып. 1. - С. 155-191.
25. Левина Ф.Я. Растительность полупустыни Северного Прикаспия и ее кормовое значение. - М.; Л.: изд-во АН СССР, 1964. - 336 с.
26. Грачев Ю.А., Бекенов А.Б. Состояние популяций и перспективы сохранения сайгака в

- Казахстане //Степной бюллетень. - 2007. - № 21-22. - С.15-17.
27. Абатуров Б.Д. Кормовые ресурсы, обеспеченность пищей и жизнеспособность популяций растительноядных млекопитающих // Зоологический журнал. - 2005. - Т. 84. - № 10. - С. 1251-1271.
28. Лебедева Л.С. Материалы к изучению весенних кормов и пастбищ сайгаков правобережья Волги // Зоологический журнал. - 1960. - Т. 39. - С. 1438-1442.
29. Красная книга Республики Казахстан. - Изд. 4-е, перер. и доп. - Алматы: DPS. - 2010. - 324 с.

Получено 02.02.2017

УДК 502.22:504.5/.9:614.1-027.21

Т.К. Салихов, З.С. Сванбаева

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА АСТАНЫ
ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Быстрое развитие инфраструктуры города Астаны, расширение его территории, рост населения приводит к появлению новых источников загрязнения атмосферного воздуха, вклад которых растет из года в год, что приводит к негативным экологическим последствиям. Возрастающие темпы строительства, появление новых и содержание существующих автомагистралей связано с созданием предприятий, обеспечивающих сырьем и материалами таких, как асфальтобетонный, цементобетонный заводы, завод по производству железобетонных конструкций. Так, в 2004 году количество источников выбросов загрязняющих веществ составляло 1 779, в 2014 - 4 789 [1]. Анализ деятельности этих предприятий показывает, что загрязнение среды обитания связано с выбросом ими различных загрязняющих веществ, но общим для многих из них является то, что они являются значительными источниками выбросов пыли. В национальном докладе «О состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2011-2014 годы» отмечается, что выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников увеличились на 7,6% и составили 65,1 тыс. тонн [2], а в 2015 году интегральный показатель экологии (ИЗА) в городе Астане составил 4,2 ед., и в структуре ИЗА преобладают диоксид азота и взвешенные вещества [3]. Основными источниками загрязнения атмосферы являются автотранспорт, предприятия теплоэнергетики, автономные котельные и частный сектор. Из общего объема выброшенных в атмосферный воздух загрязняющих веществ 80,9% составили газообразные и жидкие вещества, 19,1% - твердые. При этом 38,4% газообразных и жидких веществ и 3,9% твердых веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, выброшено без очистки. Это связано с тем, что в городе только 70% стационарных источников являются организованными, и доля стационарных источников, оборудованных очистными сооружениями, в целом по городу составила 8% [3]. Второй причиной является также завышение нормативов эмиссии в окружающую среду рядом предприятий, как например АстанаЭнергия. Так, в апреле 2016 года, как отмечают специалисты Казгидромета, атмосферный воздух в городе на текущий момент наиболее загрязнен пылью и диоксидом азота. Их наличие в воздухе превышает норму в пять раз [4]. В городе в последние годы отмечается такое явление, когда в течение нескольких дней при совершенно ясной погоде и полном безветрии в Астане устанавливается полный штиль, и над столицей Казахстана зависает смог из смеси дыма, тумана и пыли (рис. 1).



Рисунок 1 - Смог над городом Астана

Снижение качества воздуха в Астане повторяется ежегодно каждую зиму и негативно отражается на здоровье населения.

Цель работы. Исследование загрязнения воздушного бассейна города Астаны, анализ выбросов и заболеваемости населения города, а также определение уровня возможного риска роста заболеваемости населения города.

Материал и методы исследования. В конце XX века Агентством по охране окружающей среды США была разработана методология оценки риска, которая подняла вопрос о приоритетных загрязнителях атмосферы. Согласно этой методике нет смысла изучать все вещества, содержащиеся в атмосфере, и в первую очередь следует определить наиболее опасные для данного региона [5]. Взвешенные в атмосферном воздухе мелкодисперсные частицы пыли (ВЧ) размером менее 10 мкм (PM_{10}) по опасности влияния на здоровье населения отнесены ВОЗ к приоритетным загрязняющим веществам. Эти частицы, называемые респирабельной фракцией, способны длительное время находиться в воздухе, а также проникать в бронхи и альвеолы человека. В законодательстве Республики Казахстан, касающемся нормирования качества атмосферного воздуха, предусмотрены нормативы только для суммарного содержания пыли, ввиду чего надзор за респирабельными пылевыми фракциями не ведется [6]. Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) предложило в конце XX века использовать вместо ПДК химических веществ совершенно безопасные нормативные величины – референтные концентрации. На этих регламентах, которые значительно ниже ПДК, основана методология оценки риска, т.е. степени опасности для населения присутствия в окружающей среде токсических веществ.

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводится на основе расчёта коэффициента опасности (hazard quotient) – HQ:

$$HQ = C_{\text{факт}} / RfC,$$

где C - фактическая концентрация вещества в воздухе; RfC - референтная концентрация.

При HQ равном или меньшем 1,0 риск вредных эффектов рассматривается как предельно малый, с увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает. Только HQ >1,0 рассматривается как свидетельство потенциального риска для здоровья. Одним из рекомендуемых ВОЗ индикатором здоровья при воздействии экологических факторов риска является заболеваемость населения в определенный промежуток времени. С учетом этого были выбраны методы исследования на основе анализа с учетом поступления загрязняющих веществ в атмосферу и проведена оценка возможного риска роста заболеваемости населения.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение данных по загрязнению атмосферного воздуха города Астаны показывает, что в течение длительного времени отмечается рост уровня запыленности атмосферного воздуха города. Источниками поступления пыли были ТЭЦ, строительные объекты, производственные предприятия. Пыль, содержащаяся выбросах производственных предприятий, классифицируют по способу образования, происхождению и дисперсности (величина частиц). По способу образования пыль делится на аэрозоль дезинтеграции и аэрозоль конденсации. По дисперсности пыль делится на видимую (частицы выше 10 мкм), микроскопическую (с размером частиц от 10 до 0,25 мкм) и ультрамикроскопическую (с размером частиц менее 0,25 мкм). От дисперсности пыли зависят продолжительность пребывания ее во взвешенном состоянии и глубина проникновения в дыхательные пути. Крупные пылинки, имеющие в поперечнике больше 10 мкм, подчиняясь закону Ньютона, быстро, в течение нескольких минут, оседают. При дыхании они легко задерживаются в верхних дыхательных путях и удаляются при чиханье и кашле. Частицы, имеющие микроскопический размер (0,25-10 мкм), более устойчивы в воздухе. Такая пыль при дыхании проникает в альвеолы, особенно частицы размером менее 5 мкм, нанося ущерб здоровью человека. Химический состав пыли определяет многообразие действия ее на организм. Так, наиболее выраженным фиброгенным свойством обладает пыль, содержащая двуокись кремния в свободном состоянии (8102), силикаты (соли кремниевой кислоты), угольная пыль, пыль, содержащая железо, алюминий. Электронаризированность пылевых частиц также определяет время нахождения их в воздухе. Отмечено, что электронаризированная пыль в 2-8 раз больше задерживается в дыхательном тракте и влияет на активность фагоцитоза. Немаловажное значение имеет и тот факт, что измельчение 1 см³ твердого вещества до частиц величиной 0,1 мкм увеличивает общую поверхность вещества в 100 000 раз. Это усиливает способность пыли адсорбировать газы. Она активно сорбирует многие токсичные газы (окись углерода, окислы азота, хлор и др.) [7]. Как видно из вышеприведенных данных, опасность загрязнения атмосферы пылью, особенно с точки зрения здоровья человека, является одним из неблагоприятных факторов окружающей среды.

Пыль, выделяемая на промышленных предприятиях, обычно имеет микроскопический размер и является электронаризированной. Анализ дисперсного состава пыли в выбросах асфальтобетонного завода показывает, что частицы менее 6 мкм составляют до 7,4%, а от 6 до 20 мкм – 13,2%. Предприятия по производству железобетонных сооружений дают выбросы пыли неорганической с содержанием кремния 70%-20 при загрузке цемента и хранении песка на открытых площадках. Вклад от источников предприятия составляет по взвешенным частицам менее 10 мкм - 1,3%, а по частицам менее 2 мкм - также 1,3% [8]. Опасность загрязнения атмосферного воздуха усиливается и еще одним фактором, который связан с процессами, происходящими в атмосфере. В атмосферном воздухе населенных пунктов происходит процесс, когда пылевые частицы, образующиеся в процессе производства, снижают поток активного ультрафиолетового излучения, что приводит к

снижению образования витамина D у детей и увеличению количества болезнетворных бактерий в атмосферном воздухе и повышению вероятности роста бактериальных респираторных заболеваний, особенно у детей. Одна из особенностей мелких частиц пыли заключается в их способности легко проникать в верхние дыхательные пути. Известно, что частота респираторных заболеваний, таких, как катары верхних дыхательных путей, бронхиты, зависит от содержания и размеров твердых частиц, а также от присутствия в атмосфере и диоксида серы, с помощью которого частицы пыли даже более крупные легко проникают в дыхательные пути человека. ВОЗ отмечает, что смертность от загрязнения воздуха растет из года в год, и в Европейском регионе ВОЗ, куда входит и Казахстан, отмечено почти 600000 случаев смерти, и негативные последствия в значительной мере связаны с пылевыми взвешенными частицами воздуха диаметром менее 10 мкм (PM10), вызывающими сердечно-сосудистые и респираторные заболевания, а также рак. Влияние РМ на здоровье населения увеличивается по мере уменьшения диаметра частицы, зависит от концентрации частиц и включает:

- респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость и рост числа случаев госпитализации;
- смертность от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний и рака легкого;
- действие РМ уменьшает ожидаемую продолжительность жизни населения;
- ежегодно происходят более 2,1 миллиона смертей из-за увеличения объема РМ в воздухе;
- особо уязвимы группы людей, страдающих заболеваниями легких или сердца, а также дети и лица пожилого возраста.

Международное агентство по изучению рака (МАИР) считает загрязнение атмосферного воздуха пылевыми частицами РМ существенной причиной, способствующей развитию у населения онкозаболеваний, в частности злокачественных опухолей легких и мочевого пузыря. В настоящее время комбинация загрязнения воздуха и взвешенных частиц включена МАИР в список канцерогенных факторов (группа 1) [9]. Как показывают статистические данные по заболеваемости населения в Республике Казахстан, в январе-декабре 2015 года по сравнению с январем-декабрем 2014 года отмечается рост числа заболевших корью (в 7,3 раза), менингококковой инфекцией (в 3,6 раза), гриппом (в 1,3 раза). Наибольшее распространение среди зарегистрированных инфекционных заболеваний на 100 000 населения получили острые инфекции верхних дыхательных путей - 4036,5 (в соответствующем периоде 2014 год - 4430,5) [10]. Согласно статистическим данным информационно-аналитического центра СК «Kompetenz» [11] лидирующими по распространенности заболеваниями у казахстанских детей являются болезни верхний дыхательных путей, повышенное внутричерепное давление и болезни системы пищеварения. Самым популярным детским диагнозом стал назофарингит острой формы. Специалисты поставили этот диагноз около 30% казахстанских детей. Далее следуют такие респираторные заболевания, как острый фарингит с 8,8 % от общего числа заболевших, острый бронхит - 5,4 % и тонзиллит - 7,5 %. В период с октября по декабрь до 40 % возрастает число заболевших острыми респираторными инфекциями.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Астане представлен в табл. 1 [12], где отмечается превышение ПДК по взвешенным веществам в 2,4062 раза, а по частицам РМ-10 - в 1,505 раза, причем число случаев превышения ПДК соответственно 275 и 232 раза, т.е. 2/3 квартала. Повышение запыленности воздуха негативно сказывается на состоянии здоровья населения города Астаны.

По официальным данным с начала эпидемиологического сезона в Казахстане (с 1 октября 2015 года) по состоянию на 15 января 2016 года зарегистрировано 270 лабораторно

подтвержденных случаев гриппа и более 229 тысяч случаев ОРВИ. Основная доля заболевших приходится на детей до 14 лет и составляет 70 процентов от общей заболеваемости. Как отмечают такие авторы, как Неменко Б.А., Илиясова А.Д., Арынова Г.А., «... чем меньше размеры пылевых частиц самой фракции, тем большую биологическую активность они проявляют и фракция PM 2,5 более опасна для здоровья населения, чем фракция PM10» [9]. ВОЗ провела последний пересмотр рекомендаций по качеству атмосферы в 2005 г. и он включает следующие условные нормативы:

- для PM2,5: среднегодовая концентрация равна 10 мкг/м³, среднесуточная - 25 мкг/м³;
- для PM10: среднегодовая концентрация равна 20 мкг/м³, среднесуточная – 50 мкг/м³.

Таблица 1
Характеристика загрязнения атмосферного воздуха города Астана

Примесь	Средняя концентрация (g _{с.с.})		Максимальная разовая концентрация (g _{м.р.})		Число случаев превышения ПДК		
	мг/м ³	кратность превышения ПДК _{с.с.}	мг/м ³	кратность превышения ПДК _{м.р.}	> ПДК	>5 ПДК	>10 ПДК
Взвешенные вещества	0,3609	2,4062	3,8	7,6	275	2	-
Взвешенные частицы PM -10	0,090	1,505	1,000	3,333	232	-	-
Диоксид серы	0,007	0,143	0,256	0,513	-	-	-
Оксид углерода	0,227	0,076	11,000	2,200	1	-	-
Сульфаты	0,0148	-	0,08	-	-	-	-
Диоксид азота	0,068	1,699	1,180	5,900	128	1	-
Оксид азота	0,012	0,197	0,520	1,299	2	-	-
Фтористый водород	0,0028	0,5534	0,127	6,35	14	1	-

Исходя из вышеприведенных материалов, встает необходимость дать оценку возможного риска роста заболеваемости в городе Астане в связи с повышением уровня запыленности атмосферного воздуха. Так, Всемирный Банк совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) постоянно разрабатывает количественные оценки ущерба от заболеваний, основанные на так называемой методологии анализа риска, среди которых значительное место занимает оценка воздействия факторов окружающей среды на основе референтной дозы/концентрации - суточном воздействии химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения. Например, возрастание концентрации в атмосферном воздухе взвешенных частиц на каждые 10 мкг/м³ приводит к возрастанию не травматической смертности от всех причин на 1-4%, смертности от легочных и сердечно-сосудистых заболеваний - на 6%, от рака легких - на 8% [13]. Коэффициент опасности пылевых фракций превышает единицу (табл. 1). Данный факт свидетельствует о высоком риске вероятности развития вредных неспецифических эффектов для здоровья населения, что и видно из статистических данных по росту заболеваемости, особенно у детей.

Немаловажное значение имеет и тот факт, что в г. Астане можно наблюдать изменение розы ветров и температуры воздуха. Так, в период с 2010 по 2013 гг. основное направление ветра было юг - 33% и северо-восток - 17%. В 2015 году изменяется роза ветров и она в основном юго-западного направления (рис. 1, 2) [14].

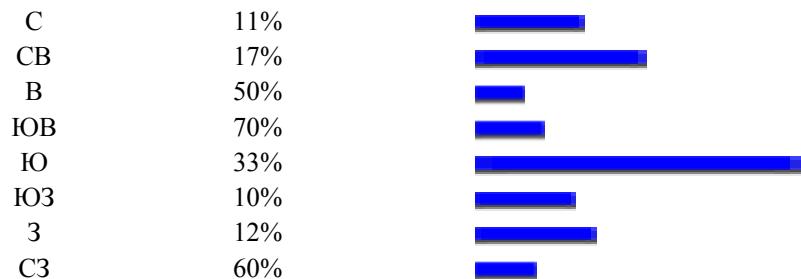


Рисунок 2 - Направление ветра (январь 2010 - февраль 2013 гг.)

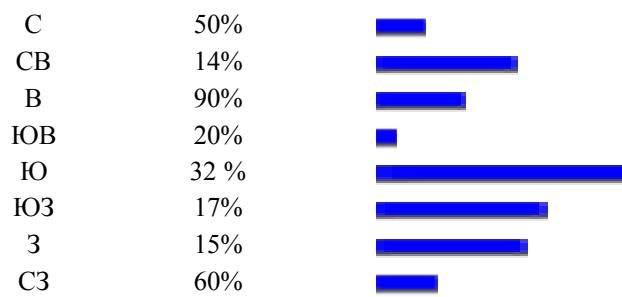


Рисунок 3 - Направление ветра (январь 2015 - февраль 2016 гг.)

Повышение температуры отмечается с -17,2 до - 14,4 градусов Цельсия в январе и с - 16,4 до - 9,3 градусов Цельсия в феврале, т.е. приблизительно от 3 до 7 градусов по Цельсию (табл. 2 и 3).

Таблица 2
Температура (январь 2010-февраль 2013 гг.)

Янв	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноябрь	Дек	
-17,2	-16,4	-6,5	9,1	14,7	20,9	21,4	20,0	14,7	6,5	-4,2	-16,0	[C]
85	86	90	98	97	100	95	98	97	97	84	84	доступность данных [%]
среднее значение (январь 2010 - февраль 2013): 3,9 С												

Изменение климатических характеристик, а именно повышение температуры и изменение розы ветров, являются неблагоприятными факторами для рассеивания частиц пыли, особенно для мелкодисперсных частиц, что приводит к появлению такого процесса, как снижение выноса загрязняющих веществ за пределы города и формированию в юго-западной части города зоны с высоким уровнем загрязнения пылью, что негативно скажется на здоровье, в первую очередь детского населения.

Таблица 3

Температура (январь2015-февраль 2016 гг.)

Янв	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Ноябрь	Дек	
-14,4	-9,3	-5,7	6,0	15,7	21,5	21,0	18,9	12,6	4,3	-6,3	-4,4	[C]
82	85	100	100	96	96	100	100	96	90	93	83	доступность данных [%]

среднее значение (январь 2015 - февраль 2016): 3,9 C

Формированию зон загрязнения в городе приводит и строительство и эксплуатация предприятий, имеющих неорганизованные источники загрязнения. Так, строительство битумного завода привело к появлению 45 источников с валовым объемом выбросов 27,73464584 т/год, из которых 28 – неорганизованных. Согласно классификации объектов по оценке воздействия на окружающую среду данное предприятие относится к 1 категории, по санитарной - к 1 классу опасности.

Необходимо отметить, что на процесс рассеивания пыли и других загрязняющих веществ влияют и такие свойства атмосферы, как вертикальное перемешивание. Одна из важнейших характеристик атмосферы - ее устойчивость, т.е. способность препятствовать вертикальным перемещениям воздуха и сдерживать турбулентное перемешивание. Чтобы оценить способность атмосферы рассеивать загрязнители антропогенного происхождения, необходимо знать степень ее устойчивости. Если атмосфера устойчива, в ней отсутствуют значительные вертикальные перемещения и турбулентное перемешивание. В такой атмосфере антропогенные загрязнители остаются в том месте, где они выброшены, т.е. вблизи поверхности земли. На перемешивание в приземных слоях атмосферы оказывает влияние большое количество факторов, основными из которых являются температурный градиент и турбулентная диффузия. Выделяют три варианта устойчивости атмосферы [15].

1. Устойчивое состояние, когда некоторый объем воздуха, сместившийся из своего исходного положения по высоте под действием каких-то сил (например, температурного градиента), стремится вернуться обратно.

2. Неустойчивое состояние, при котором объем воздуха, получивший импульс движения, не возвращается в исходное положение, а с ускорением движется в направлении первоначального смещения.

3. При нейтральном (безразличном) состоянии смещенный объем воздуха, попав в слой с такой же температурой, остается неподвижным.

Изменившие климатические условия, строительство и эксплуатация новых промышленных предприятий в городе Астане способствуют тому, что при подъеме воздушных масс температурный градиент имеет относительно высокое положительное значение и возникает инверсия. Инверсия может просуществовать несколько дней, что приводит к опасным для здоровья людей последствиям. Такие случаи в больших городах известны достаточно давно. Различают два вида инверсии: инверсия оседания и радиационная. Они могут существовать одновременно, что в свою очередь вызывает рост заболеваемости населения.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод. Несмотря на установленную устойчивую тенденцию снижения атмосферных выбросов от стационарных источников, в городе Астана создаются ситуации повышенного загрязнения воздушного бассейна пылью, вызывающие у значительной доли населения неблагоприятные рефлекторные реакции. Небольшой умеренный уровень загрязнения приземного слоя воздуха города еще более опасен, чем высококонцентрированные кратковременные выбросы, так как индуцирует хронический неканцерогенный риск, значения которого могут превышать приемлемый уровень.

Список литературы

1. В 2014 году объем выбросов от предприятий в Астане составил более 65 тыс. тонн. <http://www.inform.kz/rus/article/2800548> (26 июля 2015 г.).
2. Экологическая обстановка в г. Астане. - <http://www.astana.stat.gov.kz/home-4/item/ekologicheskaya-obstanovka-v-g-astane.html>.
3. Отчет о проделанной работе ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования города Астаны» за 2015 год. <http://upr.astana.kz/?p=786> (30 января 2016 г.).
4. Жители Астаны мучаются от зловонного запаха. - https://i-news.kz/news/2016/04/11/8278465-zhiteli_astany_muchayutsya_ot_zlovoonogo.
5. WHO. The World Health Report 2002. - Geneva, 2002. - 84 р.
6. Неменко Б.А. Загрязнение атмосферного воздуха и состояние здоровья детского населения города Алматы / Б.А. Неменко, Р.А. Тьесова-Бердалина, Д.Б. Бекказинов и др. // Вестник КазНМУ, 2012. - № 1.
7. Большаков А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. - М.: Медицина, 2002. - 384 с.
8. Протокол общественных слушаний по проекту ОВОС ТОО Conctraction <http://upr.astana.kz/wp-content/uploads/%D0%A2%D0%9E%D0%9E-ConstructionGruop.pdf>.
9. Неменко Б.А. Оценка степени опасности мелкодисперсных пылевых частиц воздуха / Б.А. Неменко, А.Д. Илиярова // Вестник КазНМУ, 2014. - № 3(1). - С. 133-136.
10. Заболеваемость населения Республики Казахстан в 2015 году http://stat.gov.kz/faces/mobileHomePage_afrLoop=28507023322357736#%2Foracle%2Fwebcenter%2Fportalap%2Fpages%2Fnavigation-renderer.jspx%40%3F_ctrl-state%3D191-hmr3nb5_13.
11. Каким болезням чаще всего подвержены дети в возрасте до 14 лет в Казахстане. Статистические данные информационно-аналитического центра СК «Kompetenz». <http://kompetenz.kz/?p=861>.
12. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. - Астана. - 2015. - № 4.
13. Турдалиева Б.С. Применение методологии анализа рисков в медико-профилактических исследованиях / Б.С. Турдалиева, Д.У. Кенесары, А.Т. Досмухаметов и др. - Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова // Вестник КазНМУ. - Алматы, 2013. - №3(1). - С.168-169.
14. Сайт Погода онлайн. Weather online. <http://www.pogodaonline.ru/weather/maps/city?FMM=1&FY=2015&LMM=2&LY=2016&WMO=35188&CONT=asie®ION=0025&LAND=RA&ART=TEM&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=ru&MOD=tab>.
15. Краткий курс лекций «Теоретические основы охраны окружающей среды». http://studme.org/19030923/ekologiya/rasprostranenie_zagryazneniy_atmosfere_prizemnom_sloe.

Получено 02.02. 2017 г.

УДК 622.807

Г.К. Сапарова, Л.Х. Балабас, Н.А. Медеубаев, А.Д. Нургалиева
Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**ОЦЕНКА СПОСОБОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЫЛЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ГОРНОЙ МАССЫ
НА ГОРНО-ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Технологические процессы на горно-перерабатывающих предприятиях, как правило, сопровождаются образованием тонкодисперсной пыли. Наличие их в атмосфере производственных помещений отрицательно влияет на здоровье человека. Как известно, длительное вдыхание пыли вызывает у рабочих профессиональное заболевание – пневмокониоз.

Основными источниками образования промышленной пыли являются следующие технологические процессы: бурение, взрывание, дробление, грохочение, транспортировка, перегрузка и др. Профилактика профессиональных заболеваний осуществляется путем

снижения интенсивности пылевыделения в источниках ее образования, например, за счет изменения технологического процесса, механизации и автоматизации процессов, герметизации, аспирации технологического оборудования, гидрообеспыливания.

Местная вытяжная вентиляция (аспирация) получила наибольшее распространение из всех имеющихся способов обеспыливания. Преимуществом применения аспирации является то, что она применима как при отрицательных, так и при положительных температурах окружающей среды. Установлено, что герметичные укрытия пылевыделяющего оборудования значительно предотвращают попадание пыли в атмосферу.

Запыленность атмосферы рабочих зон в местах перегрузок с конвейера на конвейер превышает предельно-допустимую концентрацию (ПДК). Об интенсивности пылеобразования в местах перегрузки можно судить по концентрации пыли в отсасываемом из аспирационных укрытий воздухе. Пределы изменения концентрации пыли ($\text{мг}/\text{м}^3$) приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1
Пределы изменения концентрации пыли в местах перегрузок на конвейерах

Аспирируемые укрытия	Пределы изменения концентрации пыли в аспирируемом воздухе, ($\text{мг}/\text{м}^3$)	
	Дробильные фабрики по переработке железистых кварцитов	Дробильно- сортировочные фабрики шахт
Укрытия мест загрузки руды на конвейеры после дробления	600-2100	775-38800
Укрытия мест загрузки руды на конвейеры после грохотов	185-400	35-135
Укрытия мест перегрузки руды с конвейера на конвейер	62-1070	12-320
Укрытия мест разгрузки руды в приемные воронки дробильно-сортировочного оборудо- вания	19-234	-

В данной работе проанализирована запыленность атмосферы рабочих зон в узлах перегрузки горной массы в летний период. Отбор проб на запыленность воздуха производился в плоскостях, перпендикулярных направлению движения потока горной массы с желоба на дробилку.

Расстояние от узла перегрузки горной массы до мест отбора проб равнялось 0,5, 2, 3 и 4 м по направлению движения воздушной струи.

Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны определялась гравиметрическим способом, который основан на пропускании запыленного воздуха через пылезадерживающий фильтр с последующим определением веса уловленной пыли при помощи аспиратора [2, 3].

Для набора проб запыленного воздуха применялись следующие приборы:

- эжекторный аспиратор АЭРА, служащий для просасывания запыленного воздуха через фильтр;

- аллонж (патрон), предназначенный для закрепления в нем фильтра при взятии проб на запыленность воздуха;

- аэрозольные фильтры аналитические (АФА);

- аналитические весы, предназначенные для определения массы фильтров до и после отбора пробы воздуха из рабочей зоны;

- резиновые трубки для соединения патрона (аллонжа) с реометром и аспирационным прибором при взятии проб.

Расчет содержания пыли в воздухе производится по формуле [2, 3]:

$$C = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V_n},$$

где C – содержание пыли в воздухе, мг/м³; m_1 – масса фильтра без пыли, мг; m_2 – масса фильтра с пылью, мг; V_n – объем воздуха, протянутого через фильтр, м³.

Расчет V_n проводится по формуле:

$$V = Q \cdot t,$$

где Q – производительность аспиратора, л/мин; t – продолжительность отбора пробы, мин.

Определение запыленности воздуха производилось по следующей методике.

По площади узла перегрузки через 0,5, 2, 3 и 4 м производились замеры запыленности воздуха без перегородок, с одной перегородкой, затем с двумя перегородками. Определение среднего количества пыли производилось путем сбора и взвешивания ее на лабораторных весах. По точкам отбора проб и количеству пыли рассчитывалось распределение пыли узла перегрузки. Полученные данные сведены в таблицы и построены графики.

Обработка экспериментальных данных показала, что изменение запыленности воздуха с увеличением расстояния от точки пыления происходит по следующей зависимости [4- 6]:

$$N = -a \lg (x) + b. \quad (1)$$

Табличные данные также показывают, что наличие одной перегородки в желобе позволяет в среднем снизить запыленность воздуха в 2 раза, а две перегородки уменьшают в 3 раза. Следует отметить, что данный эффект может быть достигнут без использования местной вытяжной вентиляции. Безусловно, что при наличии последней, пылевая обстановка резко улучшится. Подобное конструктивное решение желоба может быть использовано и при других схемах перегрузочных узлов с конвейера на грохот, с дробильного оборудования на конвейер и т.д.

Необходимый объем выборки (количество измерений запыленности воздуха в одной точке) может быть определено по формуле:

$$n_u = \frac{t^2 S^2}{\Delta_x^2}, \quad (2)$$

где S^2 – выборочная дисперсия; Δ_x – предельная ошибка.

При определении n_u значение вероятности нормированного отношения («коэффициента доверия») t выбирается с учетом вероятности ($t=0,95$, т.е. $t=1,960$). Это значит, что при ($t=1,960$ с вероятностью 0,683 можно утверждать, что разность между выборочными и генеральными показателями не превысит одной средней ошибки. Другими словами, в 95% случаев ошибка репрезентативности не выйдет за пределы средней ошибки выборки.

Замеры запыленности воздуха производились в условиях дробильно-сортировочной фабрики (Майкудукское производство) в летний период по вышеотмеченной методике.

Изменения запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе перегородок, с одной перегородкой и с двумя перегородками в летний период приведены в табл. 2, 3, 4 и на рис. 1-3.

Таблица 2

Замеры запыленности воздуха в месте выхода горной массы из желоба без перегородок

Место замера	Летний период, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
Без перегородок	1418,5	1425,3	1318,7	1312,1	123,6	1226,2
	7	8	9	10	11	12
	1050,6	1010,9	907,3	650,4	448,2	661,6

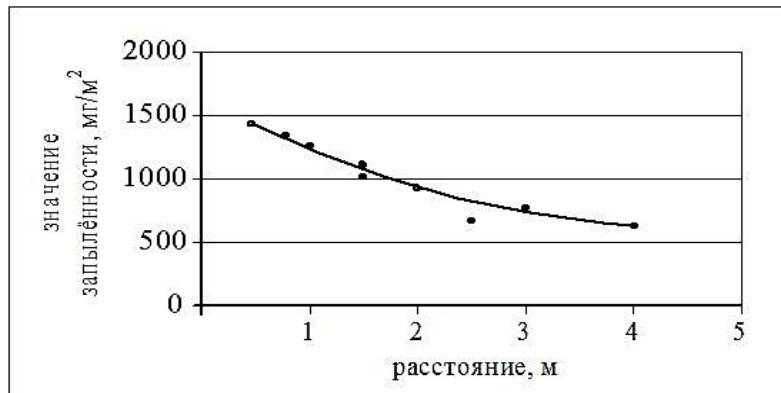


Рисунок 1 – Изменение запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе перегородок

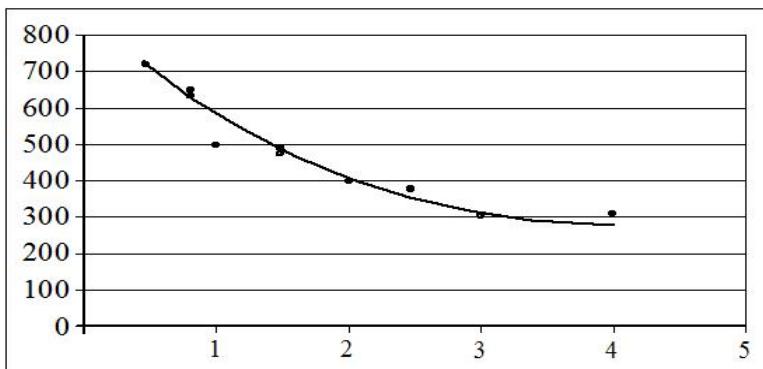


Рисунок 2 – Изменение запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе с одной перегородкой

Таблица 3

Замеры запыленности воздуха в месте выхода горной массы из желоба с одной перегородкой

Место замера	Летний период, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
С одной перегородкой	739,1	735,6	650,4	638,7	512,6	510,1
	7	8	9	10	11	12
	484,4	469,3	395,6	388,2	314,6	308,1

Таблица 4

*Замеры запыленности воздуха в месте выхода горной массы
из желоба с двумя перегородками*

Место замера	Летний период, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
С двумя перегородками	594,8	586,4	506,7	512,6	499,4	486,3
	7	8	9	10	11	12
	260,7	235,9	301,6	270,4	248,1	203,9

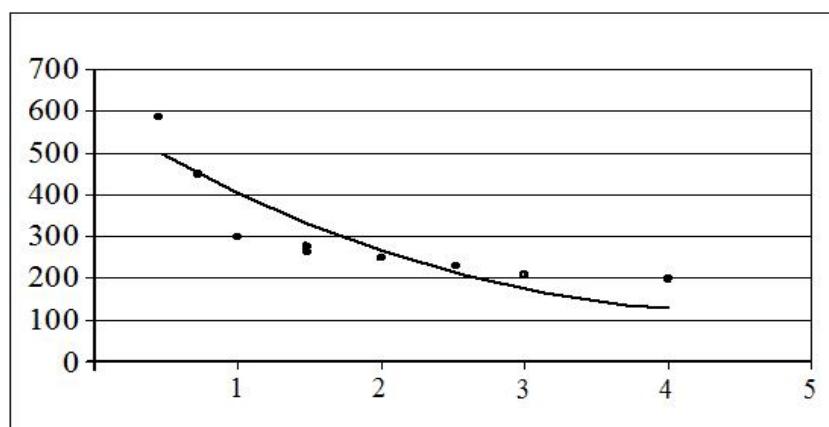


Рисунок 3 – Изменение запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы
без применения в желобе с двумя перегородками

Анализ табличных данных (2-4) и рисунков (1-3) свидетельствует о высоких значениях запыленности воздуха у очагов пыления. Основной причиной такого положения является отсутствие каких-либо способов пылеподавления в условиях дробильно-сортировочной фабрики. Особенно высокие значения запыленности воздуха отмечены в местах перегрузки горной массы из дробильных аппаратов, а более низкие - при складировании готовой продукции. Это объясняется тем, что по мере продвижения перерабатываемого материала к конечной стадии технологического процесса содержание пыли в нем заметно снижается. Так, например, если сократить содержание пыли в горной породе после дробления (особенно после крупного дробления), то следует ожидать улучшения пылевой обстановки в целом по дробильно-сортировочной фабрике. Следовательно, при существующем положении в первую очередь на данном предприятии необходимо обеспечить пылеотсос с последующей очисткой в пунктах дробления горной породы. Технологические процессы в дробильно-сортировочной фабрике выполняются в основном не в помещениях, поэтому на общую пылевую обстановку также влияет срыв ветром уже ранее осевшей на оборудовании, полу, земной поверхности пыли.

Пылевая обстановка на перерабатывающих предприятиях может быть значительно улучшена при минимальных и трудовых затратах путем применения устройств, предлагаемых в разделе. Суть их заключается в существенном снижении объемов эжектируемого воздуха путем управления перегружаемого потока горной массы с помощью перегородок. Для определения их эффективности был сконструирован и смонтирован узел перегрузки с ленточного конвейера на ленточный конвейер (рис. 3).

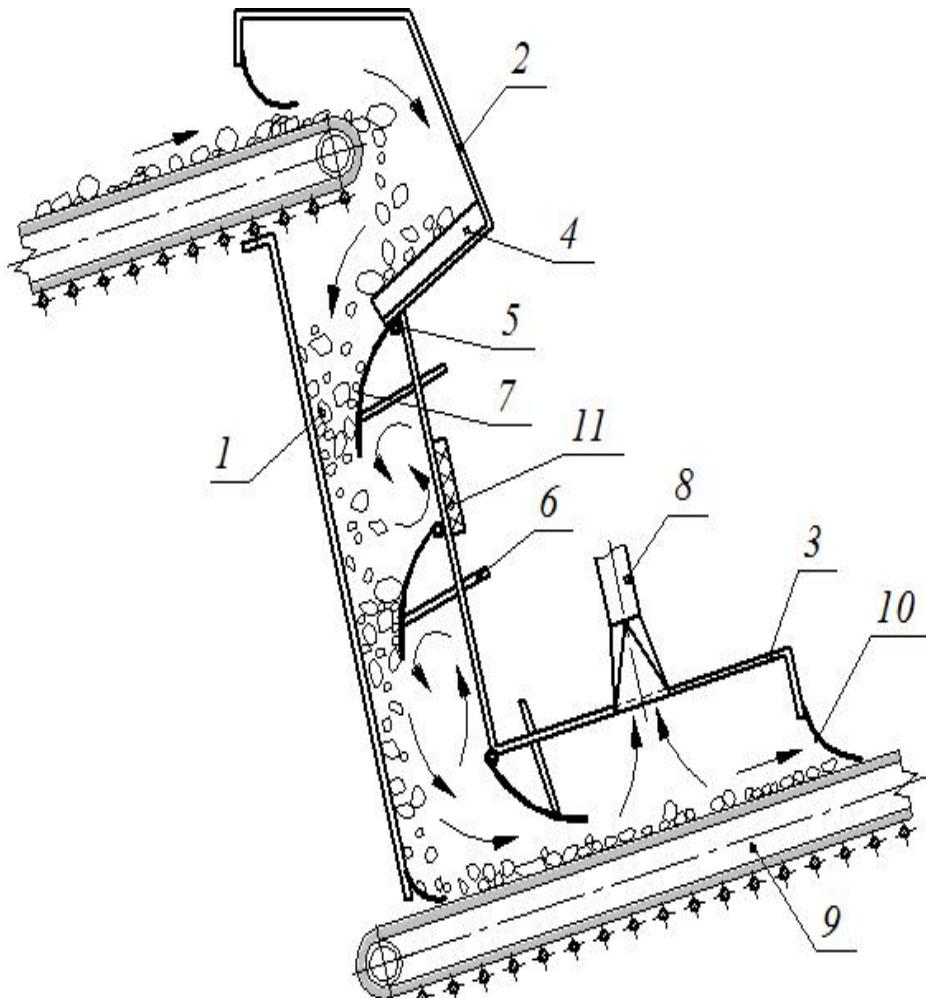


Рисунок 3 – Конструкция желоба с подвижными перегородками: 1 – желоб; 2 – укрытие верхней части узла перегрузки; 3 – укрытие нижней части узла перегрузки; 4 – отбойная плита; 5 – шарниры; 6 – перегородки; 7 – стержни; 8 – местный отсос; 9 – ленточные конвейеры; 10 – фартуки; 11 – тканевый фильтр

Его конструкция предполагала производить транспортировку горной массы самотеком по желобу без перегородки, с одной и двумя перегородками.

Измерения производились в летний период. Табличные данные также показывают, что наличие одной перегородки в желобе позволяет в среднем снизить запыленность воздуха в 2 раза, а две перегородки - в 3 раза.

Следует отметить, что данный эффект может быть достигнут без использования местной вытяжной вентиляции. Безусловно, что при наличии последней пылевая обстановка резко улучшится.

Вследствие этого сведение к нормативным значениям концентрации пыли в воздухе рабочей зоны является одной из актуальных проблем в области обеспечения промышленной безопасности на производстве.

Список литературы

1. Недин В.В. Борьба с пылью на рудниках / В.В. Недин, О.Д. Нейков. - М., Недра, 1965. - 200 с.
2. Абрамов Ф.А. Приборы для контроля вентиляции шахт / Ф.А. Абрамов, А.Ф. Милетич. - М.: Госгортехиздат, 1960. - 273 с.
3. Справочник по борьбе с рудничной пылью. - М.: ГОСИНТИ; под ред. проф., д.т.н. Л.И. Барона. - 1962. - 324 с.
4. Ермеков М.А. Выбор типа эмпирических уравнений (построение моделей многофакторных связей с использованием ЭВМ): Учеб. пособие / М.А. Ермеков, А.А. Махов. - Караганда, 1984. - 82 с.
5. Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для АО «Караганданеруд». ТОО «Карагандинское экологическое общество». - Караганда, 2004. - 46 с.
6. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие для втузов. - М.: Высшая школа, 1988. - С. 239.

Получено 02.02.2017



СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ ПОТЕПЛЕЛА

Рекорд «тёплой» сверхпроводимости поставили физики из Майнца (Германия): сероводород, в котором обычный водород заменили на дейтерий, скачком теряет электрическое сопротивление при температуре минус 70 градусов Цельсия и давлении полтора миллиона бар. Это давление всего вдвое меньше, чем в центре Земли. Интересно, что полученный сейчас эффект несколько лет назад предсказали китайские учёные.

«Наука и жизнь» № 3, 2016