

## НАПРАВЛЕНИЕ 2

**ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ НАУКИ  
В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

## СЕКЦИЯ 1

**НАУКА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:  
ГЕОДИНАМИКА, НОВЕЙШИЙ ВУЛКАНИЗМ,  
ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ,  
РАСШИРЕНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ**

УДК 504.06

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ РОССИИ***Алборов И. Д.*, д-р техн. наук, профессор*Бадтиев Ю. С.*, д-р биол. наук, член НТС Северо-Осетинского республиканского отделения ВООП.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

(государственный технологический университет)

Владикавказ, Российская Федерация

*В статье приведены законодательные аспекты современных экологических требований, установленных государством, на право граждан на благоприятную окружающую среду. Обращено внимание на роль общественных институтов в обеспечении контроля по выполнению природоохранного законодательства, а также контроля и надзора государственными органами за выполнением действующих норм и правил природопользователями. Указано на приоритет органов местного самоуправления в реализации нормативно правовых требований по защите окружающей природной среды. Показаны современные тенденции в состоянии здоровья населения Республики Северная Осетия-Алания и даны рекомендации по снижению техногенной нагрузки на отдельные селитебные зоны и улучшению здоровья населения.*

*To the article the legislative aspects of the modern ecological requirements set by the state are driven, on a right for citizens on a favourable environment. Paid attention to role of public institutes in providing of control on implementation of nature protection legislation, and also by the public organs of control and supervision after implementation of operating norms and rules of by natural users. It is indicated on priority of organs of local self-government in realization normatively of legal requirements on defence of natural environment. Modern tendencies are shown in a state of health of population of Republic of North Ossetia-Alania and given recommendation on the decline of the technogenic loading on separate residential zones and improvement of health of population.*

**1. Правовой аспект экологической проблемы современности**

Человеку много чего требуется, чтобы он был доволен своей жизнью. Требования эти самые разнообразные, но есть основные для всех людей требования – чистый воздух, чис-

тая вода и качественная пища! Человек имеет конституционное право (ст. 42) на *благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и возмещение ущерба его здоровью, причинённого экологическим правонарушением* [1].

Но, к великому сожалению, развитие цивилизации связано с техногенным воздействием на окружающую среду и, как следствие, загрязнение её вредными для здоровья людей выбросами.

В сложившейся на сегодняшний день ситуации, когда на человека вместе с благами цивилизации наваливаются её издержки – загрязнение окружающей среды, крайне важно сохранить здоровье.

Здоровье является приоритетной ценностью человеческой жизни, и только хорошее здоровье обеспечивает нормальное внутриутробное и последующее развитие потомства, тем самым способствуя сохранению целостности генофонда популяции человека.

Человек способен отличить недоброкачественную воду, продукты питания по виду, по запаху, по вкусу и не станет их употреблять, чтобы не отравиться. Но он не может не дышать воздухом, даже заведомо зная, что воздух загрязнён и вреден для его здоровья.

Вот почему законодательно установлена *ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях* (п. 6 ст. 3 Закона № 7 – ФЗ «Об охране окружающей среды») [2].

Чтобы органы государственной власти не забывали о своей ответственности за благоприятную окружающую среду, этим же законом (ст. 68) предусмотрен общественный контроль в области охраны окружающей среды (общественный экологический контроль). Общественный экологический контроль может осуществлять и Всероссийское общество охраны природы (ВООП).

Северо-Осетинское республиканское отделение ВООП (СОРО ВООП) осуществляет общественный экологический контроль на территории РСО-Алания. Результаты контроля органы государственной власти обязаны рассматривать для принятия мер, обеспечивающих благоприятную окружающую среду и экологическую безопасность населенных мест.

На современном этапе социально-экономического развития России роль общественности существенно возросла. Об этом свидетельствует создание Народного фронта при Президенте РФ. Мы считаем, что Всероссийское общество охраны природы (ВООП) по своей сути является важной частью Народного фронта в осуществлении контроля за обеспечением благоприятной окружающей среды органами государственной власти РФ, органами государственной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления.

В апреле 2014 года состоялась юбилейная научно-практическая конференция СОРО ВООП по проблеме «Факторы окружающей среды и здоровье населения. Современные аспекты». На ней было отмечено, что граждане Владикавказа живут в экологически рискованной зоне. Показатель риска по младенческой смертности составляет 9,1. Было также отмечено, что комплексное загрязнение окружающей среды вызывает разрушение генома человека, что приводит к росту заболеваемости и инвалидности людей.

Статистика показывает, что каждый 6-й житель РСО-Алания болен генетически. Из 10 тысяч беременных женщин у 800 она заканчивается выкидышем [3].

В городах России наблюдается интенсивный рост автотранспорта, на долю которого уже приходится 95 % всех выбросов в атмосферу [4]. Поскольку автотранспорт – подвижный источник выбросов загрязняющих веществ (ЗВ), то фактически каждый средний и крупный город является площадным источником загрязнения окружающей среды.

Известно [5], что в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания осуществляется процесс сгорания топливно-воздушной смеси при больших значениях температуры и давления, а наличие на стенках цилиндров масла создаёт благоприятные условия синтеза *диок-*

**синов**, последние выбрасываются с отработавшими газами в атмосферу. Это и обуславливает повышенную концентрацию **диоксинов** в атмосфере городов, относительно допустимой их безопасной нормы. Поскольку из канцерогенных ЗВ в атмосфере контролируются только **бенз(а)пирен** и некоторые тяжёлые металлы, а **диоксины** не контролируются, тем самым создаётся рискованная экологическая ситуация.

Было установлено [6], что длительное воздействие на человека даже малых доз ЗВ приводит к накоплению их в его организме. Последствия бионакопления могут проявляться в виде отдаленных (через 5–7 лет) изменений здоровья человека.

Исследованиями [7] Северокавказского отделения Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (СКО МАНЭБ) была выявлена закономерность между среднегодовым индексом загрязнения атмосферы (ИЗА) и показателем онкологической заболеваемости населения РСО-Алания. Согласно этой закономерности с ростом ИЗА растёт пропорционально и онкозаболеваемость населения.

К великому сожалению в 2005 году в России сократили перечень контролируемых в атмосфере городов ЗВ с более 50 наименований (в советское время) до 5-ти (в настоящее время). В результате такого умышленного сокращения контролируемых ЗВ в атмосфере значительно снизился среднегодовой ИЗА по сравнению с реальным его значением. Следовательно, это мероприятие было направлено на сокрытие от населения фактического значения суммарного ИЗА для всех имеющихся в атмосфере ЗВ.

Например, если контролируется только пять ЗВ, концентрация которых не превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК), то сумма отношения фактической концентрации к её ПДК будет равна 5. Иными словами, максимальное значение среднегодового ИЗА = 5.

Такая величина ИЗА согласно Руководству по контролю загрязнения атмосферного воздуха населённых мест характеризует ниже среднего степень загрязнения атмосферного воздуха. А между тем благоприятным состоянием атмосферного воздуха населённых мест считается, когда ИЗА = 1 при любом количестве ЗВ в воздушном бассейне города [8].

Официальные критерии оценки загрязнения атмосферного воздуха в городах приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Критерии оценки загрязнения атмосферного воздуха городов

| Показатель состояния атмосферы | Критерии состояния атмосферного воздуха |                         |               |            |          |
|--------------------------------|---|-------------------------|---------------|------------|----------|
|                                | чистый воздух                           | загрязнённый воздух     |               |            |          |
|                                |   | благоприятное состояние | ниже среднего | средний    | высокий  |
| ИЗА                            | 1                                       | менее 5                 | от 5 до 6     | от 7 до 13 | более 14 |

## 2. Владикавказ – площадной источник загрязнения атмосферы

По просьбе парламента РСО-Алания в конце 90-х годов прошлого столетия [9] была создана комиссия в составе ведущих учёных академии МАНЭБ, которые провели экологическую оценку территории республики и город Владикавказ. Результаты работы были доложены в письме-обращении председателю парламента РСО-Алания Мамсурову Т. Д. В нём отмечалось, что по среднегодовому ИЗА экологическая обстановка в городе Владикавказе характеризуется как «напряжённая экологическая ситуация». В остальных городах республики (Алагир, Ардон, Беслан, Дигора, Моздок) экологическая ситуация считается «относительно удовлетворительной».

Вместе с тем, в соответствии с динамикой заболеваемости детского и взрослого населения, по медико-демографическим показателям город Владикавказ, Ардонский и Ирафский районы республики были признаны зоной «чрезвычайной экологической ситуации»,

а Моздокский, Дигорский, Кировский, Алагирский и Правобережный районы были отнесены к зоне «угрожающей здоровью населения».

Став главой РСО-Алания, Мамсуров Т. Д. в своём послании парламенту и народу 30 декабря 2009 года отметил: «Мы больше не можем не обращать внимания на состояние окружающей среды, это было бы преступлением, легкомыслием!» Голос главы РСО-Алания прозвучал как набат к призыву серьёзно заняться оздоровлением экологической ситуации в республике.

Прошло 6 лет, в течение которых шла интенсивная автомобилизация республики. Ликвидированное троллейбусное движение было возмещено маршрутными такси типа Газель и др.

По просьбе СОРО ВООП, в период с 4 по 6 февраля 2015 года были проведены специальные исследования Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РСО-Алания совместно с Северо-Осетинским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Оценивалось состояние атмосферного воздуха на территории города Владикавказа с учётом интенсивности движения автотранспорта.

Точками отбора и анализа проб воздуха с использованием газоанализатора ГАНК-4 были выбраны 3 пункта по периметру города.

С помощью прибора ГАНК-4 автоматически анализировались пробы диоксида серы, который содержится в отработавших газах автотранспорта. ИЗА по диоксиду серы вычислялись с учётом среднесуточного ПДК<sub>ср</sub> = 0,05. По результатам измерений концентрации диоксида серы определены среднесуточные индексы загрязнения атмосферы (ИЗА) на территории города, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты измерения концентрации диоксида серы на территории города Владикавказа с 4 по 6 февраля 2015 г.**

| Место отбора проб воздуха                         | Интенсивность, машин / час       | Концентрация SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup> | Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА <sub>ср</sub> ) |
|---|----------------------------------|--|---|
| Угол ул. 6-я Промышленная, Черменское шоссе       | 612, 541, 689<br>среднее 614     | 1,201  | 24,0  |
|   |                                  | 1,142  | 22,8  |
|   |                                  | 1,150  | 23,0  |
| Средне-суточное значение ИЗА <sub>ср</sub> = 23,3 |                                  |  |   |
| Въезд в город Владикавказ у бойни Деликат         | 2416, 2208, 2524<br>среднее 2383 | 1,320  | 26,4  |
|   |                                  | 1,201  | 24,0  |
|   |                                  | 1,590  | 3,18  |
| Средне-суточное значение ИЗА <sub>ср</sub> = 27,4 |                                  |  |   |
| Автотрасса у памятника Барбашову                  | 1081, 1217, 1388<br>среднее 1229 | 2,142  | 42,8  |
|   |                                  | 2,113  | 42,3  |
|   |                                  | 2,570  | 51,4  |
| Средне-суточное значение ИЗА <sub>ср</sub> = 45,5 |                                  |  |   |

Приведенные данные подтверждают, что автотранспорт является основным (массовым) загрязнителем воздушного бассейна города Владикавказа. Свидетельством этого является полное исчезновение на территории города экосистемы лишайниковой флоры. Известно, что лишайниковая экосистема погибает полностью при концентрации *диоксида серы*, превышающей среднесуточную ПДК<sub>ср</sub> = 0,05 мг/м<sup>3</sup> в 6 раз, т. е. при концентрации  $C = 0,3 \text{ мг/м}^3$  [10].

Таким образом, исследования некоммерческой общественной организации СОРО ВООП подтвердили данные оценки качества воздушного бассейна города Владикавказа, которые были выполнены в 2005 году. Тогда было выявлено, что в городе отсутствует лишайниковая экосистема, которая погибла от загрязнения атмосферы *диоксидом серы* [7].

### 3. Связь заболеваемости с индексом загрязнения атмосферы

Были выполнены ретроспективные исследования системы «окружающая среда – здоровье населения», которые позволили выявить факт влияния ИЗА на заболеваемость населения, а именно на:

- репродуктивную функцию женщин  $Z_{рфж}$ ,
- врождённые пороки развития  $Z_{впр}$ ,
- младенческую смертность  $Z_{мс}$ .

Результаты анализа приведены на графиках рис. 1, 2, 3.

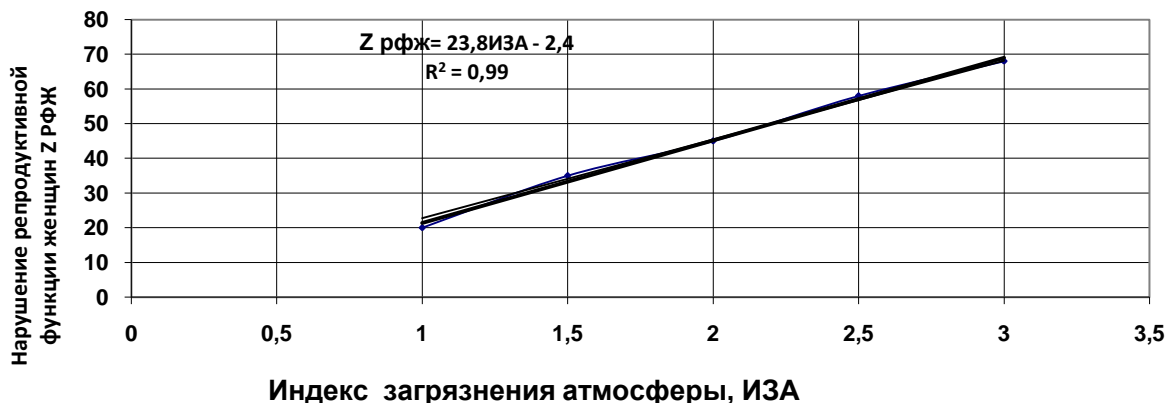


Рис. 1. Зависимость нарушения репродуктивной функции женщин  $Z_{рфж}$  от среднегодового ИЗА для г. Владикавказа

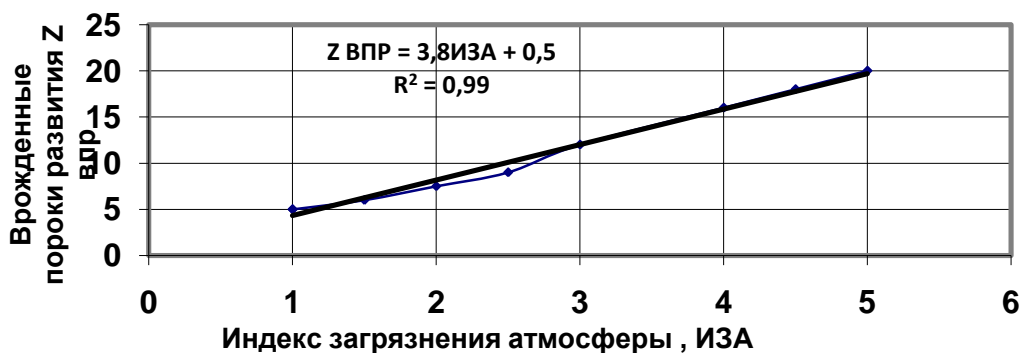


Рис. 2. Зависимость врождённых пороков развития  $Z_{впр}$  от среднегодового ИЗА для Владикавказа

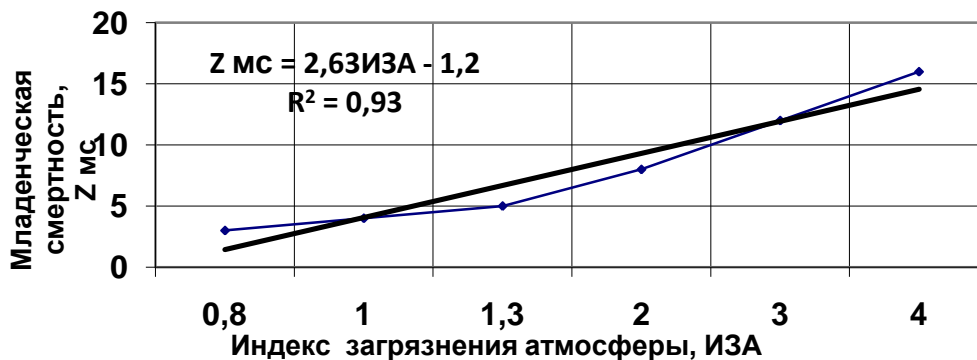


Рис. 3. Зависимость младенческой смертности  $Z_{мс}$  от среднегодового ИЗА для Владикавказа

Анализ графиков показывает, что заболеваемость во всех случаях минимальная при  $IЗА = 1$ . Из этого следует, что при благоприятной окружающей среде заболеваемость является фоновой. Но с ростом ИЗА заболеваемость растёт прямо пропорционально степени загрязнения атмосферного воздуха. При этом достоверность связи между ИЗА и заболеваемостью  $Z_{рфж}$ ,  $Z_{впр}$ , и  $Z_{мс}$  составляет не менее 0,93.

#### 4. Выводы

1. Конституционное право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и возмещение ущерба здоровью человека, причинённого экологическим правонарушением, продолжает оставаться декларативным для населения 60 % городов России.

2. Органы государственной власти не исполняют свои обязанности, предусмотренные законом № 7-ФЗ по обеспечению благоприятной окружающей среды на подведомственных им территориях.

3. Территории городов стали площадными источниками загрязнения окружающей среды, вследствие интенсивного развития автотранспорта, вредные выбросы которых составляют 95 % от всех выбросов в атмосферу.

4. Длительными наблюдениями выявлена прямая зависимость заболеваемости населения от степени загрязнения атмосферного воздуха.

5. Наиболее опасным для здоровья населения источником загрязнения является автотранспорт с двигателями внутреннего сгорания, которые генерируют канцерогенные химические вещества *бенз/а/пирен* и *диоксины*.

#### 5. Рекомендации

1. Государственным органам власти разработать и осуществить программу перевода автомобильного транспорта на электротягу, используя опыт передовых стран и собственный задел в создании электромобилей.

2. Разработать государственную программу использования возобновляемых источников энергии: ветровой, солнечной, гидроэнергии малых рек и др. для получения электроэнергии в интересах питания зарядных станций для электромобилей.

3. Разработать государственную программу создания карты экологического состояния территории каждого субъекта РФ, с выявлением зон экологического неблагополучия по факторам окружающей среды.

4. Законодательно закрепить возмещение ущерба здоровью населения, проживающего в неблагоприятной окружающей среде.

5. Привлечь широкую общественность к экологическому мониторингу территорий малозатратными способами биоиндикации состояния атмосферного воздуха населённых мест, например, способом лишеноиндикации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации: Официальное издание. М.: Юрид. лит., 2000. 64 с.
2. Об охране окружающей среды: Федеральный закон. В ред. от 21 октября 2011 г. М.: КНОРУС, 2011. 48 с.
3. *Битаров В. З.* Факторы окружающей среды и здоровье населения. Современные аспекты – Владикавказ: Олимп, 2014. 256 с.

4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 г.: Государственный доклад М.: Минприроды России, 2013.

5. *Сониасси Р.* Анализ объектов окружающей среды: инструментальные методы: Пер. с англ. И. В. Плетнева. М.: Мир, 1993. 80 с.

6. *Бурлакова Е. Б., Бойков П. Я., Коновалихин С. В.* Оценка возможности использования эффекта сверхмалых доз для решения медико-биологических задач // Изв-ия АН. Сер. «Биология». 2000. № 2. С.153–157.

7. *Бадтиев Ю. С.* Биомониторинг экологической обстановки. Владикавказ.: ИПО СОИГСИ, 2009. 297 с.

8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. М.: Гидрометиздат, 1991. С. 35.

9. *Алборов И. Д.* Состояние окружающей среды Северного Кавказа // Газета «Северный Кавказ». № 45–46. Декабрь 2010 г.

10. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006. 416 с.

УДК 61.3;622.7;591.615

## СЛАГАЕМЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НАПРЯЖЕННОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРНОЙ ДОЛИНЫ РЕКИ ФИАГДОН

*Алборов И. Д.*, д-р техн. наук, профессор  
*Тедеева Ф. Г.*, канд. техн. наук, профессор  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)  
Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: ekoskgmi@rambler.ru*

*В статье приведена геохимическая и географическая характеристика Фиагдонской долины Республики Северная Осетия Алания и участие горнопромышленной отрасли в формировании качества окружающей природной среды. Характеризуется понятие «горнопромышленная система» и даются факторы, определяющие ее экологическое состояние. Приведены факторы, разрушающие природное благополучие зоны деятельности техногенного месторождения отходов. Дается вариант концепции вывода деградированной экологической системы горной долины в состояние экологического благополучия.*

**Ключевые слова:** горная долина, горнопромышленная система, антропогенная нагрузка горной долины, экологическая напряженность, экологический риск, геохимическая обстановка.

## COMPONENTS OF ENVIRONMENTAL TENSIONS MOUNTAIN RIVER VALLE FIAGDON

*Alborov I. D.*, prof., Ph. D.  
*Tedeeva F. G.*, prof., Ph. D.  
North Caucasus Mining and Metallurgicaj Institute (State Technological University), the  
Geophysical Institute of Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
Vladikavkaz, the Russian Federation  
*e-mail: ekoskgmi@rambler.ru*

*The article describes the geochemical and geographical characteristics Fiagdonskaya Valley of North Ossetia Alania and the mining industry participate in shaping the quality of the environment. Mining is characterized by the concept of the system and are given the factors that determine its ecological state. It shows the factors destroying the natural well-being of the area of activity of technogenic deposits of waste. We give a variant of the concept of ecological system degraded mountain valley in the state ecological well-being.*

**Key words:** mountain valley, Mining system, anthropogenic load mountain valley, environmental stress, environmental risk, geochemical environment.

Горные долины в отрогах гор Кавказа характеризуются существенной их изоляцией с точки зрения распространения водных и воздушных потоков, концентрацией склонового



сноса в тальвегах, мозаичной микроклиматической обстановкой. В последние годы резко возросла рекреационная привлекательность и ценность горных ландшафтов. Возросшие нервно-психологические нагрузки вынуждают людей искать места отдыха от бремени урбанизации индустриального образа жизни, поэтому притягательная сила горных слабо освоенных ландшафтов будет непрерывно возрастать. На рис. 1 приведен вид селения Верхний Дзуарикау, в котором и в настоящее время проживают люди, хотя они часто обеспокоены экологическим благополучием в связи с воздействием на окружающую среду заброшенной инфраструктуры горно-промышленного комплекса Фиагдонского рудника.

Горно-промышленная система является совокупностью природного и техногенного рельефа, составляющей экосистемы, в которой происходит естественный оборот реципиентов, и комплекса взаимосвязанных объектов техногенеза, необходимых для удовлетворения потребностей проживающего здесь населения. Составной частью горно-агломерационной системы является долина, в которой, как правило, протекает река, к которой привязана вся система жизнедеятельности проживающего населения.

Антропогенная нагрузка горной долины определяет степень и характер загрязнения не только самой долины, но и плоскостных ландшафтов в их устьевых частях. Современный уровень антропогенной нагрузки на горные долины Кавказа достаточно высок, распределение нагрузки по разным долинам при этом крайне неравномерно.

Наиболее напряжённая экологическая ситуация сложилась в тех долинах, в которых недропользование приобрело индустриальный характер, где функционируют горно-обогатительные комплексы с развитой сетью автомобильного транспорта и социальная инфраструктура.



*Рис. 1.* П. Верхний Дзуарикау  
(600 м от полигона Фиагдонского хвостового хранилища)

К ним следует отнести долины рек: Ардон, Фиагдон (Республика Северная Осетия-Алания), Баксан (Кабардино-Балкарская республика), Кубань (Карачаево-Черкесская республика).

В других долинах более благоприятная экологическая обстановка. В то же время в самом ближайшем будущем намечается переориентация горно-рудной промышленности с рудного на нерудное сырье, связанная с изменением как технологий производства, так и географии: освоение высокогорных степных ландшафтов подскарновой зоны в качестве пастбищ, развитие туристического и рекреационного кластера и т. д.

Ожидаемые изменения вызовут дополнительные социально-миграционные процессы, широкомасштабные изменения инфраструктуры и в конечном итоге станут причиной существенной деформации экологической обстановки в ряде горных долин восточного склона Главного Кавказского Хребта.

Анализ выполненных исследований показывает, что уровень загрязнения окружающей природной среды, несмотря на заметный спад производства, имеет тенденцию к росту. В зоне деятельности оставленных горно-индустриальных объектов техногенное загрязнение аккумулировано в почвенном горизонте, характеризующемся высоким показателем валового содержания тяжелых металлов и их подвижных ионов, которые могут мигрировать в растительные сообщества, включая многолетние и однолетние сельскохозяйственные культуры, выращиваемые возделываемые в хозяйствах местного населения [1]. Поэтому хозяйственное освоение этих территорий требует системного подхода: предварительного изучения экологического состояния, разработки научно-обоснованных мероприятий по их восстановлению деформированных ландшафтов или предотвращению дальнейших процессов деградации компонентов природной среды, установления границ эффективного использования в хозяйственных и других целях.

Для решения поставленной задачи предлагаются новые подходы с использованием методов математического моделирования. Наиболее адекватным представляется системный подход с использованием моделирования разных уровней. В качестве объектов исследований принимаются три горно-промышленные экологические системы: долина реки Ардон, долина реки Фиагдон, долина реки Баксан, а в качестве эталонного объекта выбрана долина реки Фиагдон. Этот выбор обусловлен как разнообразием сложившегося в долине природно-техногенного комплекса, так и прогнозируемых в ближайшее время экономических и социальных изменений, для осуществления которых необходим учет сложившийся экологической обстановки и научно-обоснованный прогноз её развития.

Наиболее адекватную оценку состояния среды может обеспечить только «площадной» подход, широко используемый в геологии и в других науках о Земле. Обследование динамики процессов обеспечивается режимом мониторинга – системой повторяющихся во времени и пространстве наблюдений. Взаимосвязь явлений, процессов устанавливается при систематическом подходе. Результативность данных выводов опирается на систему контроля, сбора данных и лабораторных исследований литологического контроля и использования соответствующего аппарата математической статистики.

В равной степени отработанны в разных областях знаний, в том числе и в экологии, основы моделирования разных уровней. Наиболее приемлемой и достаточно корректной альтернативой является разработка моделей, опирающихся на наблюдения, ограниченные по объему, но достаточно адекватные моделируемому объекту в рамках требований поставленной задачи. При этом достоверность модели будет зависеть от её уровня. Уровень модели, в свою очередь, определяется качеством и формами имеющихся данных – параметров модели. Так, при отсутствии достаточного объема количественной информации неприемлема машинная реализация модели; в этом случае в соответствии с поставленной задачей и на основе специального анализа может быть реализована концептуальная модель, «...основанная на четкой гипотезе, не имеющая в настоящее время математического решения». Такая модель может управлять процессом сбора новых данных, которые обеспечивают возможность формализованного подхода и развития концептуальной (гипотетично-дедуктивной) модели в структуризованную модель с машинной реализацией.

В настоящее время антропогенный процесс является ведущим фактором в формировании фаунистических комплексов. При этом стремительность трансформации ландшафта не дает возможность многим видам адаптироваться к меняющимся условиям. В то же время широко ареальные пластичные виды значительно увеличивают численность и расширяют ареал. Наблюдается синантропизация некоторых аборигенных пластичных видов (куница, альпийская галька). Эти тенденции будут усиливаться в ходе дальнейшего вовлечения экосистемы в хозяйственное освоение.

Мониторинг растительного и животного мира не может осуществляться с той же периодичностью, что и режим мониторинга атмосферы и геологической среды, но он должен стать составной частью регионального мониторинга. При этом принципиальное значение имеет подвижность биосистем в отличие от косных сред.

Из анализа материалов исследований долины наиболее реальными и достаточно адекватными представляется использование метода концептуального моделирования, на основе новых описаний и графических построений [2] могут быть формализованы в виде математических моделей отдельные части подсистемы, характер сведений химических элементов в природных и техногенных геохимических аномалиях и т. п.

Для этой цели была выбрана как эталон экосистема «Горная долина» по следующим причинам:

- долина реки Фиагдон расположена в центральной части горной Осетии симметрично относительно других долин, что может иметь определяющую роль в распределении признаков географического характера;

- параметры реки Фиагдон (расход, протяженность, климатические факторы) близки к средним для региона;

- геологический разрез по низинам реки наиболее дифференцирован, что может оказывать влияние на химизм почв и грунтовых вод.

В пределах долины компактно сформировался развитый многокомпонентный природно-техногенный комплекс, включающий следующие зоны:

- а) природоохранные: государственный заповедник, заказник;

- б) рекреационные: социально-оздоровительный комплекс «Хилак», климатический детский санаторий, филиал турбазы «Алагир», места неорганизованного отдыха городского населения;

- в) хвостохранилище, карьеры по добыче и переработке нерудного сырья;

- г) селитебные: урбанизированные – поселок Фиагдон, агрохозяйственные и селитебные провинции;

- д) аграрно-животноводческие: отгонные пастбища, сенокосные угодья, овцеводческие фермы, свинфермы и фермы по разведению крупного рогатого скота;

- ж) линейные: газопровод и автотрасса с асфальтным покрытием с подвижными источниками загрязнения.

Таким образом, наличие приведенных выше факторов и обстоятельств определило объект исследования.

Основными источниками загрязнения воздушной среды являются:

- асфальтобетонный завод в с. Дзуарикау (выбросы завода включают углеводороды, сажу и пыль);

- ареал загрязнения обогатительной фабрики охватывающий около 5500 м<sup>2</sup>, причем, селитебная зона поселка не оказывает негативное влияние;

- хвостовое хранилище на площади около 60000 м<sup>2</sup>, с эмиссией тяжелых металлов в атмосферу и водный бассейн;

- хозяйственная деятельность сезонного характера аулов и других поселений.

- п. Фиагдон – по органике (аммиак) и СПАВ;

- п. Верхний Фиагдон – по микробиологическим показателям.



Рис. 2. Тело Фиагдонского хвостохранилища после прорыва тоннеля

Источниками загрязнения поверхностного стока являются: хвостовое хранилище Фиагдонской обогатительной фабрики, с объемом лежалых геоматериалов порядка 3,1 миллион тонн (химический состав дан в приведенной таблице);

### Характеристика Фиагдонского хвостохранилища

| Название техногенного объекта                            | Площадь | Запасы        | Полезные компоненты  | Запасы полезных компонентов в тыс. тонн  | Гранулометрический состав  |
|--|---------|---------------|--|--|--|
| Хвостохранилище Фиагдонской обогатительной фабрики (ФОФ) | 5,6 га  | 2382,3 тыс. т | Pb – 0,13 %<br>Zn – 0,15 %<br>Au – 0,08 г/т<br>Ag – 3,55 г/т<br>Bi – 0,002 %<br>Cd – 0,003 %<br>Fe – 3,73 %<br>SiO <sub>2</sub> (кремнезем) – 57,92 %<br>Ca – 6,25 %<br>Mg – 2,15 %<br>Al – 10,24 %<br>As – 0,06 % | Pb – 3,069 тыс. т<br>Zn – 3,573 тыс. т<br>Bi – 0,047 тыс. т<br>Cd – 0,071 тыс. т<br>Fe – 88,85 тыс. т<br>SiO <sub>2</sub> (кремнезем) – 1379,8 тыс. т<br>Ca – 148,89 тыс. т<br>Mg – 51,21 тыс. т<br>Al – 243,94 тыс. т<br>As – 1,42 тыс. т | 0,63 мм – 1,5 %<br>0,315 мм – 12,5 %<br>0,16 мм – 45,3 %<br>менее 0,16 мм – 40,7 % |



Рис. 3. Фрагмент смыва тела хвостохранилища после прорыва тоннеля речным потоком Хаником-дон (2011 г.)

Климатические условия «солнечных долин», каковыми являются долины рек Фиагдон и Ардон способствуют сильной ветровой эрозии и переносу больших масс шлама от открытых поверхностей тел хвостовых хранилищ вдоль долин, что угнетающе действует как на людей, так и на растительность и бедный почвенный слой склонов. Как показано выше, селение Верхний Дзуарикау отдалено от места хранения хвостов на 600 метров вверх по течению ручья Хаником-дон, правого притока р. Фиагдон. Само хвостовое хозяйство расположено в балке упомянутого ручья, которая проходит через тоннель, сечением  $9 \text{ м}^2$ , длиной около 500 м под ложем хвостового хозяйства. Верхняя часть тоннеля, протяженностью около 200 м, проходит через горный массив, а остальная часть – по дну ручья Хаником-дон. В результате разлива Хаником-дон в 2011 году кровля тоннеля под телом обвалилась и водным потоком был смыт весь материал хвостов, находившийся внизу по течению реки. Тело смыва хвостов – конусообразное (см. рис. 2, 3), расположением вершины в основании ручья. По ориентировочным подсчетам было вынесено водным потоком около  $30000 \text{ м}^3$  хвостов, что соответствует 45000 т. Одной из основных причин обрушения кровли тоннеля является повышенная нагрузка на конструкцию тоннеля, возникшая из-за нарушения режима его эксплуатации в связи с использованием тела хранилища в качестве автодороги большегрузного автотранспорта [3].

### Выводы

1. Наносимый в течение продолжительного времени ущерб окружающей среде в зоне деятельности техногенных образований (особенно в почве), способствует деградации окружающей среды и фрагментальной изменчивости ландшафтов, что может привести к истощению биоразнообразия вплоть до исчезновения различных его видов.

2. Создаваемая экологическая обстановка нуждается в оздоровлении путем принятия специальных организационных, технических и технологических мер по снижению эколо-

гической нагрузки на экосистему горных ландшафтов и восстановлению устойчивых форм ее функционирования.

3. Только системный подход к решению проблем экологии в зоне активной деятельности добычи геоматериалов может восстановить природное равновесие, обеспечить гармоничное развитие общества и природы. Реализация такой концепции возможна при взаимодействии органов государственной власти, через принятие соответствующей нормативной основы, и науки, путем разработки и внедрения экологически обоснованных проектных решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка эколого-геохимической обстановки в районе деятельности Садонского свинцово-цинкового комбината: Отчет МГУ за 1990–1994 гг. 138 с.
2. Бекжанов Г. Р., Бугаев А. Н., Лось В. Г. Геологические модели при прогнозировании ресурсов полезных ископаемых. М.: Недра, 1987. 140 с.
3. Proceedings of the Third national scientific and technical conference with international participation "Technologies and practices in underground mining and construction". 8–11 October. 2012. Devin, Bulgaria, 2012.

#### REFERENCES

1. Evaluation of ecological geochemical conditions in the area of activity Sadonsky lead-zinc plant^ Report of the Moscow State University for 1990–1994., 138 с.
2. Bekzhanov G. R., Bugaev A. N. Los' V. G. The geological model for predicting mineral resources. Moscow: Nedra, 1987. 140.
3. Proceedings of the Third national scientific and technical conference with international participation "Technologies and practices in underground mining and construction" 8–11 October, 2012. Devin, Bulgaria, 2012.

УДК 69.05, 69.07

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СЕЙСМОСТОЙКОГО ЗДАНИЯ ГИПЕРМАРКЕТА «ЛЕНТА» В Г. ГРОЗНОМ

**Арсанукаев Х. О.**

ООО «ИНЭ-Интерсервис»

**Мажиев А. Х.**

**Мажиев А. Х.**

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова

Российской Академии наук

Грозный, Российская Федерация

e-mail: seismofund@mail.ru

*В статье анализируются конструктивные особенности и технология строительства сейсмостойкого здания гипермаркета «Лента» в г. Грозный. Приводятся акселерограммы проектных землетрясений, полученных на основе проведенных инженерно-геологических и инженерно-сейсмологических изысканий. Подробно приводятся антисейсмические мероприятия, обусловленные сейсмичностью площадки строительства.*

*The article analyzes the design features and technology of building earthquake-proof building hypermarket "Lenta" in Grozny. We present the design of earthquake accelerograms obtained on the basis of engineering-geological and engineering-seismological research. Details are given anti-seismic events caused by seismic construction site.*

Гипермаркет «Лента» расположен в п. Ханкала, Октябрьского района г. Грозного Чеченской Республики. Инженерно-геологические и инженерно-сейсмологические изыскания были выполнены ООО «Фирма «Даймохк-2» [1, 2].

Целью инженерно-геологических изысканий являлось изучение геологического строения, гидрогеологических условий, физико-механических и просадочных свойств грунтов. Целью инженерно-сейсмологических изысканий, являлось уточнение параметров возможных сейсмических воздействий при расчетных акселерограммах [2] (рис. 1–3). Результаты изысканий послужили основой для принятия оптимальных проектно-технологических решений зданий и сооружений гипермаркета «Лента», соответствующих уровню ответственности – 2 (нормальный), согласно Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений.

На основании анализа данных инженерно-геологических и инженерно-сейсмологических исследований, сделан вывод о том, что сейсмические воздействия на площадке гипермаркета «Лента» могут достигать 8 баллов.

Исходя из сейсмичности площадки строительства, принята рамно-связевая конструктивная схема здания гипермаркета. Каркас здания запроектирован в металле. Расчет каркаса здания и определение усилий в элементах каркаса были выполнены с учетом основного и особого сочетания нагрузок. Размеры здания торгового центра в осях 99,0 x 127,0 м. Здание разбито деформационными швами на 4 температурно-деформационных блока, каждый из которых имеет собственную систему конструкций, обеспечивающих устойчивость блокам [3].

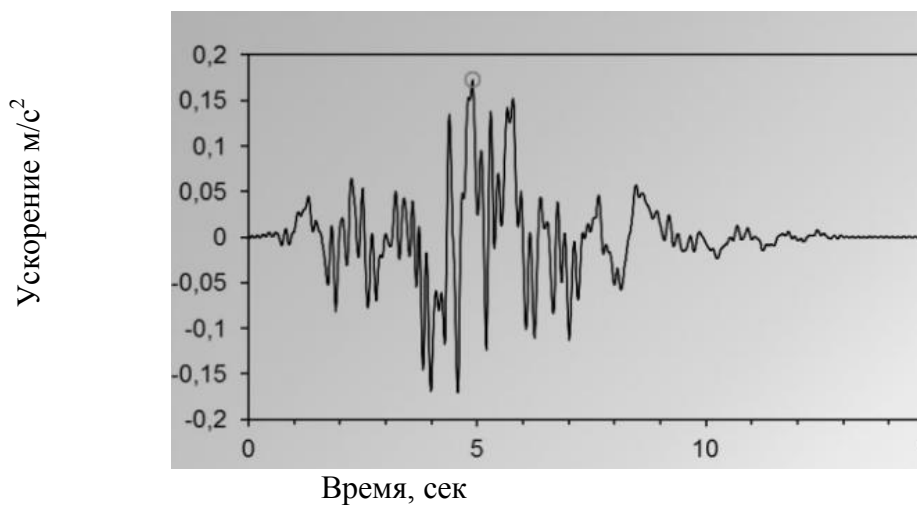


Рис. 1. Расчетные акселерограммы проектных землетрясений – компонента X

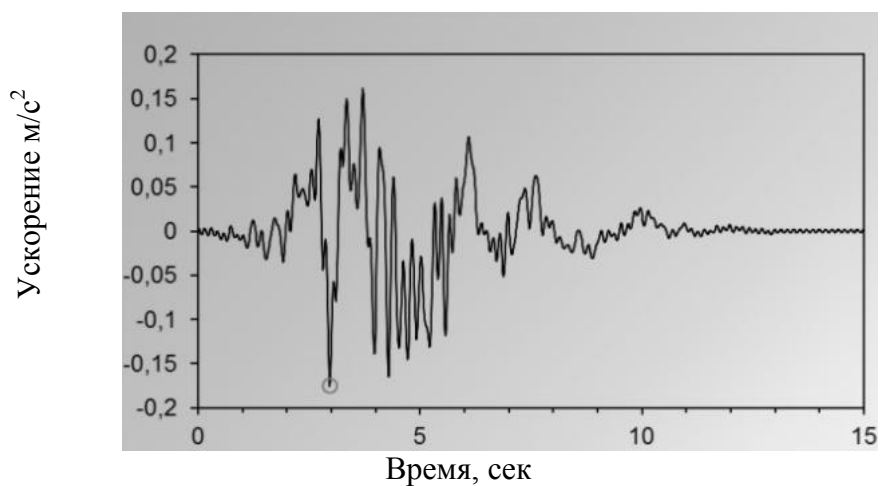


Рис. 2. Расчетные акселерограммы проектных землетрясений – компонента Y

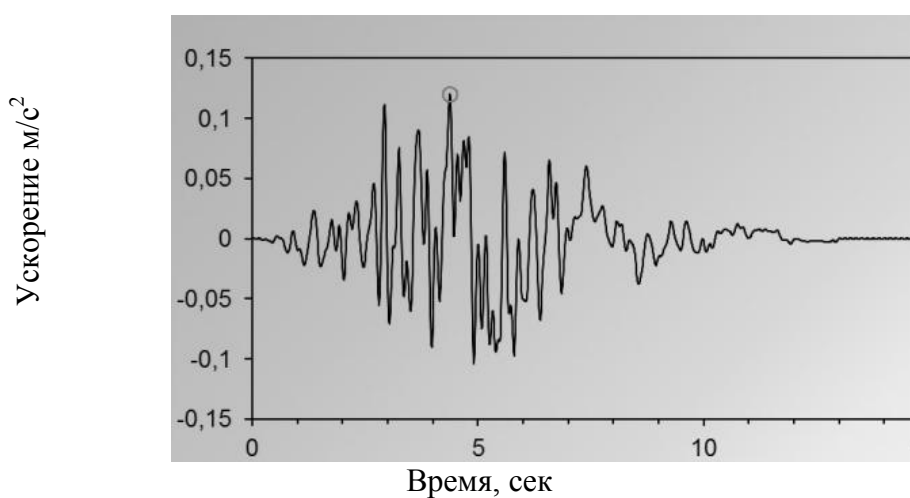


Рис. 3. Расчетные акселерограммы проектных землетрясений – компонента Z



Наиболее крупным является одноэтажный торговый отсек, который разбит деформационным швом на два блока. Каждый блок трехпролетный, с шириной пролетов 24,0 x 24,0 x 11,2 м. Шаг колонн каркаса 12 и 11,2 м. Шаг стоек фахверка – 6 и 5,6 м.

Административно-бытовой складской отсек также разбит на два 2-х этажных блока. Блоки двухпролетные. Блок в осях 1...13 имеет ширину пролетов 11,90 и 12,0 м. Ширина пролетов блока в осях 14...24 принята 8,0 и 12,0 м. Шаг колонн каркаса 6,0 и 5,6 м. Шаг стоек фахверка принят 6,0 м и 5,6 м. Неизменяемость каркаса как в продольном, так и в поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями по колоннам. Совместную работу элементов каркаса обеспечивают горизонтальные связи покрытия.

Покрытие выполнено облегченным по стальному профилированному настилу. В качестве несущих конструкций покрытия торгового зала используются металлические фермы пролетами 24,0 м и балки пролетом 11,2 м. Фермы выполнены малоуклонными с высотой в коньке 1,6 м (по осям поясов). Несущими конструкциями покрытия и перекрытия в административно-бытовом складском отсеке служат металлические сварные балки двутаврового сечения, полигонального профиля и горячекатаные широкополочные прокатные двутавры.

Неэксплуатируемые перекрытия: в осях 11–13, Ю на отм. +3,820; в осях 18–19, Ю на отм. +4,870; в осях 10–11, Б на отм. +3,390, выполняются монолитными железобетонными по несъемной опалубке из стального профилированного настила Н60-845-0,7 по ГОСТ 24045-94.

В расчетах несущей способности профилированный настил не учитывался. Армирование выполняется плоскими каркасами и сетками из арматуры класса А-III (А400С). Армирование выполнено по неразрезной схеме с учетом рекомендаций СТО 36554501-006-2006 п. 10.10. для повышения предела огнестойкости.

Перекрытия антресольного этажа в осях 1–7, Р–Ю – из профлиста С44-1000-0,7 по ГОСТ 24045-94 по металлическим балкам. Поверху уложены жесткие минераловатные плиты на базальтовой основе ТЕХНОРУФ Н30 по ТУ 5762-043-17925162-2006 толщиной 50 мм, защищенные цементно-песчаной стяжкой толщиной 30 мм. Все конструкции каркаса заводского изготовления, что обеспечивает сокращение сроков выполнения и повышение качества монтажа. Устойчивость, пространственная неизменяемость каркаса здания обеспечивается постановкой вертикальных связей по колоннам, а также горизонтальных связей по покрытию. Колонны каркаса приняты из стали С 245, сварными и широкополочными горячекатаными двутаврами. Двутавры широкополочные приняты по номенклатуре СТО АСЧМ 20-93. Стропильные фермы приняты с поясами из широкополочных двутавров по СТО АСЧМ 20-93 и решеткой из горячекатаных уголков из стали С 245. Стропильные фермы пролетом 24 м выполняются из двух отпавочных элементов и предусматривают укрупнительную сборку на монтаже. Балки покрытия сварные двутаврового сечения полигонального профиля и широкополочные двутаврового сечения по СТО АСЧМ 20-93 из стали С 245. Балки перекрытия сварные и широкополочные двутаврового сечения по СТО АСЧМ 20-93 из стали С 245. Подстропильные балки приняты сварными двутаврового сечения полигонального профиля длиной 12,0 м; 11,2 м; 10,35 м; из стали С 245. Связи вертикальные и горизонтальные приняты из гнутых замкнутых квадратных профилей, из стали С 245. По фермам и балкам покрытия заложен прогонный настил из прокатных горячекатаных швеллеров, из стали С245. По прогонам выполняется стальной профилированный настил Н 60-845-0,8, служащий основанием под кровлю. Устойчивость плоской формы изгиба прогонного покрытия обеспечивается конструктивным креплением профилированного настила в соответствии с п. 5.16 СНиП II-23. Крепление профилированного листа на крайних опорах предусмотрено самонарезающими винтами в каждом гофре, на средних – через одну гофру. Между собой профилированные листы соединяются комбинированными заклепками с шагом 500 мм.

Перекрытия выполняются монолитными железобетонными по несъемной опалубке из стального профилированного настила. В расчетах несущей способности профилированный настил не учитывался. Армирование выполняется плоскими каркасами и сетками из арматуры класса А-III (А400С). Армирование выполнено по неразрезной схеме с учетом рекомендаций СТО 36554501-006-2006 п. 10.10. для повышения предела огнестойкости.

Ограждающие конструкции стен – трехслойные стеновые панели типа «Сэндвич» с листовыми профилированными стальными обшивками и заполнением из минераловатных плит на базальтовой основе «Sandwich Batts», толщиной 120 мм. Панели окрашиваются в заводских условиях. Разрезка панелей принята горизонтальной.

Конструкции цоколя заложены из сборных навесных трехслойных керамзитобетонных панелей по серии 1.432.1-21 вып. 1/96. В качестве утеплителя принят пенополистирол марки ПСБ марки 35 по ГОСТ 15588-86.

Все перегородки первого этажа устанавливаются на плиту пола первого этажа. В качестве пола первого этажа заложена монолитная железобетонная плита из бетона В15 толщиной 200 мм, по подготовке из бетона В7,5 толщиной 100 мм. Основанием монолитной плиты пола служит грунт обратной засыпки из естественной гравийно-песчаной смеси с послойным уплотнением.

Перегородки по первому этажу: кирпичные – толщиной 120 и 250 мм, гипсокартонные – по металлическому каркасу, остекленные перегородки – в алюминиевых переплетах, трехслойные стеновые панели типа «Сэндвич», толщиной 120 мм.

Перегородки на втором этаже: кирпичные – толщиной 120 мм; гипсокартонные, по металлическому каркасу; трехслойные стеновые панели типа «сэндвич» толщиной 120 мм; частично из сибита.

Кирпичные перегородки заложены из полнотелого керамического кирпича марки КОРПО1НФ/100/2,0/75 по ГОСТ 530-20012; кладка армируется через пять рядов сеткой из арматурной проволоки. Дополнительно кладка из кирпича и сибита усиливается вертикальными двухсторонними арматурными сетками в штукатурных слоях из цементно-песчаного раствора марки М100 толщиной 25 мм.

Для уменьшения расчетной высоты кирпичная кладка толщиной 120 мм разрезается горизонтальными металлическими ригелями из прокатного швеллера № 14, из стали С 245.

В дверных проемах кирпичной кладки и кладки из сибита заложено обрамление из металла.

Несущие конструкции (косоуры, балки) внутренних лестниц заложены из прокатных широкополочных двутавров по СТО АСЧМ 20-93 из стали С 245. Косоуры и балки окрашиваются огнезащитной краской ОЗК-1 по ТУ 2316-002-54737814-03 толщиной слоя не менее 1,3 мм для обеспечения предела огнестойкости REI 60.

Кровля – плоская, с внутренним водостоком. В качестве кровельного материала применяется кровельная мембрана на основе пластифицированного ПВХ LOGICROOF V-RP 1,2 мм (цвет серый).

Крепление гидроизоляционной мембраны осуществляется механическим способом с помощью пластикового телескопического крепежа «Технониколь».

Рулонный полимерный кровельный и гидроизоляционный материал ПВХ LOGICROOF V-RP 1,2 мм – слабогорючий, группа горючести Г1. Пароизоляция предусмотрена из пленки «Технониколь» ГОСТ10354-82 с проклейкой швов соединительной лентой.

Утеплитель покрытия: нижний слой из минераловатных плит «ТЕХНОРУФ Н30» по ТУ 5762-043-17925162-2006, толщиной 80 мм, – верхний слой из экструзионного пенополистирола «ТЕХНОРУФ В60» по ТУ2244-047-17925162-2006, толщиной 50 мм. Состав покрытия имеет класс конструктивной пожарной опасности К0 (15) в соответствии с сертификатом С-RU.ПБ37.В.00402.

Железобетонные фундаменты запроектированы с учетом требований СП14.13330.2011. Для защиты арматурных изделий от коррозии в монолитных конструкциях приняты нормируемые защитные слои бетона. Классы бетона и марки по водонепроницаемости и морозостойкости приняты из условия эксплуатации конструкций согласно требованиям СП 28.13330.2011.

Проектом предусмотрено устройство столбчатых фундаментов (рис. 4) на естественном основании. Глубина заложения фундаментов от планировочной отметки 2,1 м. После монтажа колонн, базы (рис. 5) обетонируются бетоном В15; F150. Фундаменты колонн связевых панелей внутри здания объединены общей плитой (рис. 6), а по периметру здания фундаменты связевых панелей соединены между собой распорками (рис. 7). Конструкции фундаментов возводятся на бетонной подготовке из тощего бетона В7,5.

Фундаментные балки приняты в проекте сборными железобетонными по серии 1.015.1-1.95, высотой 300 мм; из бетона В15, F150, W6, с опиранием балок на верхний обрез фундаментов.

Горизонтальная гидроизоляция фундаментных балок выполнена из цементно-песчаного раствора М100 с добавлением церезита.

Со стороны хозяйственного двора проектом предусматривается понижение рельефа на 1100 мм для создания возможности механизированной загрузки комплекса. В связи с этим возникает необходимость устройства подпорной стены с высотой подпора 1100 мм. Подпорная стена выполняется монолитной железобетонной на насыпном основании из гравийно-песчаной смеси с послойным уплотнением.



Рис. 4. Столбчатые фундаменты здания гипермаркета «Лента» в г. Грозный

При проектировании здания гипермаркета «Лента» были предусмотрены следующие антисейсмические мероприятия [4-12]:

- разделение здания деформационным швом;
- устройство системы горизонтальных связей покрытия в уровне верхних и нижних поясов ферм для устойчивости здания и восприятия сейсмических нагрузок;
- армирование кладки перегородок;
- заделка перемычек в стены на глубину 250 и 350 мм;



Рис. 5. Обетонирование базы металлической колонны



Рис. 6. Армирование железобетонной плиты, объединяющей фундаменты колонн

- применение в качестве ограждающих стеновых конструкций облегченных металлических панелей-сэндвичей с устройством горизонтальных и вертикальных антисейсмических швов;
- монтаж цокольных керамзитобетонных стеновых панелей с зазором между внутренними поверхностями стеновых панелей и колоннами 40 мм;
- предусмотрено крепление цокольных керамзитобетонных стеновых панелей к каркасу здания, которое не препятствует горизонтальным смещениям каркаса;

- горизонтальный антисейсмический шов в уровне верха цокольной части стены;
- крепление всех металлических ригелей к опорным консолям каркаса здания запроектировано таким образом, что колонны и стены не препятствуют взаимным горизонтальным перемещениям при деформации каркаса во время сейсмических воздействий;
- над стыками фундаментных балок с фундаментом укладывается сетка из арматуры  $\varnothing 10\text{AIII}$  с шагом продольных стержней 100 мм, поперечных – 300 мм из арматуры  $\varnothing 6\text{AIII}$ .



Рис. 7. Распорки, соединяющие фундаменты под связевые панели

Кирпичные перегородки армируются: в горизонтальные швы – на всю длину перегородки через 600 мм; по высоте укладывается сетка из проволоки  $\varnothing 4\text{Вр I}$ . Дополнительно кладка из кирпича усиливается вертикальными двухсторонними арматурными сетками в штукатурных слоях из цементно-песчаного раствора марки М100, толщиной 25 мм.

Крепление перегородок выполняется к металлическим стойкам, а при длине более 3 м – и к перекрытиям. Кирпичную кладку выполнять с временным сопротивлением осевому растяжению по неперевязанным швам для кладки II категории  $180 \text{ кПа} \geq R_p \geq 120 \text{ кПа}$  ( $1,2 \text{ кгс/см}^2$ ).

Кирпичная кладка выполняется с применением однорядной (цепной) перевязки швов. Кладка ведется на всю толщину конструкции в каждом ряду. Горизонтальные и вертикальные поперечные и продольные швы заполняются раствором полностью с подрезкой швов. Временные разрывы в возводимой кладке оканчиваются только наклонной штрабой. Кирпичная кладка при отрицательной температуре выполняется с включением добавок, обеспечивающих затвердение раствора.

Конструктивные решения для восприятия сейсмических нагрузок строительными конструкциями зданий и сооружений разработаны и применены в соответствии с нормами СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» и пособием по проектированию каркасных промзданий для строительства в сейсмических районах (к СНиП II-7-81\*).

Таким образом, принятые конструктивные решения и технологии строительства учитывают конкретные инженерно-геологические и инженерно-сейсмологические условия площадки и позволяют возвести в установленные сроки здание гипермаркета «Лента», обеспечивая ему требуемую сейсмостойкость при оптимальных затратах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на объекте: «Торговый комплекс «Лента» со вспомогательными строениями». Грозный: ООО «Фирма «Даймохк-2». 2014. 85 с.
2. Технический отчет по инженерно-сейсмологическим изысканиям на объекте: «Торговый комплекс «Лента» со вспомогательными строениями». Грозный: ООО «Фирма «Даймохк-2». 2015. 95 с.
3. Проектно-сметная документация «Торговый центр с автостоянкой «Лента», расположенный по адресу: Чеченская Республика, г. Грозный, Октябрьский район, п. Ханкала». Новокузнецк: ООО «Синтез-проект», 2014.
4. *Мажиев Х. Н., Батаев Д. К-С., Газиев М. А., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х.* Материалы и конструкции для строительства и восстановления зданий и сооружений в сейсмических районах. Грозный, 2014. 652 с.
5. *Мажиев К. Х., Мажиева А. Х.* Строительство и восстановление зданий с использованием сейсмоизоляции в Чеченской Республике // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: Сборник трудов Семнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (23–25 апреля 2014 г., Москва) / Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский гос. строит. ун-т. Москва: МГСУ, 2014. С. 548–554.
6. *Мажиев Х. Н., Духаев Х-М. С., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х.* Опыт использования интегрированной системы анализа и проектирования SCAD Office при расчете несущих конструкций зданий, возводимых в Чеченской Республике // Компьютерные технологии в строительстве: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Махачкала: АЛЕФ, 2012. С. 97–102.
7. *Мажиев Х. Н., Заалишвили В. Б., Хубаев С.-М. К.* Особенности строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах в сейсмических районах. Грозный: ГГНИ им. акад. М. Д. Миллионщикова, 2006. 20 с.
8. *Мажиев Аслан Х., Мажиев Адам Х.* Инновационные сейсмоизолирующие конструкции, применяемые при строительстве высоких многофункциональных зданий. / «Инновационные технологии в производстве, науке и образовании». Материалы III Международной научно-практической конференции. Грозный, 2013. С. 297–310.
9. *Мажиев Х. Н., Батаев Д. К-С., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х.* Материалы и конструкции для строительства, ремонта и восстановления строительных объектов в сеймоопасных районах. // «Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения» / Материалы Международных академических чтений. Курск: Курск. гос. ун-т. 2014. 233 с.
10. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. М., 2014. 145 с.
11. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*. М., 2011. 161 с.
12. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. М.: Минрегион России, 2012. 131 с.

УДК 551.24(234.9)

**КОЛКИНСКАЯ КАТАСТРОФА 2002 ГОДА:  
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ТИП,  
МЕХАНИЗМ ПРОТЕКАНИЯ И ПРИЧИНА**

**Бергер М. Г.**, д-р геол.-минерал. наук, профессор  
Северо-Кавказский инновационный центр «Устойчивое развитие горных территорий»,  
Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН  
г. Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: berger7@rambler.ru*

*The main consequences of the Kolka catastrophe are noted and the only possible geometrical and genetic explanation (that is fully confirmed by all available actual data) is given.*

*Отмечены основные результаты (последствия) Колкинской катастрофы и дано единственно возможное их геомеханическое и генетическое объяснение, полностью подтверждаемое всеми имеющимися фактическими данными.*

Большинство людей и не замечает, что не знает сущности того или иного предмета: словно она им уже известна...

*Платон*

В вопросах естествознания... познание явлений есть то, что ведет нас к изысканию и нахождению причины.

*Г. Галилей*

Существует тривиальный методологический принцип: если мы не знаем, что появилось, то бессмысленно выяснять, как (и почему. – М. Б.) оно появилось. Надо знать, что именно появилось. И лишь после этого и на основе этого выяснять, как же оно появлялось.

*А. А. Зиновьев*

20 сентября 2002 года примерно в 20 часов 08 минут (по местному и московскому времени) в течение нескольких минут произошел практически мгновенный *внезапный взрывоподобный направленный газодинамический выброс ледника Колка* (находившегося вплоть до момента выброса в своем ложе в пределах своего обычного контура), приведший к исчезновению ледника, освобождению ледникового ложа и возникновению гигантской полости (воронки выброса) на месте бывшего ледника.

Первые порции выброшенного ледово-каменного материала были за несколько минут доброшены примерно на 19 км от находившегося в тыльной части ледника эпицентра выброса до остановившего их движение Скалистого хребта и, если бы не эта непреодолимая механическая преграда, могли бы, по мнению ряда авторов, преодолеть расстояние не менее чем в 50 км.

Последующие порции выброшенного материала были задержаны Скалистым хребтом и отложившимся перед ним материалом предыдущих порций (лишь сравнительно небольшая часть этого материала в виде высоконапорного аномально высокоскоростного

гляциального селя была выжата через Кармадонские ворота, открывающие с юга узкий Геналдонский каньон, прорезающий Скалистый хребет).

В результате этого перед Скалистым хребтом, в Кармадонской котловине, примерно в 15 км (и более) от бывшего ледника Колка столь же быстро, в течение нескольких минут, возник гигантский, примерно равный по объему выброшенному леднику, ледовый (с примесью моренного и другого материала) навал (завал, ледовое тело, «квазиледник»).

Таким образом, произошел практически мгновенный в значительной мере компактный субгоризонтальный (на некоторых отрезках пути даже с набором высоты) переброс примерно 100 млн т ледово-каменного (преимущественно ледового) материала из вместилища ледника Колка на 15 и более километров в Кармадонскую котловину.

Учитывая слабонаклонное (7–9°) карово-долинное залегание подвергнувшегося выбросу ледника Колка и еще более пологое субгоризонтальное (с уклоном около 5°) положение многокилометровой зоны транзита выброшенного материала, такой переброс мог быть результатом только гигантского по мощности (величине выделившейся энергии) взрывного или взрывоподобного (газодинамического) процесса. Никаких других способов произвести подобный переброс не существует.

Такой характер Колкинской катастрофы подтверждают все относящиеся к данному событию факты – интенсивное ударноволновое и сейсмическое воздействие на окружающую среду, продолжительное мощное поверхностное газовыделение в эпицентральной зоне катастрофы после выброса ледника и др.

Наиболее точная экспериментальная натурная модель подобных явлений – малозаглубленные направленные техногенные взрывы на склонах.

Внезапный взрывоподобный направленный газодинамический выброс ледника Колка произошел под энергетически-силовым воздействием огромного количества прорвавшихся непосредственно под ледник в течение июля-сентября 2002 г. высоконапорных глубинных поствулканических газов, величина пластового давления которых существенно превысила величину геостатического давления ледника и силы его сцепления с вмещающими породами.

Таковы установленные автором еще в 2003 г. характер (геодинамический тип, механизм протекания) и причина Колкинской (Кармадонской, Геналдонской) катастрофы 2002 г., полностью подтвержденные всеми имевшимися изначально и обнаруженными в последующем фактическими данными, характеризующими подготовку, проявление и завершение этой катастрофы.

Все другие упоминаемые в этой связи природные, а также антропогенные факторы (обвалы с г. Джимарайхох, глобальное потепление, вода, землетрясения, киносьемочные работы в Геналдонском ущелье и пр.) не сыграли сколько-нибудь существенной роли в этой катастрофе и не могут считаться ее причиной – ни главной, ни даже второстепенной (дополнительной).



УДК 504.75.05

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

*Бугулов А. Г.*

*Тавасиев Э. Х.*

*e-mail: v\_tavasiev@mail.ru*

Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация

*The article investigates ecological problems of the North Ossetian town settlements, the interrelations between air pollutions and human diseases are developed. The recommendations for the improvement of the ecological situation in the settlements of the republic are made.*

Города и городские поселки республики представляют из себя целостную систему взаимосвязанных городских поселений различных типов. Поселения республики образовали городскую агломерацию с центром в г. Владикавказе. Во Владикавказской агломерации сконцентрировано около 90 % всех жителей республики, свыше 90 % производственных мощностей промышленности и материальных ресурсов. Агломерация хорошо обеспечена транспортными коммуникациями [4].

В составе городских поселений республики один крупный город – Владикавказ, в котором в 2014 г. проживало 68,2 % всех городских жителей; пять малых городов (Беслан, Моздок, Алагир, Ардон, Дигора – 27,3 %) и 7 поселков городского типа (Мизур, Верхний Фиагдон, Бурон, Садон, Верхний Згид, Холст, Заводской – 4,6 %). Средняя людность городских поселений составляла 35,0 тыс. чел., городов – 72,4 тыс. чел., поселков городского типа 2,9 тыс. чел. Плотность городских поселений – 16,2/10 тыс. км<sup>2</sup> [7].

Взаимодействие человека и природы в поселках городского типа характеризуется определенной двойственностью. С одной стороны, плотнозаселенные, развитые в промышленном отношении городские поселки обладают разрушительным действием на природу. С другой стороны – высокий социально-культурный и промышленный потенциал крупных городов может явиться необходимой предпосылкой для организационной и ресурсообеспеченной охраны окружающей среды. То же самое в полной мере относится к поселкам городского типа.

Поэтому поиски путей оптимизации природопользования и наиболее рационального планирования структуры поселка городского типа неизбежно пересекаются и во многом обуславливают друг друга.

Поселки городского типа и сосредоточенные на их территории предприятия оказывают значительное влияние на окружающую среду. Особенно заметно это влияние в горных поселках городского типа. Это связано с тем, что здесь сосредоточены наиболее вредные производства. Кроме того, эти производства сосредоточены в горах – наиболее уязвимых природных комплексах [2].

Деятельность Садонского свинцово-цинкового комбината вызывает особую тревогу. Комбинат занимается добычей полиметаллических руд, их обогащением на Мизурской обогатительной фабрике и поставкой в качестве сырья на ОАО «Электроцинк». В 1999 году на ССЦК началось освоение нового месторождения полиметаллических

руд и их обогащение. Одновременно вырос на 10,3 % объем выбросов загрязняющих веществ [1].

Кроме того, шахтные воды Садонского СЦК сбрасываются в реку Ардон без какой-либо предварительной очистки.

В связи с этим загрязнение воздушного бассейна со стороны Садонского СЦК является одним из важнейших факторов нарушения экологического равновесия.

Хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики на р. Ардон строилось с 1977 по 1983 годы. Проектный объем хвостохранилища – 3 млн м<sup>3</sup> со сроком заполнения 7,5 лет, после чего оно консервируется с последующим строительством нового хвостохранилища.

Через поселки Мизур и Бурон проходит Транскавказская автомагистраль. В среднем за сутки по автодороге проходит около 1500 единиц транзитного автотранспорта.

Помимо вышеуказанных хозяйственных объектов, существенно влияющих на экономическую обстановку, в горных поселках городского типа функционируют: предприятие «МБК» (производство хлебобулочных изделий, п. Мизур); Государственное дочернее предприятие Садонского свинцово-цинкового комбината «Суартиб» (производство полимерной транспортной тары, п. Мизур), деревообрабатывающий цех (п. Мизур), цех по разливу минеральной воды (п. Мизур).

В пос. Заводской практически нет крупных предприятий, значительно загрязняющих окружающую среду. Исключение составляют: «Ресола-В» (сбор, переработка лома и отходов цветных металлов) и Госплемпредприятие «Северо-Осетинское», их хозяйственная деятельность приводит к загрязнению как атмосферного воздуха, так и вод, и почв.

*Загрязнение атмосферного воздуха.* Особенно сильное загрязнение атмосферного воздуха происходит от деятельности Садонского СЦК и его подразделений. Положение усугубляется тем, что отходы производства, складываемые в хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики, имеют тонкую мелкодисперсную структуру. При падении уровня воды в хвостохранилище горно-долинные ветры разносят мелкую пыль на большие расстояния по Алагирскому ущелью вверх и вниз. Как отмечают специалисты, вредная пыль доносится до санатория «Тамиск» и районного центра Алагир. Практически загублены знаменитые «Унальские сады», яблоки которых, в прежние времена, вывозились не только во Владикавказ, но и в города Центральной части Европейской России.

Значительный урон окружающей среде наносит Садонское производственное объединение жилищно-коммунального хозяйства. Только в 2001 г. объемы выбросов вредных веществ достигли 235,5 т. Все загрязняющие вещества были выброшены в атмосферу без какой-либо предварительной очистки.

Основные загрязнители, выбрасываемые в атмосферу Садонским СЦК и Садонским ПОЖКХ – это взвешенные вещества: оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, аммиак, оксид цинка, сернистый ангидрит [12].

*Загрязнение вод.* Водосбор р. Ардон от истока до с. Зинцар занимает обширную территорию с развитой гидрографической сетью и представляет сугубо горный ландшафт. Основными источниками загрязнения в этой зоне водосбора являются: хозяйственно-бытовые стоки шахтерских поселков, производственные стоки Мизурской обогатительной фабрики с хвостохранилищем, шахтные воды и стоки курорта «Цей». К естественным загрязнителям можно отнести и большое количество выходов минеральных источников. Это существенно влияет на химический состав воды р. Ардон. Обследование Згидского, Садонского, Буронского и Холстинского рудников показало, что минерализация шахтных вод колеблется в широких пределах – от 246,3 до 1297,7 мг/л. Влияние шахтных вод на минерализацию речных незначительно, так как вода из шахт не высачивается систематически. Вода скапливается постепенно, собираясь в специальные зумпфы.

Хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики представляет собой объект повышенной опасности с точки зрения пыления и загрязнения поверхностных вод. Осветленный сток, расход которого равен  $0,025 \text{ м}^3/\text{с}$ , в течение года один-два раза берется на анализ по определению в нем тяжелых металлов перед сбросом в реку.

Максимальное превышение ПДХ осветленной воды хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики было в 1999 г. – 3,4 раза. Минимальные показатели были в 2001 г. – 0,1 ПДК. По цинку максимальное превышение ПДК было тоже в 2003 г., а минимальные показатели пришлось в 2002 г. – 0,6 ПДК. По меди максимальное превышение ПДК наблюдалось в 2001 г. – 16 ПДК, минимальные показатели были в 2002 г. – 3 ПДК. Превышений ПДК по свинцу не наблюдалось. Из шести лет наблюдений превышение ПДК по железу наблюдалось в течение пяти лет, по цинку четырех лет, по меди шести лет [11].

Таким образом, индекс загрязненности воды в р. Ардон ниже поселка Мизур увеличивался по сравнению со створом выше поселка Нузал в 2005 г. – в 1,3 раза, в 2006 г. – в 1,9 раза, 2007 г. – в 3,6 раза, в 2008 г. – в 2,2 раза, в 2009 – в 2,2 раза. Только в 2004 г. наблюдалось некоторое снижение индекса загрязненности воды [9].

Бассейн р. Фиагдон имеет обширную территорию с развитой гидрографической сетью. В горной части было расположено горнорудное предприятие с обогатительной фабрикой в пос. Верхний Фиагдон, которое в настоящее время не работает. В самом поселке неэффективно действует сооружение по очистке хозяйственно бытовых стоков. Хвостохранилище при бывшей Верхне-Фиагдонской обогатительной фабрике в настоящее время рекультивировано.

В связи с низкой эффективностью очистных сооружений пос. В. Фиагдон, индекс загрязненности воды р. Фиагдон ниже поселка увеличивается: в 2005 г. – в 1,4 раза, в 2006 г. – в 1,8 раза, в 2007 г. – 2,2 раза, в 2008 г. – в 1,9 раза, в 2009 г. – в 1,5 раза [3].

Таким образом, динамика индекса загрязненности воды в р. Фиагдон показывает, что с закрытием Фиагдонской обогатительной фабрики и хвостохранилища показатели практически не изменились. В то же время следует отметить, что в среднем за 1996–2003 гг. индекс загрязненности вод р. Ардон в створе ниже пос. Мизур в 2,1 раза выше чем ИЗС р. Фиагдон в створе ниже поселка В. Фиагдон. Выше поселка В. Фиагдон вода р. Фиагдон чистая, ниже она умеренно загрязненная.

*Загрязнение почв.* С 1994 г. лабораторией Минэкологии РСО-Алания проводится мониторинг загрязнения почв тяжелыми металлами. Атомно-абсорбционным методом определяется содержание подвижных форм таких металлов как свинец, цинк, медь, кадмий. Выбор этих металлов загрязнителей связан с тем, что они присутствуют в больших концентрациях и загрязняют значительные площади в исследуемых зонах

Гигиеническим показателем загрязненности сельскохозяйственных угодий служит подвижная форма металлов. Однако он характеризует только ту часть содержания элемента в почве, которая способна мигрировать в растения. Более информативными являются показатели кислоторастворимых форм и валового содержания токсикантов, что требует их сопоставления с нормативными показателями ориентировочно допустимых концентраций для валового содержания и предельно допустимых концентраций для кислоторастворимых форм.

В последнее время оценку степени загрязненности почв проводят по отношению к кларку по Виноградову (1 кларк соответствует удвоенной фоновой концентрации элемента в почве). В этой оценке много условного и общего, и она не учитывает все многообразие типов и подтипов почв, поэтому региональные кларки заметно отличаются от кларков почв мира.

Необходимо отметить, что в РСО-Алания различные ведомства, занимающиеся изучением и контролем тяжелых металлов в объектах окружающей среды, руководствуются, в каждом конкретном случае, различными критериями оценки загрязненности почв токсич-

ными элементами. В таких условиях довольно трудно оценить экологическую ситуацию по республике в целом.

По состоянию на конец 2009 г. обследованием почв и почвогрунтов на содержание в них тяжелых металлов были охвачены все районы Северной Осетии. В почвенных образцах определяли кислоторастворимые формы меди, цинка, свинца, кадмия и никеля, при этом степень загрязненности почв оценивали руководствуясь группировками и нормами предельно доступных концентраций, предположенными ЦНИИАО, а также кларками почв мира по Виноградову.

Обследование почв в районе поселков городского типа Алагирского района свидетельствует о загрязнении преимущественно свинцом.

Обследование почв в районе пос. Заводской свидетельствует о загрязнении почв свинцом, цинком, медью, кадмием и, в меньшей мере, никелем. Таким образом, влияние завода «Электроцинк» на почвы в пос. Заводском значительно больше, чем влияние Садонского СЦК на почвы в горных рабочих поселках [10].

В настоящее время здоровье населения все больше зависит от состояния окружающей среды и все менее от уровня медицинского обслуживания населения. Во всяком случае этот тезис подтверждается как на примере Северной Осетии в целом, так и поселков городского типа на рубеже XX и XXI вв. [8].

По сравнению со среднереспубликанскими показателями поселки городского типа выглядят довольно неплохо. Так, уровень детской заболеваемости выше во Владикавказе, Ардонском, Ирафском, Моздокском, Правобережном и Пригородном районах. Несколько хуже ситуация со взрослой заболеваемостью. По этому показателю выше только Владикавказ. Видимо, здесь действует фактор пролонгированности. Именно поселки городского типа Алагирского района наиболее сильно пострадали в ходе структурной перестройки экономически. Крупнейшее предприятие ПГТ практически остановилось. Выбросы загрязняющих веществ резко сократились. Взрослое население продолжает болеть от полученных ранее заболеваний. У детского населения «памяти» о прежних экологических катастрофах попросту нет.

Из всех видов заболеваний у взрослого населения преобладают болезни органов дыхания (50 % от всех заболеваний), болезни системы кровообращения (12 %), болезни мышечной системы (10 %) [5].

В структуре заболеваемости детского населения тоже преобладают болезни органов дыхания (более 50 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (чуть менее 10 %).

Несколько иная ситуация в пос. Заводском. На первом месте среди всех заболеваний у взрослых – заболевания органов дыхания – 37 %, на втором – нервные расстройства и заболевания органов чувств – 24 %, на третьем – болезни кровеносной системы, на четвертом – отравления, травмы и несчастные случаи – 10 %. На другие заболевания приходится 15 % [6].

Анализ уровня и условий жизни населения горных поселков городского типа позволяет сделать вывод о том, что он (этот уровень) крайне низкий. Значительная часть населения без работы, а занятые на производстве месяцами не получают заработную плату.

Сокращение численности населения горных ПГТ сопровождается снижением удельного веса занятых в промышленности. Уже сейчас большинство трудоспособного населения ряда поселков не занято в промышленности. В. Фиагдон вообще сменил специализацию с горно-добывающей на рекреационную. Кроме того, жители большинства сел, включенных в состав рабочих поселков, практически никогда не были заняты в промышленности, они жили и живут за счет сельскохозяйственного производства. Уклад жизни у жителей этих сел был и остается сельским. Однако они считались горожанами. Всего в горах таких поселений 19. Проживает в них 690 чел. [7]

С целью оптимизации экологической ситуации в городских поселениях назрела необходимость разработки программы по улучшению состояния окружающей среды в них. В дальнейшем, при улучшении финансового положения в республике и с учетом истощения запасов полиметаллических руд, необходима перепрофилизация горных поселков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бадов А. Д., Тавасиев В. Х.* Социально-демографические проблемы Северной Осетии. Владикавказ, 1998.
2. *Калоев Г. Ф.* Малые города Северной Осетии. Владикавказ, 1992.
3. *Макоев Х. Х., Тавасиев В. Х.* Экологические проблемы г. Владикавказа и поселков городского типа в Северной Осетии // *Экология урбанизированных территорий.* Камертон. 2009. № 4. С. 19–24.
4. *Тавасиев В. Х., Ревазов В. Ч.* Население Северной Осетии в XX веке. Владикавказ: Олимп, 2014. 173 с.
5. *Тавасиев В. Х., Тебиева Д. И.* Вторичное использование горно-промышленных отходов в решении экологических проблем РСО-Алания// *Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и сопредельных странах: Материалы V Международной научной конференции 28–31 октября 2013 г. М. – Белгород: Константа, 2013. С. 393–395.*
6. *Тавасиев В. Х.* Социально-демографическое развитие Северной Осетии в XX веке. Владикавказ: Олимп, 2013.
7. *Тавасиев В. Х.* Анализ численности населения Северной Осетии в XX веке // *Современные проблемы науки и образования.* Пенза: Академия Естествознания. 2013. № 6. С. 830.
8. *Тавасиев В. Х.* Половозрастной состав населения Северной Осетии в XX веке // *Вестник университета (Государственный университет управления).* 2013. № 18. С. 273–283.
9. *Тавасиев В. Х.* Социально-демографическое развитие Северной Осетии в XX веке // *Вестник университета (Государственный университет управления).* 2013. № 23. С. 282–286.
10. *Тавасиев В. Х.* Историко-демографический анализ национального состава и численности населения Северной Осетии в XX веке: Дис. ... канд. истор. наук. Владикавказ, 2006. 186 с.
11. *Тавасиев Г. В., Тавасиев В. Х.* Этнодемографические проблемы в Республике Северная Осетия-Алания// *Современные проблемы науки и образования.* 2014. № 6. С. 1511.
12. *Экологическая обстановка в РСО-А в 2012 г.* Владикавказ: Госкомстат РСО-А, 2013.

УДК 528.9 (470.621)

## ТОЧЕЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ БЕДСТВИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СТРУКТУРНОЙ МАСКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

**Варшанина Т. П.**, канд. биол. наук, доцент  
НИИ комплексных проблем Адыгейского государственного университета  
Центр интеллектуальных геоинформационных технологий  
Майкоп, Российская Федерация  
*e-mail: vtp01@mail.ru*

*Разработан метод структурной маски энергетических географических полей, позволяющий выявлять структуру космопланетарных энергетических полей, отвечающих за динамические природные процессы, и вычислять меру их параметров порядка. Структурное подобие космопланетарным энергетическим полям выделяемых по этому принципу объектов геопространства снижает степень неопределенности исследуемых природных систем, а прогнозирование их динамики с применением эвристических методов, например, нейросетевых технологий, позволяет преодолеть эффект нелинейности. Для расширения областей применения разрабатываемого метода создается ГИС научных исследований динамических свойств географических систем.*

## DOTTED FORECAST OF NATURAL DISASTERS ON THE BASIS OF THE METHOD OF THE STRUCTURAL MASK OF ENERGY GEOGRAPHIC FIELDS

**Varshanina T. P.**, Candidate of Biology, Associate Professor Scientific Research  
Institute of Complex Problems of the Adyghe State University  
Center for Intellectual Geoinformation Technologies  
Maikop, the Russian Federation  
*e-mail: vtp01@mail.ru*

*The method of a structural mask of energy geographic fields was developed to reveal structure of the cosmic-planetary energy fields, which are responsible for dynamic natural processes, as well as to calculate a measure of their order parameters. Structural similarity to cosmic planetary energy fields of geospatial objects allocated according to this principle, reduces degree of uncertainty of the studied natural systems, and forecasting of their dynamics with application of heuristic methods, for example Neuronet Technologies, makes it possible to overcome nonlinearity effect. To expand a scope of the developed method, we create GIS of scientific researches of dynamic properties of geographic systems.*

К одному из важных аспектов устойчивого развития территорий относится управление риском природных бедствий в целях предотвращения негативных социально-экономических последствий катастроф. В настоящее время управление риском природных бедствий заключается в инвентаризации всех возможных неблагоприятных и опасных явлений природы, определении их географического распространения, повторяемости, категорий опасности и мониторинга в режиме реального времени. В этой системе дей-

ствий уменьшение негативных социально-экономических последствий катастроф определяется, по существу, хорошей организацией спасательных мероприятий по факту бедствия.

Коренным образом изменить ситуацию в управлении риском природных бедствий может эффективная система заблаговременного прогнозирования даты наступления и уровня бедствия на каждый конкретный пункт. В ряде случаев краткосрочный и среднесрочный прогноз за 2–3 дня позволяет произвести эвакуацию населения, защитить ценные материальные фонды и кардинально снизить социально-экономический ущерб. Если же такой прогноз дает дату и уровень бедствия за год вперед, то система мер предотвращения ущерба может быть существенно эффективней.

К наиболее успешной можно отнести систему прогнозирования опасных процессов в самой подвижной и легко наблюдаемой воздушной среде. Как правило, притом прогнозируется регион возможного бедствия, без указания уровня опасности на конкретные населённые пункты или объекты. Ещё менее успешными можно назвать прогнозирование процессов в земной коре и гидросфере. Многолетний поиск эффективных предикторов прогнозирования природных бедствий не дал ожидаемых результатов, что объясняется высокой степенью неопределённости и сильной нелинейностью природных процессов. Есть основания утверждать, что высокая степень неопределённости природных процессов связана с большим и пока не определенным количеством космопланетарных энергетических воздействий, оказывающих влияние на динамику и эволюцию природных систем.

Нелинейность объясняется множественностью видов и многообразием длительности интерферирующих ритмов энергетических воздействий на природные системы, что порождает множественность вариантов отклика природных систем, неадекватных каждому отдельному виду воздействия.

Вследствие этого ошибочно представление о том, что для прогнозирования достаточно создания приближенной к реальности многопараметрической модели хода природных процессов на основе данных инструментальных наблюдений, так как эти данные есть отражение не всего комплекса, а одного из бесчисленных вариантов сочетающихся и интерферирующих энергетических воздействий.

Новые возможности прогнозирования природного риска открывает предложенный метод структурной маски энергетических географических полей [1]. Основан он на парадигме структурного подобия существующей космопланетарной системы энергетических полей и создаваемой ею системы географических объектов. Следовательно, напряжённость интегрального энергетического поля в фокусе земной поверхности является параметром порядка системы географических объектов. Решением обратной задачи: восстановления структуры порождающих географические объекты космопланетарных энергетических полей в фокусе земной поверхности через вычисление градиентов структуроформирующих географические объекты параметров, вычисляется ход во времени величины меры параметра порядка (энергетической накачки) процесса, интегрирующего все виды энергетических воздействий на искомый процесс.

Метод структурной маски энергетических географических полей (СМЭП) позволяет строить эффективные модели прогнозирования, так как соблюдаются ключевые принципы:

- отображения в моделях саморазвивающихся систем функционально взаимообусловленных эмпирически объективных структурных единиц;
- установки на поиск интегральных характеристик целого;
- свертывания сложных моделей саморазвивающихся систем, отражающих параметры порядка самоорганизации;
- установки на моделирование пространственной энергетики процессов.

Основные аксиоматические положения метода СМЭП:

1. Интерференция космопланетарных потоков энергии формирует «реальное» геофизическое поле в фокусе земной поверхности.
2. Геообъекты структурно подобны «реальному» геофизическому полю.
3. Напряженность «реального» геофизического поля – параметр порядка географических процессов и систем.
4. Значение параметров, образующих структуру геообъектов (например, для рельефа – поле высот; для воздушных течений – поле температуры) – мера их параметра порядка.
5. Градиентные поля структурообразующих параметров отображают структуру поля энергии, порождающей геообъекты.
6. Градиент структурообразующего параметра – мера параметра порядка геообъектов и геопроцессов.

Структурное подобие космопланетарным энергетическим полям выделяемых по этому принципу взаимно структурно подобных объектов геопространства и выбор в качестве предиктора меры параметра порядка, многократно уменьшающего громоздкость модели, снижает степень неопределённости исследуемых природных процессов. Прогнозирование динамики природных процессов в этой модели с применением эвристических методов, например, нейросетевых технологий, позволяет преодолеть эффект нелинейности и осуществлять эффективный точечный прогноз.

Методология апробирована в 2004 г. на способе точечного прогнозирования времени наступления и уровня паводка, реализованного в нейросетевой модели (патент № 2480825) на доступных данных гидрометеорологических постов Республики Адыгея. Впервые в качестве предиктора прогнозирования были использованы величины суточного хода в точке прогнозирования регионального градиента температуры [2]. Региональный градиент температуры с одной стороны, является продуктом всего комплекса физико-географических процессов, отвечающих за формирование паводков на территории сравнимой по площади с размерами синоптических образований, с другой – является мерой параметра порядка структуры энергетического поля приземной атмосферы (рис. 1).

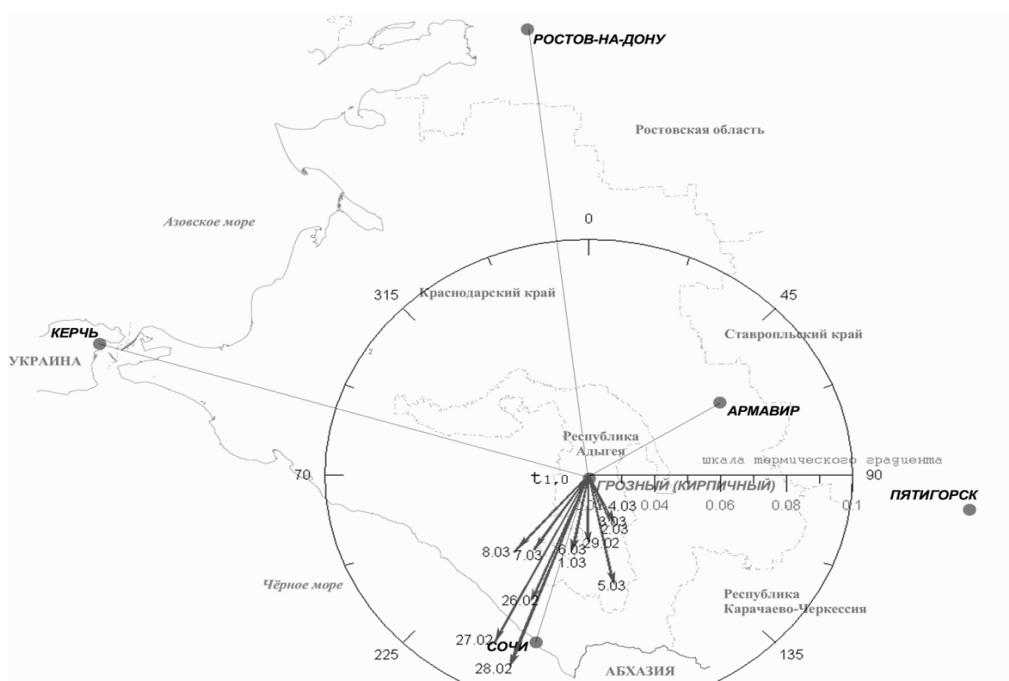


Рис. 1. Ход регионального градиента температуры в пункте прогнозирования за период от 26.02.2004 по 08.03.2004 г.



Результаты показали высокую оправдываемость даты наступления события за 3–7 суток и погрешность прогнозирования уровней воды паводков от 3 до 14 % (рис. 2).

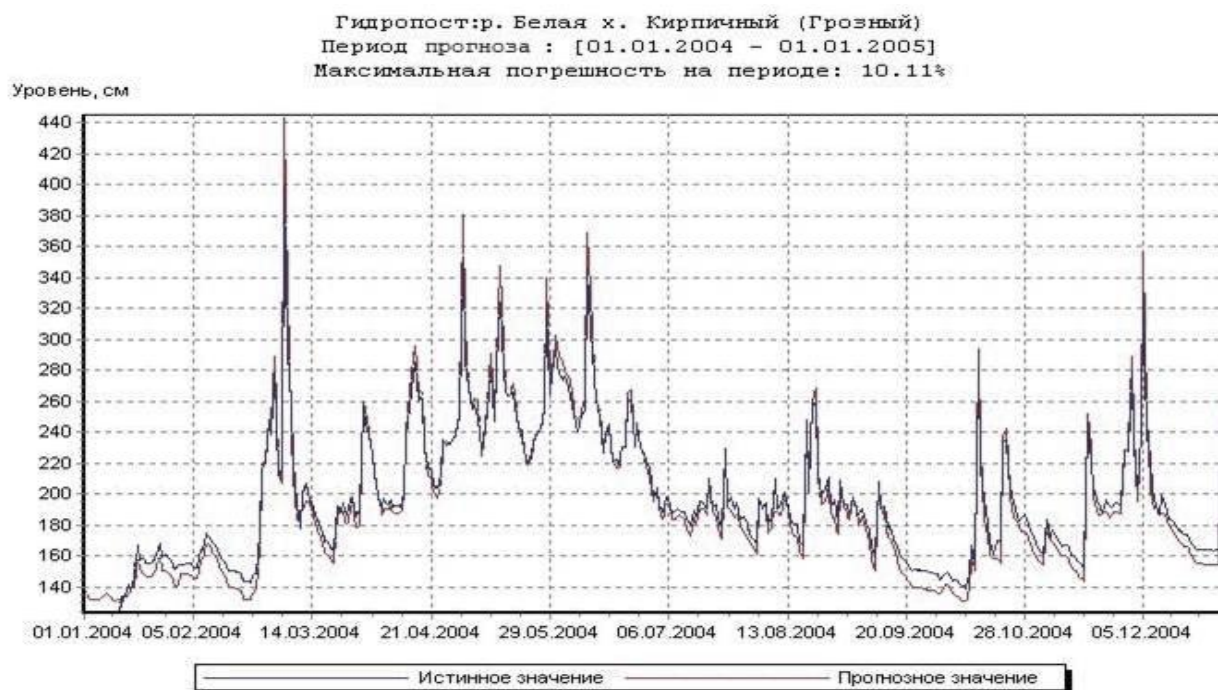


Рис. 2. График прогноза значений уровня подъема воды (гидропост х. Грозный р. Белая, 2004 год)

Прогнозирование уровня воды в заданной точке (гидропост) позволяет построить модель предполагаемого затопления территории, как площади затопления, так и уровня воды, и произвести упреждающие спасательные действия.

В 2003 году нам были открыты данные для осуществления пост-прогноза на катастрофический паводок в г. Крымске. Результаты пост-прогноза подтвердили универсальность метода, объективность параметра порядка, выбранного для процессов, происходящих в атмосфере, способность нейросетевых технологий преодолевать проблему нелинейности природных процессов и обеспечивать эффективный прогноз.

В возможности модели входит точечное прогнозирование всех гидрометеорологических процессов, обеспеченных рядами наблюдений: даты наступления и уровня паводков, наводнений, нагонов воды на побережьях, зажоров, заторов, шквалов, смерчей, осадков и т. д.

Метод СМЭП применяется для вычисления структурной маски пространственно-временного поля тектонической энергии в фокусе земной поверхности и построения геодинамической модели [3]. Строятся поверхности выравнивания фиксируемого геологического возраста. Динамика положения поверхностей выравнивания соответствует ритмам энергетического режима тектонических течений. Наибольший градиент мощности разностного слоя между поверхностями выравнивания смежного геологического возраста, за который происходят движения земной коры, определен параметром порядка тектонических движений. Этот градиент является интегрированной мерой скорости, направления движения тектонических блоков и их реологических свойств. Определена высокая степень корреляции инструментальных данных вертикальной скорости движений блоков территории исследования с вычисленными модельными значениями. Выделены тектонические объекты, структурно подобные тектоническому энергетическому полю в фокусе земной поверхности. Вычислены тренды тектонических движений за плиоцен-четвертичное время и определены концентраторы тектонических напряжений.

В целом хорошо структурированная геодинамическая модель содержит иерархию структурных единиц, каждая из которых обладает свойством взаимного структурного подобия относительно всех объектов и процессов в теле Земли и в поле солнечной энергии, что уменьшает степень неопределённости их динамических свойств и упрощает вычисление прогнозов с помощью эвристических методов.

Предложен порядок действий при прогнозировании сейсмических событий:

- 1 – построение динамической пространственно-временной модели тектонического поведения на территории неограниченной площади;
- 2 – выделение блоков концентраторов тектонических напряжений;
- 3 – космический мониторинг отметок высот в области концентрации тектонических напряжений;
- 4 – мониторинг наибольшего градиента мощности разностного слоя;
- 5 – мониторинг магнитуды сейсмических проявлений;
- 6 – точечное прогнозирование места, времени и магнитуды сейсмического события.

Перспективность полученных на основе метода СМЭП моделей указывает на возможность коренного изменения ситуации в области прогнозирования природных опасностей.

Для расширения областей применения разрабатываемого метода создается ГИС научных исследований (ГИСНИ). Программной платформой ГИСНИ является авторское ядро OpenGISCore ([www.sourceforge.net/projects/opengiscore](http://www.sourceforge.net/projects/opengiscore)) – средство разработки на С++, предоставляющее поддержку сетевой пространственной СУОРБД (PostgreSQL+PostGIS), сервисы создания кроссплатформенной ГИС. Система включает СУОРБД, поддерживающую пространственно-временную структуру данных, соответствующую логике научных географических представлений, в дальнейшем базы знаний, соединяющие как формализуемые (логико-лингвистические модели, символьные вычисления), так и неформализуемые (в нейронных сетях) знания; экспертные модели знаний.

Разрабатываются модули описания динамической системы с помощью функциональных зависимостей, дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений и инструментарий для поэлементного анализа и прогнозирования характеристик саморазвивающихся геосистем. Подсистема анализа включает в себя набор модулей, позволяющих получить численные значения параметров компонентов геосистемы при заданных входных значениях и определенном внешнем воздействии. Создается модуль получения численных значений свойств геосистемы на основе задания математического описания межэлементных связей.

В целом хорошо структурированная модель, разработанная на основе метода структурной маски энергетических полей геосистем, оптимальна для логического связывания в координированном поле пирамиды детализации накапливаемых в науках о Земле массивов разнообразных данных, их эффективного анализа, моделирования и прогнозирования на всех масштабных уровнях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Варшанина Т. П. Разработка хорошо структурированной модели геопространства на основе метода структурной маски энергетических геополей // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки. 2012. Вып. 4 (110). С. 176–179.
2. Варшанина Т. П., Плисенко О. А. Интегрированная ГИС региона (на примере Республики Адыгея). Москва–Майкоп: Изд. Камертон. 2011. 399 с.
3. Варшанина Т. П. Структурно-подобная геодинамическая модель Краснодарского края и Республики Адыгея / Т. П. Варшанина, О. А. Плисенко, А. А. Солодухин, В. Н. Коробков. Москва–Майкоп: Изд. Камертон. 2011. 128 с.

УДК 36.16.39

**МОНИТОРИНГ СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ  
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА МЕТОДАМИ  
СПУТНИКОВОЙ ГЕОДИНАМИКИ**

**Глазырин Е. А.**, канд. геол.-минерал. наук

ГНЦ ФГУГП «Южморгеология»

Геленджик, Российская Федерация

*e-mail: glazyrin@ymg.ru*

**Марфин А. А.**

ГНЦ ФГУГП «Южморгеология»

Геленджик, Российская Федерация

**Шестопалов В. Л.**, канд. техн. наук

Южный научный центр

Ростов-на-Дону, Российская Федерация

*e-mail: vlshestopalov@gmail.com*

*Представлено описание специальной сети спутниковых геодинимических пунктов, измеряющих деформации земной коры в сейсмоопасных районах Азово-Черноморского побережья Кавказа. Выявлено общее движение пунктов в направлении северо-восток, совпадающее с направлением вектора регионального движения. Можно отметить корреляцию сейсмической активности с аномальными отклонениями от тренда в горизонтальной плоскости. Вертикальные движения носят разнонаправленный характер, что отражает блоковую структуру исследуемого района. На территории Большого Сочи, в треугольнике пунктов Сочи, Adler, Lesnoe, по данным многолетних наблюдений, вычислены главные деформации и направления их осей, указывающих на состояние сжатия преимущественно в направлении северо-запад – юго-восток.*

*Дальнейшее развертывание и использование деформационных методов спутниковой геодинимики на территории геодинимически активного альпийского сооружения Кавказа даст возможность оценивать степень напряжённо-деформированного состояния геологической среды в режиме мониторинга и может стать основой для создания комплексной системы раннего предупреждения сейсмогеодинимической опасности.*

*The description of a special network of GPS geodynamic stations for measuring of earth crust deformation in seismogenic areas of the Azov and Black Sea coast of Caucasus is presented. The general movement of stations in a northeast direction coinciding with a direction of a regional vector movement is revealed. It is possible to note correlation of seismic activity with abnormal movement deviations from a trend in a horizontal plane. The different direction of vertical movements reflects block structure of investigated area. In territory of the Big Sochi in a triangle of GPS-stations Sochi, Adler, Lesnoje the main deformations and their axes directions are calculated. One can note the main compression in a northwest direction.*

*The further development and use of deformation methods of satellite geodynamics in seismically active areas of Caucasus will help estimate degree of the intense-deformed state of the geological environment in a mode of monitoring and can become a basis for creation of a complex early warning system of seismic hazard.*

Безопасность жизнедеятельности и устойчивое развитие горных территорий Кавказа во многом определяются способностью предсказывать и противостоять сейсмической активности и другим опасным геодинамическим явлениям. Для решения задачи прогноза землетрясений, при создании систем раннего предупреждения сейсмической опасности, в последние годы всё шире начинают использоваться новые подходы и современные технологии. В настоящем сообщении даётся пример одной из таких современных технологий, основанной на прямом измерении деформаций земной коры с использованием методов спутниковой геодинамики, реализованной в сейсмоактивных районах Азово-Черноморского побережья Кавказа.

Исследования геодинамики Азово-Черноморского побережья Кавказа на основе GPS-измерений проводятся с 2005 г. [10]. К 2014 г. силами ГНЦ ФГУГП «Южморгеология», Южного научного центра Академии наук РФ (ЮНЦ РАН) и Кубанского государственного университета создана сеть из 10-ти постоянных спутниковых геодинамических пунктов (СП) [2, 3].

Метод спутниковой геодинамики строится на современной концепции тектоники плит, движения которых создают поля деформаций и напряжений в зонах разломов – районах коллизионного взаимодействия блоков земной коры. В основе этого метода лежит открытие Г.Ф. Рейдом явления "упругой отдачи", которое проявляется в разрядке упругих деформаций при длительном их накоплении в локальном объеме горных пород в процессе подготовки землетрясения [11].

Наблюдения за деформацией земной коры с помощью СП GPS/ГЛОНАСС основаны на ежесуточном измерении их движений в пространстве. Данные движений СП, накопленные за достаточно продолжительное время, дают возможность в каждом треугольнике сети оценить основные деформационные характеристики исследуемой территории (значения и направления главных деформаций, максимальную деформацию сдвига и др.). СП оснащены приёмной аппаратурой GPS/GLONASS и высокоточными антеннами класса Don-Margolin, установленными на стабильных спецоснованиях согласно стандартам международной геодинамической службы IGS.

Информационной единицей данных, получаемых на СП, является файл суточных GPS-измерений. Совместная обработка этих данных с аналогичными данными сети опорных геодинамических пунктов IGS пакетом GAMIT позволяет вычислить положение неизвестного СП с точностью 3–4 мм в плане и 5–8 мм по высоте в общеземной прямоугольной системе координат ITRF2008 или в плоской системе UTM. Обработка получаемых с СП ежесуточных данных пакетом программ GAMIT позволяет исключить различные помехи и шумы не геодинамического характера (ионосферные помехи, неточности орбит спутников, колебания поверхности земли, вызванные солнечными и лунными приливами-отливами и пр.).

Временной ряд наблюдений высокоточного местоположения всех пунктов сети даёт возможность вести мониторинг движения тектонических блоков и оценивать степень приближения деформаций земной коры к критическим значениям, характерным для резких относительных подвижек тектонических блоков с освобождением накопленной энергии в виде сейсмособытий [8]. В последнее время ведётся исследование геодинамических аномалий, проявляющихся в изменениях траектории горизонтального и вертикального движений при изменении геодинамического режима [1]. Площадные геодинамические аномалии нередко приводят к разрушению линейных инженерных сооружений. Так Касьяновой [4] на обширном материале показана тесная корреляция аварий на скважинах и магистральных трубопроводах с геодинамическими аномалиями на территории нефтегазовых месторождений и в районах прохождения трасс нефте- и газопроводов.

Сеть СП состоит из западного и восточного фрагментов, охватывающих Туапсинско-Сочинскую и Новороссийско-Анапскую сейсмогенные зоны (рис. 1).

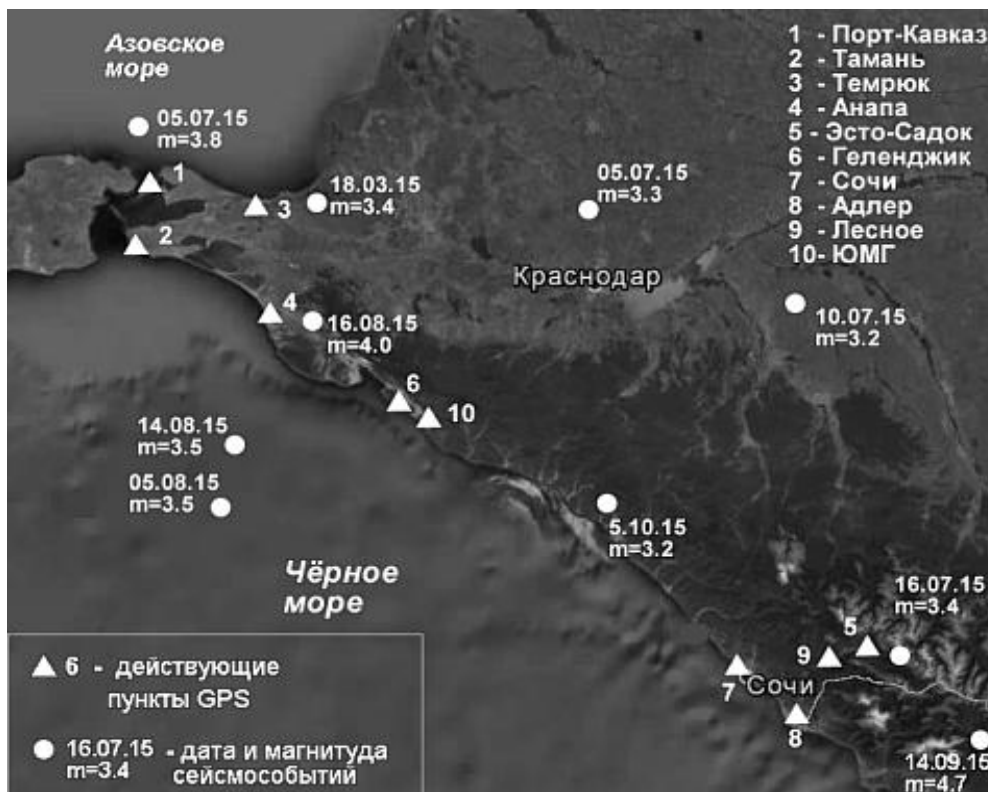


Рис. 1. Сеть спутниковых геодинимических пунктов GPS/ГЛОНАСС и сейсмичность на 05.10.2015 г.

Западный фрагмент сети включает СГП Тамань, порт Кавказ, Темрюк, Геленджик и Анапа. Ведётся наблюдение за деформациями международного СГП Крымской АН в Симеизе. СГП порт Кавказ расположен в районе Керченского пролива, отличающегося на современном этапе высокой геодинимической активностью, проявлением которой являются грязевой вулканизм, пластические деформации рельефа. Одним из проявлений геодинимической активности района служит тектоническое поднятие в Темрюкском заливе Азовского моря амплитудой около 6 м с выходом на дневную поверхность участка морского дна у мыса Каменный в 2011 г. [6, 7]. СГП Анапа и Темрюк дают информацию о смещениях земной коры по разные стороны Джигинского разлома. СГП Геленджик и ЮМГ контролируют деформации тектонического блока между Геленджикской и Новороссийско-Абинской зонами поперечных нарушений.

В состав восточного фрагмента входят СГП Адлер, Сочи, Лесное и Эсто-Садок.

Движение СГП Сочи отражает смещение блока земной коры, ограниченного Воронцовским разломом с северо-запада, а также Черноморской зоной тектонических нарушений и Монастырским разломом с юго-запада и северо-востока соответственно.

Измерения на СГП Адлер дают информацию о смещениях в районе Адлерской депрессии. Район пересечения Монастырского разлома и Пшехско-Адлерской зоны поперечных разрывов контролируется СГП Лесное. Вблизи Главного Кавказского разлома расположен СГП Эсто-Садок.

Западный и восточный фрагменты сети охватывают участки земной коры с индивидуальным геодинимическим режимом, определяемые в литературе, соответственно, как Анапско-Новороссийская и Туапсинско-Сочинская сейсмоактивные зоны.

Анализ характера движения пунктов за последние годы показывает их общее горизонтальное движение на северо-восток, соответствующее направлению и величине вектора

регионального общекавказского движения. В то же время представляют интерес аномальные отклонения траекторий движения СГП относительно регионального тренда.

Примером характерной геодинамической аномалии вертикального движения служит поведение СГП Тамань в 2015 г., зафиксировавшего подъём земной поверхности в период летних землетрясений 2015 г. к северу от выхода Керченского пролива в Азовское море (05.07.2015, магнитуда ( $M$ ) = 3.8), в 30 км к северо-востоку от г. Анапа (16.08.2015,  $M$  = 4.0) и в акватории Чёрного моря (14.08.2015,  $M$  = 3.4) (рис. 2). В это же время синхронное нарастание высоты было зафиксировано на СГП Темрюк (рис. 3).

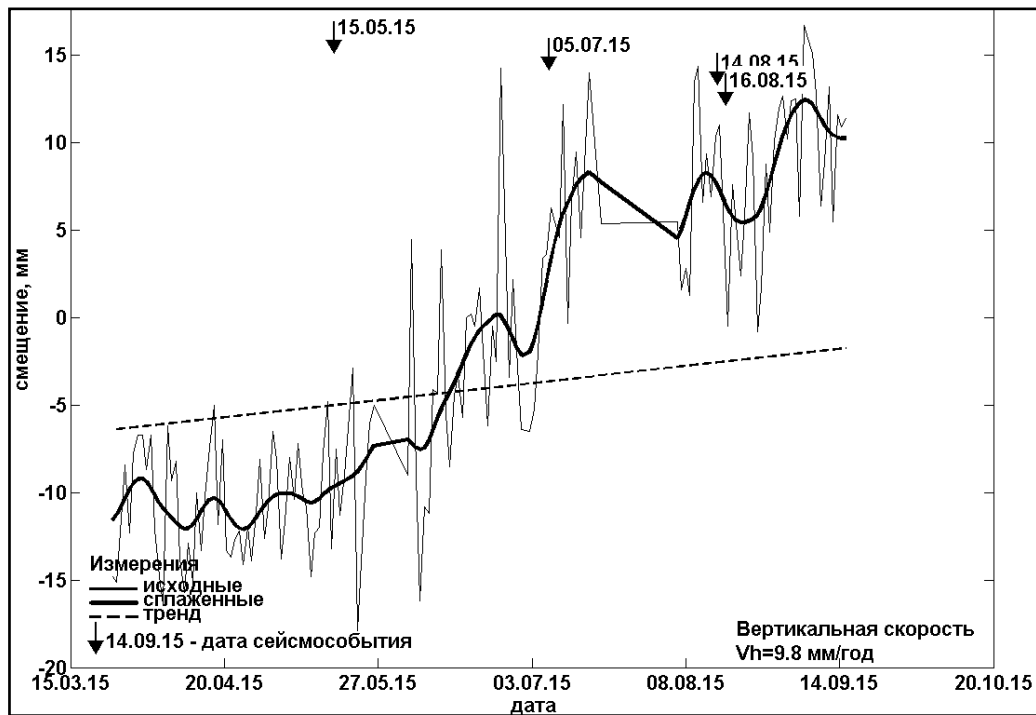


Рис. 2. Вертикальное движение СГП Тамань и ближайшие сейсмособытия в 2015 г.

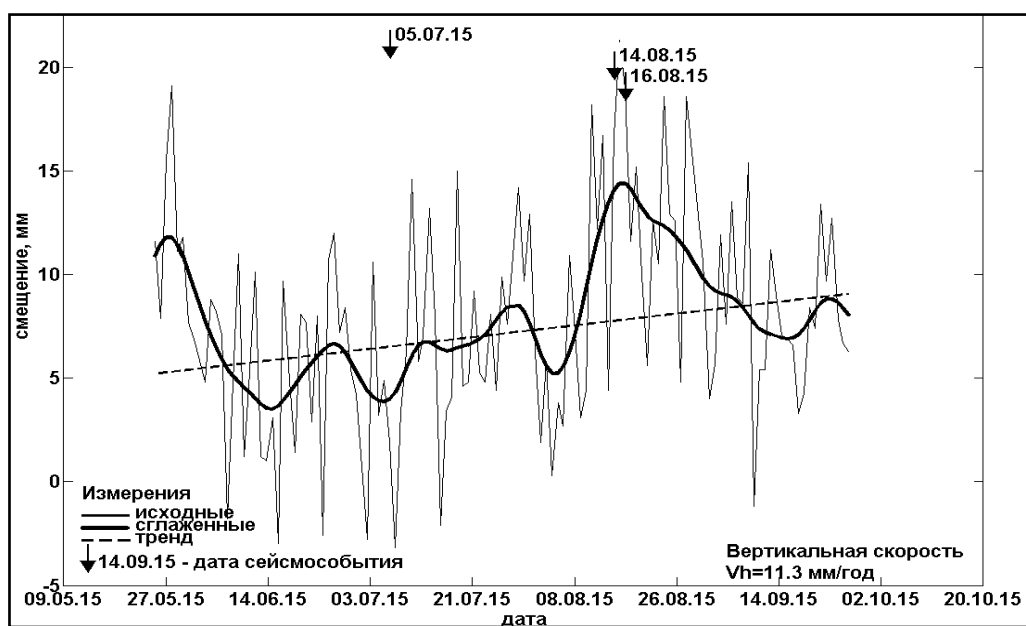


Рис. 3. Вертикальное движение СГП Темрюк и ближайшие сейсмособытия в 2015 г.

Горизонтальное движение СГП Тамань включает компоненту регионального вектора движения и смещение к юго-западу оползневого массива в промышленной зоне южной части Таманского полуострова (рис. 4, 5), где существуют угрозы морским и наземным инженерным сооружениям.

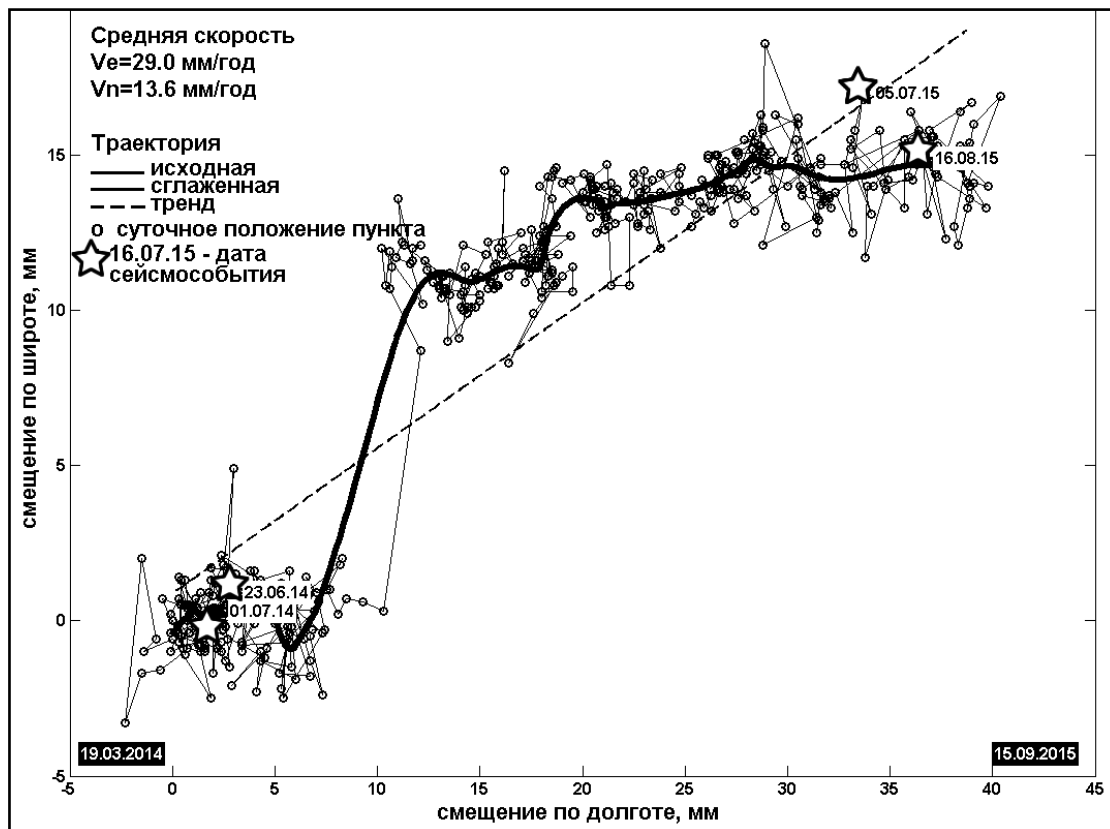


Рис. 4. Горизонтальное смещение СГП Тамань в 2014–2015 гг.

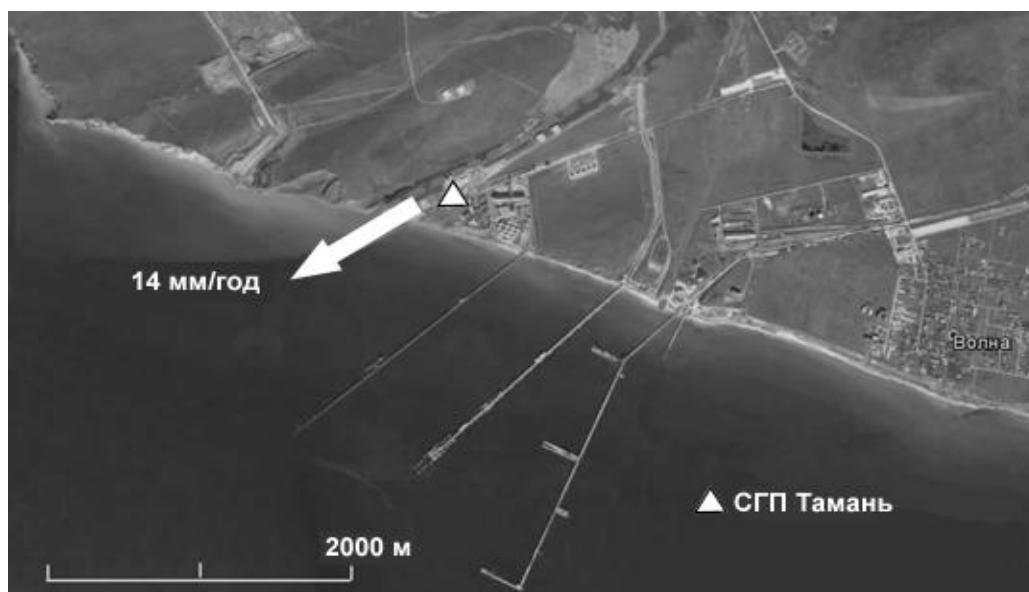


Рис. 5. Горизонтальное движение СГП Тамань в 2014–2015 гг. в районе промышленной зоны юго-западной части Таманского полуострова. Скорость и направление движения определены относительно СГП порт Кавказ

Геодинамические аномалии отражаются также в горизонтальных движениях СГП. На рис. 6 представлена траектория СГП Геленджик в горизонтальной плоскости. Можно отметить приуроченность сейсмособытий к смене направления движения, что отражает смену геодинамического режима в точке наблюдения.

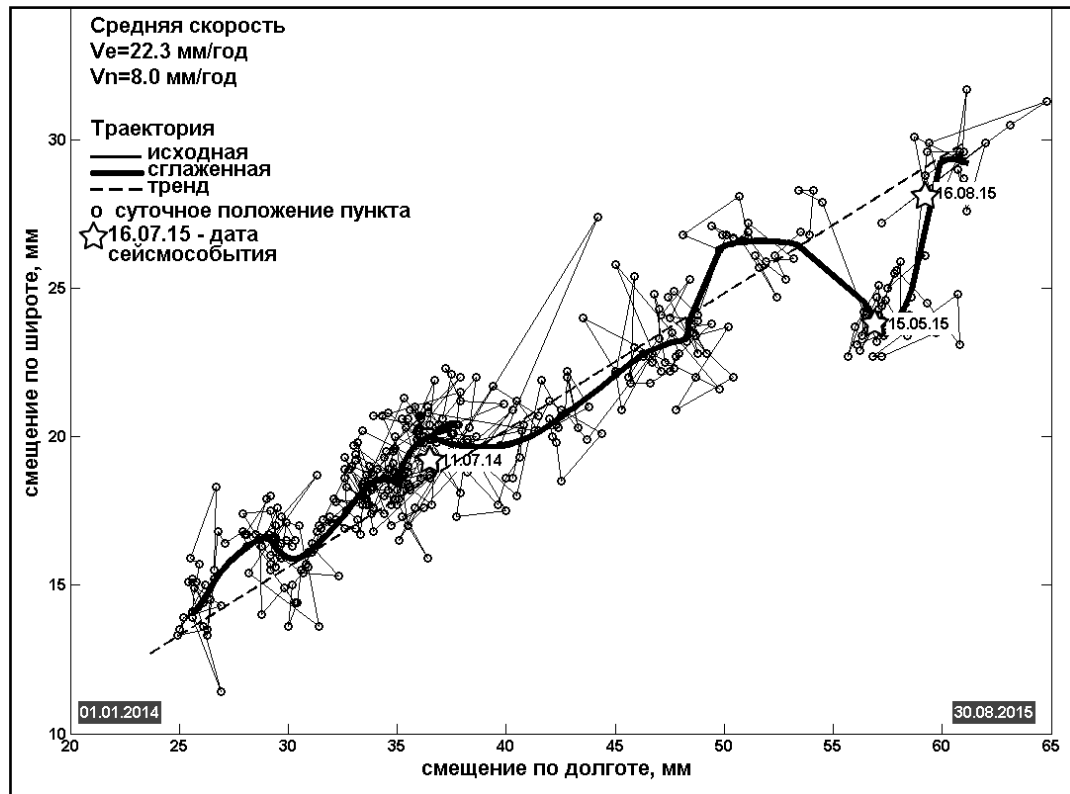


Рис. 6. Горизонтальное смещение СГП Геленджик в 2014 – 2015 гг.

В 2013 и 2014 гг. для уточнения кинематики побережья Крыма были обработаны данные международного GPS-пункта "Крым" Крымской Академии наук в Симеизе. Этот пункт расположен к западу от Керченского глубинного разлома и его данные измерений ежедневно выкладываются в сети Интернет. Фиксировалась корреляция вариации горизонтального положения пункта с сейсмособытием  $M = 3,6$  у побережья Ялты 15.10.2013 (рис. 7). В то же время сейсмособытие 02.03.2014 ( $M = 4,1$ ) не отразилось в движении СГП, несмотря на достаточно близкое расположение эпицентра (30 км). Возможно, это сейсмособытие (с глубиной гипоцентра 40 км) подтверждает субдукционный механизм погружения Черноморской плиты под южную и юго-восточную кромку Крымского орогена [5], при котором прогиб Сорокина выступает в роли аккреционной призмы.

Данные о движениях каждого пункта GPS-сети позволяют вычислить деформационные характеристики территории – величину и направление главных деформаций, максимальную деформацию сдвига и вращения [9].

На рис. 8 представлен пример вычисления главных деформаций и их направлений для территории Большой Сочи в треугольнике Адлер, Сочи, Лесное. Для каждой вершины треугольника компоненты вектора скорости определялись по трендам смещений СГП за всё время наблюдений (2–4 года). Вычисления производились в среде Matlab с использованием стандартных выражений для двумерных деформаций [9]. Можно отметить состояние общего сжатия исследуемого района с преобладанием главной деформации сжатия в направлении северо-запад – юго-восток.



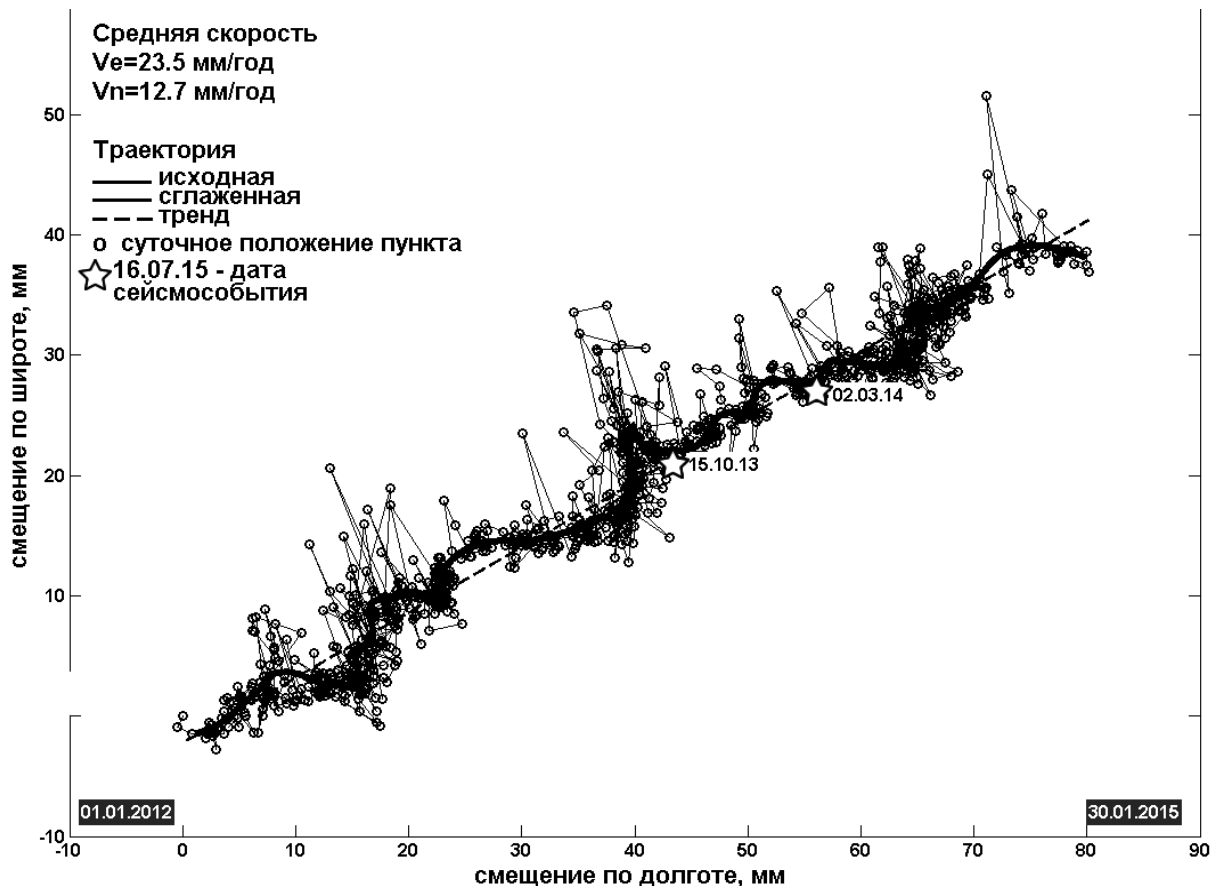


Рис. 7. Горизонтальное смещение СГП Крым в 2012–2014 гг.



Рис. 8. Главные деформации района Большой Сочи в треугольнике СГП Адлер, Сочи, Лесное

### Заключение

Геодинамическая активность может оказывать значительное влияние на безопасность жизнедеятельности и устойчивое развитие горных территорий Кавказа. Для исследования и мониторинга этих опасных геологических процессов создана и апробирована сеть спутниковых геодинамических пунктов на основе GPS-технологий. Результаты наблюдений в созданной сети СГП и мировой опыт применения методов спутниковой геодинамики свидетельствуют об эффективности данной технологии для мониторинга сейсмогеодинамической обстановки в режиме реального времени. В результате накоплен опыт и отработана технология применения СГП в Кавказском регионе. Действующая сеть СГП и результаты сейсмогеодинамического мониторинга успешно внедрены в практику Государственного мониторинга состояния недр [2, 3].

Дальнейшее развертывание и использование деформационных методов спутниковой геодинамики на территории геодинамически активного альпийского сооружения Кавказа даст возможность оценивать степень напряженно-деформированного состояния геологической среды в режиме мониторинга и может стать основой для создания комплексной системы раннего предупреждения сейсмогеодинамической опасности.

При подготовке настоящей работы использованы геологические материалы, полученные в рамках государственных контрактов 35/01/60-11 и 42/01/60-9.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабешко В. А., Калинин В. В., Шереметьев В. М. и др.* К проблеме оценки состояния сейсмичности в зонах повышенной геодинамики // Экологический вестник научных центров ЧЭС. 2012. № 2. С. 1–5.
2. *Глазырин Е. А., Марфин А. А., Шестопалов В. Л. и др.* Инновационные технологии мониторинга геодинамического состояния прибрежно-шельфовой зоны морей // Геология морей и океанов: Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. IV. М.: ГЕОС, 2013. С. 213–216.
3. Информационный бюллетень о состоянии недр прибрежно-шельфовой зоны Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов Российской Федерации. Геленджик: ГНЦ ФГУГП «Южморгеология», 2013. 98 с.
4. *Касьянова Н. А.* Экологические риски и геодинамика. М.: Научный мир, 2003. 330 с.
5. *Копп М. Л.* Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизионном поясе. М.: Научный мир, 1997. 313 с.
6. *Глазырин Е. А., Артюхин Ю. В., Марфин А. А. и др.* Локальные геодинамические перестройки рельефа береговой зоны Таманского полуострова // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна / отв. ред., чл.-корр. РАН Д. Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. С. 86–90.
7. *Попков В. И., Фоменко В. А., Глазырин Е. А. и др.* Катастрофическое тектоническое событие лета 2011 г. на Таманском полуострове // Доклады Академии наук. 2013. Том. 448. № 6. С. 680–683.
8. *Певнев А. К.* Прогноз землетрясений – миф или реальность // Геодезия и картография. 1990. № 8. С. 16–20.
9. *Тёркот Д., Шуберт Дж.* Геодинамика. Геологическое приложение физики сплошных сред. М.: Мир, Ч. 1, 1985. 376 с.
10. *Шестопалов В. Л., Илюхин С. Р.* Исследование геодинамики региона Крым – Западный Кавказ методами GPS-измерений // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка, 2007. № 3. С. 34–36.
11. *Reid H. F.* The Mechanics of the Earthquake, The California Earthquake of April 18, 1906 // Report of the State Investigation Commission. 1910, vol. 2. Washington D. C.: Carnegie Institution of Washington. P. 16–28.

УДК 911.9

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОЧВ  
И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ  
(НА ПРИМЕРЕ РСО-АЛАНИЯ)**

**Гобеев М. А.**, ассистент кафедры физической и социально-экономической географии факультета географии и геоэкологии  
Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: mgob@mail.ru*

**Кебалова Л. А.**, канд. пед. наук, доцент кафедры геоэкологии и землеустройства факультета географии и геоэкологии  
Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: kla78@bk.ru*

**Бадов А. Д.**, д-р геогр. наук, профессор кафедры физической и социально-экономической географии  
Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: badov@list.ru*

*Annotation This article analyzes the environmental situation, and soil contamination in the Republic of North Ossetia-Alania.*

*Finding ways to optimize the use of the soil and reduce the content of heavy metals is one of the most urgent problems of the present time. The crucial importance of this problem for the North Ossetia as a whole and for its mountainous part of the republic gives the smallholder.*

*Considering that soil cover is the most important element of the natural complexes, its protection is of paramount importance.*

Сложное строение поверхности территории Республики Северная Осетия-Алания, наличие одной из высочайших вершин Кавказа с его вечными ледниками, Терско-Кумской полупустыни, перепады высот от 110 до 5047 м на расстоянии 130 км, создают неодинаковые условия почвообразования и пестрый почвенный покров [1].

Из 403,7 тыс. га сельскохозяйственных угодий 94 тыс. га переувлажнены, заболочены, засорены камнями; 90 тыс. га нуждаются в химической, 77 тыс. га в водной и более 100 тыс. га в культурно-технической мелиорации, 208 тыс. га подвержены водной и ветровой эрозии. В результате этого ухудшаются физические свойства почв, снижается плодородие [2].

Исследование экологического состояния почв на предмет содержания в них тяжелых металлов имеет особую актуальность, поскольку тяжелые металлы, содержащиеся в почвах, переходят в растениеводческую и животноводческую продукцию, а затем и в организм человека, тем самым отравляя его.

Особенно актуальны подобные исследования для горных почв, поскольку общеизвестно, что горные почвы и произведенная на них продукция, как правило, экологически чистые. Наши исследования показали, что это далеко не так. В ряде горных территорий сложилась весьма неблагоприятная экологическая ситуация и, соответственно, почвы

сильно загрязнены тяжелыми металлами. Ряд площадей необходимо выводить из сельскохозяйственного оборота [5].

После исхода населения из горной части многие земли были заброшены. Из-за того, что за землями перестали ухаживать, они стали подвергаться эрозионным процессам, пастбищные угодья стали зарастать кустарником и многими ядовитыми растениями. Резко повысилась каменистость почв. Вследствие этого существенно снизилась продуктивность почвенного покрова. Так, по данным К. Х. Бясова, в субальпийском поясе продуктивность сенокосов и пастбищ не превышает 1,5 т/га сухой массы, а в альпийском – 0,5–0,7 т/га [4]. Часть земель уже переведена в малопродуктивные и прочие земли.

Как уже отмечалось выше, горные почвы сильно загрязнены тяжелыми металлами, нефтепродуктами и т. д.

В советский период, когда в горной части содержалось значительное количество скота, на крутых склонах развивалась т. н. «тропинчатая эрозия». Дернина была выбита и почвы подвергались сильным эрозионным процессам. Это приводило к опустыниванию территории, нарушению водного баланса и т. д.

Значительное сокращение поголовья скота приостановило вышеперечисленные процессы, почвы начали постепенно восстанавливаться, на смену эрозионным процессам пришли другие: активизация хозяйственной деятельности – промышленной и транспортно-коммуникационной.

Положение может существенно осложниться в связи с реализацией рекреационных проектов «Мамисон», «Уаллагком» и «Гора Лысая». В Мамисоне уже наметились оползневые процессы, способствующие, помимо всего прочего, эрозии почв. Аналогичная ситуация складывается в Бадском ущелье, где активизировался (вследствие строительства котлована Зарамагской ГЭС) оползень.

В связи с вышеперечисленными проблемами возникает вопрос снижения загрязнения горных почв тяжелыми металлами, нефтепродуктами и т. д.

Таким образом, в вопросе улучшения использования горных почв и снижения содержания в них тяжелых металлов, можно выделить несколько направлений:

- 1) решение проблемы Унальского хвостохранилища;
- 2) решение проблемы Фиэгдонского хвостохранилища;
- 3) решение транспортной проблемы на Транскавказской магистрали и Военно-Грузинской дороге;
- 4) решение проблемы строительства и функционирования каскада Зарамагских ГЭС;
- 5) решение проблем рекреационных объектов «Мамисон», «Уаллагком» и др.;
- 6) решение проблем улучшения качества почв.

Решение проблемы Унальского хвостохранилища видится в разработке и реализации проекта по минимизации воздействия данного объекта на окружающую среду. Поскольку деятельность Садонского СЦК практически прекращена, хвостохранилище больше не заполняется и его следует закрыть. Сделать это возможно путем рекультивации объекта или строительства саркофага над ним.

Вторая часть проблемы заключается в решении проблем с. Унал. Здесь три пути:

- 1) вывод земель с. Унал из сельскохозяйственного оборота и переселение жителей с. Унал в другое место;
- 2) перенос почвенного покрова из экологически благополучных регионов в с. Унал;
- 3) детоксикация, предполагающая внесение в почву различных ингредиентов. Ряд исследователей предлагают известкование кислых почв [4]. Этот способ не подходит для нейтральных и слабощелочных почв. Для легких почв часто применяют глинование, внесение глин. Однако этот способ весьма затруднен технологически и поэтому весьма дорог. К. Х. Бясов [2] предлагает использование цеолита при одновременном внесении навоза.

К весьма эффективным способам снижения концентрации тяжелых металлов в почвах относится введение специальных севооборотов, либо использование специальных растений, поглощающих тяжелые металлы. Но здесь возникают некоторые вопросы. Так, например, утилизация этих растений на месте приводит к возвращению тяжелых металлов в воздух и в почвы. С другой стороны, большую часть земель в районе с. Унал занимают сады, вырубке которых препятствует местное население.

Кроме того, в районах особого загрязнения почв тяжелыми металлами необходимо запретить выпас скота.

На Транскавказской магистрали и Военно-Грузинской дороге необходимо ужесточить контроль за состоянием автотранспорта: транзитный транспорт проверять при пересечении границы и не пропускать транспортные средства с неисправными двигателями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бясов К. Х.* Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания. Почвы. Владикавказ: Изд-во «Проект-Пресс», 2000.
2. *Бясов К. Х., Мецаев И. З., Баллаев А. С.* Пути повышения плодородия почв Республики Северная Осетия-Алания. Владикавказ: Издательство СОГУ, 1997. С. 3–7.
3. *Гобеев М. А.* Анализ экологической ситуации и загрязненность почв горной части Алагирского района РСО-Алания // Научное обозрение / ИД «Наука образования» 2015.
4. Патент-RU 1773317. Дзанагов С. Х. Способ выращивания сельскохозяйственных культур в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами.

УДК 504.55.054:622(470.6)

## ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ САДОНСКИХ РУДНИКОВ

**Голик В. И.**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Горное дело»  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: v.i.golik@mail.ru*

**Разоренов Ю. И.**, д-р техн. наук, профессор, и.о. ректора  
Северо-Кавказского горно-металлургического института  
(государственного технологического университета)  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: yiri1963@mail.ru*

*Представлено одно из возможных решений актуальной проблемы восстановления деградированной горнодобывающей отрасли РСО-Алания путем использования нетрадиционных технологий добычи и переработки руд. Описана история реализации новой технологии на предприятиях региона, в том числе на первом в мировой практике подземном руднике для добычи балансовых руд. Дано принципиальное описание технологии доработки потерянных и некондиционных запасов подземным выщелачиванием с использованием скважин. Определен потенциальный объем сырьевой базы технологий выщелачивания и ее технико-экономические показатели. Рекомендовано новое направление выживания горнодобывающих предприятий за счет использования нетрадиционных технологий при комбинировании их с традиционными технологиями на экономической основе.*

**Ключевые слова:** горно-добывающая отрасль, технология, добыча, переработка, руда, рудник, некондиционные запасы, подземное выщелачивание, показатели, нетрадиционные технологии, комбинирование, традиционные технологии.

*Presented by one of the possible solutions to the urgent problem of restoring degraded mining North Ossetia-Alania through the use of unconventional technologies of extraction and processing of ores. It describes the history of the implementation of new technology in enterprises in the region, including the first in the world underground mine for the extraction of ores of balance. Given the fundamental description of technology improvements lost and substandard reserves underground leaching using wells. Determine the potential amount of the raw material base of leaching technologies and its technical and economic indicators. Recommended new direction surviving mining companies through the use of non-traditional technologies by combining them with traditional technologies on an economic basis.*

**Key words:** mining, technology, mining, refining, ore mine, substandard stock, underground leaching, performance, innovative technology, a combination of traditional technology.

Садонский свинцово-цинковый комбинат – старейшее промышленное предприятие на Северном Кавказе. Металлы здесь добывали, начиная с медного века, особенно активно в X–VIII в. до н.э., в период сарматской культуры, а затем, после переселения потомков

алан в горы, – в XIII в. Обладание стратегическими металлами способствовало вхождению Осетии в Российскую империю [1].

В 1768 г. Российская экспедиция дала описание серебряным признакам, а в 1843 г. начата разработка месторождения кустарным способом. В 1850 г. рудники перешли в казенное управление. С 1843 по 2004 г. на его рудниках добыто более 500 тыс. тонн свинца и 830 тыс. тонн цинка. В 1927 г. он был единственным в России производителем всего цинка и 63 % свинца. В годы Великой Отечественной войны две пули из трех были сделаны из Садонского свинца.

Интенсивность отработки месторождения в 1936 г. выросла до 210 тыс. тонн, снизилась в 1943 г/ до 20 тыс. тонн, вновь увеличилась до 140–150 тыс. тонн в 1960 г., а в 70-е годы достигла 745 тыс. тонн руды в год.

Месторождения разрабатывали с открытым выработанным пространством, чаще всего с магазинированием руд и управлением горным давлением путем оставления целиков. Верхние этажи отрабатывали с сыпучей закладкой, подаваемой с поверхности. В последующем часть пустот закладывали отбитой в боках рудного тела породой. В подавляющем большинстве запасы отрабатывали с высокими потерями (до 20 %) и разубоживанием (до 60 %).

В годы расцвета производства на рудниках пытались устранить главный недостаток технологии: высокие потери и разубоживание руд. В далекие 40-е годы для уменьшения разубоживания руд впервые в мировой практике применяли дерево – канатные перекрытия конструкции проф. Остроушко И. А. В 80-х годах для минимизации потерь обогащенной рудной мелочи и разубоживания породами при выпуске руд в опытном порядке использовали технологию с закладкой пустот бетонной смесью.

В годы войны начата повторная разработка месторождений с извлечением оставленных ранее некондиционных по тем временам руд, которая продолжалась и впоследствии.

Все эти годы предприятие было дотационным, а экономические реформы 90-х годов, лишившие его государственной поддержки, привели к практически полной остановке производства [2].

Предприятие было не только градообразующим, но всегда титульным для региона РСО-Алания, обеспечивая занятость и жизнеобеспечение значительной доли его населения. Поэтому выживание Садона формирует одну из основных проблем горнопромышленной республики.

Еще несколько лет назад надежды на возрождение производства связывали с вовлечением в производство новых месторождений в первую очередь Джимидонского. В 2004 г. запасы участка Бозанг этого месторождения были утверждены по сумме категорий С1 + С2 в количестве 0,9 млн т руды, 25 тыс. тонн свинца и 72 тыс. тонн цинка, при содержании условного цинка 9,2 % и средней мощности 2,0 м, что должно было обеспечить стабильную работу предприятия в течение 20 лет [3].

Предполагали, что на флангах и глубоких горизонтах Згидского, Садонского и Архонского месторождений будет добываться до 100–120 тысяч тонн, а на новом Джимидонском месторождении – до 80 тысяч тонн руды в год. Однако развитие событий не подтверждает этих планов. Можно прогнозировать, что выборочная выемка наиболее богатых запасов в ходе разведки месторождений обеднит запасы в недрах и сделает дальнейшую добычу нерентабельной.

Экспертно можно утверждать, что в настоящее время в условиях Садона не может быть экономически эффективной ни одна из традиционных технологий добычи руд.

Положение осложняется еще и состоянием технологий переработки Садонских руд. Разносортность и существенные различия свойств руд требуют селективной переработки, что обогатительными и металлургическими процессами не обеспечивается.

Главная причина кризиса Садона – не истощение минерально-сырьевой базы. Предприятие и сейчас на десятки лет обеспечено запасами, сравнимыми с запасами месторождения средней величины, но непригодными для традиционных технологий, потому что содержание металлов в них существенно меньше, чем необходимо для рентабельной отработки.

В то же время эти запасы пригодны для разработки с использованием новых технологий. Их основу составляют забалансовые и прогнозные, а также потерянные при выборочной отработке запасы (табл. 1).

Таблица 1

### Минерально-сырьевая база комбината

| Параметр                     | Запасы, %  |              |            | Потери в недрах, % от балансовых |
|------------------------------|------------|--------------|------------|----------------------------------|
|                              | балансовые | забалансовые | прогнозные |                                  |
| Запасы руды, %               | 100        | 16           | 280        | 130                              |
| Содержание металлов, %       | 100        | 60           | 150        | 150                              |
| Обеспеченность запасами, лет | 16         | 16           | 27         | 30                               |

Такой новой технологией является выщелачивание металлов из руд и хвостов первичного обогащения в подземных блоках, штабелях и аппаратах-активаторах типа дезинтегратор [4].

Возможности новой технологии в условиях Садона достаточно полно исследованы [5].

На Архонском руднике за 51 с. получено 40 т гелевого концентрата, содержащего, процент: цинка до 25, свинца – 0,3–0,5, меди – 0,15–0,28, кадмия – 0,054, кобальта – 0,08, никеля – 0,075, железа – 6,0.

На Фиагдонском руднике за 48 с. получено 32 т гелевого концентрата, содержащего, процент: цинка – до 30, никеля – 6, железа – 6, свинца – до 0,54, меди – до 0,15, кадмия – 0,021.

На Садонском месторождении из некондиционного сырья с содержанием цинка 0,55 % и свинца 0,15 % извлечено: цинка 75 % и свинца 21 %.

В 70-х годах прошлого столетия работами крупного ученого того времени Остроушко И. А. было установлено, что при выщелачивании слабокислой и хлорной водой и слабыми азотнокислыми растворами содержание металлов в металлосодержащих отходах горного цикла может быть уменьшено до 0,15–0,2 % суммы свинца и цинка [6].

Если в 1973 г. на Фиагдонском месторождении традиционным способом металлы добывались себестоимостью 900–1000 руб. за 1 т, то при выщелачивании из руд и хвостов обогащения себестоимость должна была составить: из руд с 0,85 % металлов – 320 руб./т, а из хвостов с 1,65 % металлов – 250 руб./т.

При переработке по традиционной технологии руды, содержащей 0,9 % свинца и 1,76 % цинка, с извлечением 88 % себестоимость 1 т металлов в концентрате составляла 631 руб.

Выщелачиванием предполагалось получать до 2500 т цинка в год в товарных осадках, но первый в мировой истории горного производства проект подземного выщелачивания руд был дискредитирован тем, что на заводе «Электроцинк» не освоили технологию извлечения металлов из продукта выщелачивания.

Можно предполагать, что развитие ресурсосберегающих технологий в настоящее время облегчило бы Садону и Северной Осетии выживание в условиях изменения экономической основы промышленности пореформенной России [7].



Для рентабельной работы традиционная технология должна обеспечить показатели: объем добычи руд – 500 млн т/г., металлов – 600 тыс. т/г. При содержании свинца 2 % и цинка 1,6 % и извлечении при обогащении, соответственно, 75 % и 65 %, а при металлургическом переделе 80–90 %, извлекаемая ценность руды в то время была равна 370 руб.

Рентабельность обеспечивалась при затратах на добычу, обогащение и металлургический передел 360 руб./т.

Для этих же условий при выщелачивании руд извлекаемая ценность составляла 188 руб./т, а капиталовложения окупались в течение 1–2 лет.

Важным достоинством технологии с выщелачиванием является возможность извлечения ценных и дефицитных сопутствующих компонентов: меди, индия, висмута, кобальта, таллия, галлия, германия, золота, серебра и др. Для извлечения всего спектра попутных компонентов понадобилась бы радикальное переоснащение металлургических заводов, но реализация этих редких и дорогостоящих компонентов оздоровила бы экономику региона.

В отличие от традиционной технологии в процесс выщелачивания вовлекаются металлосодержащие породы, количество которых составляет 3 млн тонн с содержанием металлов 1 %. Новая технология не только не допускает потерь, но по отношению к балансовым и забалансовым запасам обеспечивает прирост. Возможностью увеличить экономический потенциал горной отрасли региона является конверсия горного и перерабатывающего производств с вовлечением в разработку некондиционных запасов руд при комбинировании традиционных и инновационных способов добычи руд [8].

Потенциальный объект выщелачивания представляет собой геометрическое тело, в котором при достатке кислорода и постоянной температуре природой выщелачивается около 4 млн тонн руд, содержащих более 5000 тыс. тонн свинца и цинка. Объем выщелачиваемых минералов увеличивается за счет раскрытия трещин под влиянием растворов. При объеме металлосодержащих пород 11 млн м<sup>3</sup> и приросте пустот за счет раскрытия трещин 5 %, дополнительный объем реактора 0,5 млн м<sup>3</sup>, а суммарный – 3 млн м<sup>3</sup>.

Рудовмещающая зона может быть представлена в виде тела размерами по простиранию 4 км, по падению 1,5 км и мощностью в десятки метров. Богатые руды расположены в верхней части, а в нижней части зоны содержание металлов уменьшается почти на порядок.

Для Садонских предприятий может быть рекомендована комбинированная схема разработки с выщелачиванием металлов, включающая в себя следующие элементы (рис. 1) [9]:

- традиционную добычу богатых руд с закладкой пустот и извлечением металлов на заводе;
- выщелачивание металлов из бедных и некондиционных руд в подземных блоках;
- извлечение металлов из некондиционных руд кучным выщелачиванием на поверхности;
- извлечение металлов выщелачиванием в дезинтеграторе.

Освоение новых технологий с выщелачиванием металлов в комбинации с традиционными технологиями предоставляет возможность выживания горной отрасли дотационного региона с депрессивной экономикой. Если экологически опасные металлургические предприятия РСО-Алания нельзя закрыть, поскольку они основные участники формирования бюджета, то следует обеспечить их своим сырьем, чтобы они не работали на привозном сырье и не занимались заведомо опасными процессами типа переработки аккумуляторов. Продукты диверсификации горной отрасли являются товаром для оживления региональной экономики (табл. 2) [10].

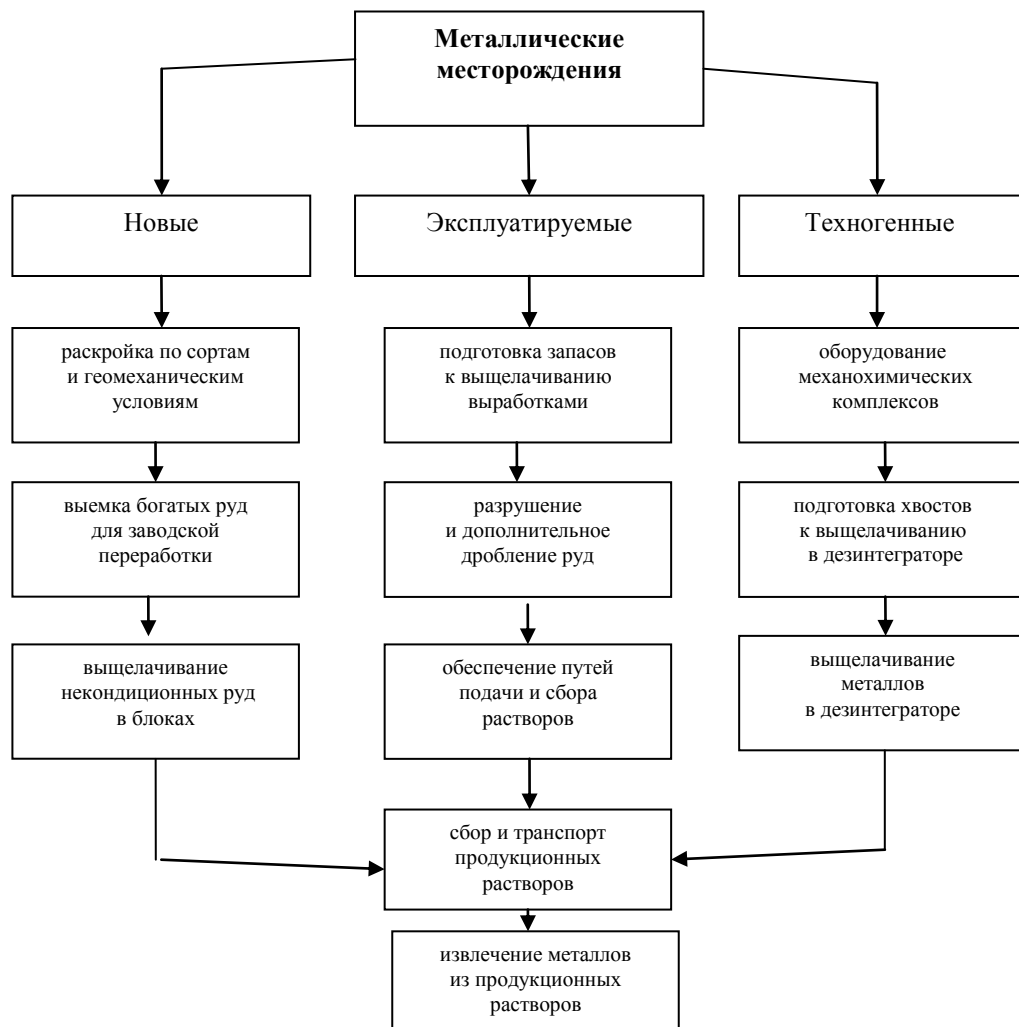


Рис. 1. Комбинированная схема разработки с выщелачиванием металлов

Таблица 2

### Направления диверсификации горного производства

| Направление                                      | Инновационная технология                                    | Новый продукт   |
|--|---|---|
| Добыча металлов горным способом. Садонский СЦК   | Подземное выщелачивание техногенных запасов                 | Гелевый концентрат металлов и солей, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи |
| Переработка металлических руд. ОАО «Электроцинк» | Гидрометаллургические процессы вместо пирометаллургических  | Металлы и соли, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи                      |
| Переработка хвостов металлургии. «Электроцинк»   | Механохимическая активация выщелачивания                    | Металлы и соли, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи                      |
| Переработка хвостов обогащения. Садонский СЦК    | Механохимическая активация                                  | Гелевые концентраты, флюс, песок, иловая фракция, вяжущие и др.   |
| Переработка рудничных стоков. Садонский СЦК      | Электрохимическая очистка с электродиализным обессоливанием | Гелевый концентрат металлов и солей, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи |
| Добыча доломитового сырья. «Кавдоломит»          | Механическая активация в дезинтеграторах                    | Сверхтонкие компоненты для изготовления наполнителей  |
| Добыча песчано-гравийных материалов. Карьеры     | Отмывка аллювиальных отложений                              | Золото и самородные металлы, строительное сырье, иловая фракция   |

Применение таких технологий, например, в Приаргунском комбинате обеспечивает половину производственной мощности (рис. 2).

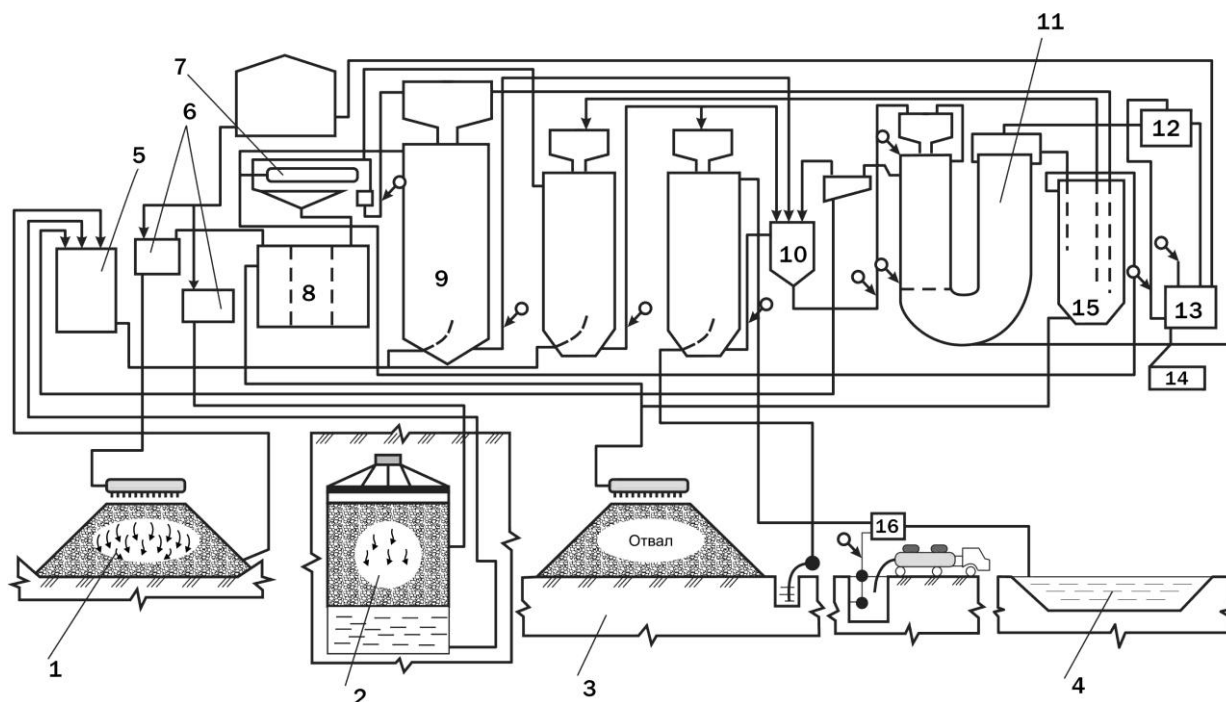


Рис. 2. Технология с выщелачиванием металлов из руд:  
 1 – штабель КВ; 2 – блок ПВ; 3 – отвал; 4 – пруд; 5–8 – емкости;  
 9, 10 – технологические аппараты; 11 – сорбционно-десорбционная колонна;  
 12–16 – вспомогательное оборудование

Принципиальная схема комбинирования технологий включает комплекс для приготовления твердеющих смесей и цех переработки производственных растворов (рис. 3).

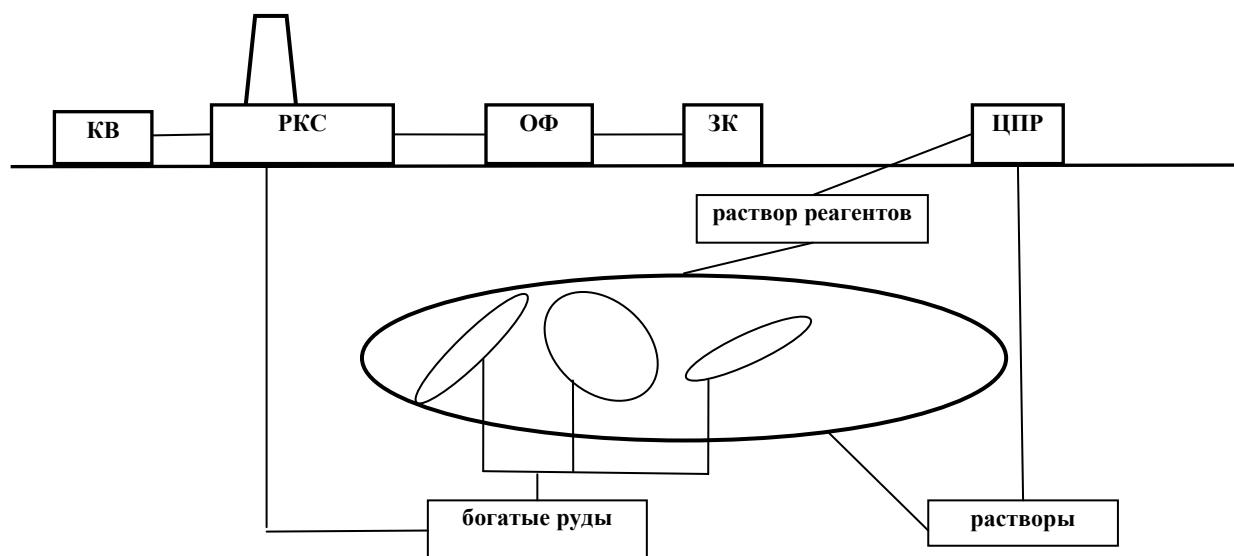


Рис. 3. Комбинированная разработка месторождения:  
 КВ – куча для выщелачивания; РКС – рудоконтрольная станция;  
 ОФ – обогатительная станция; ЗК – закладочный комплекс;  
 ЦПР – цех приготовления растворов реагентов

По данным практики подземное выщелачивание по сравнению с традиционной технологией характеризуется технико-экономическими преимуществами (рис. 4).

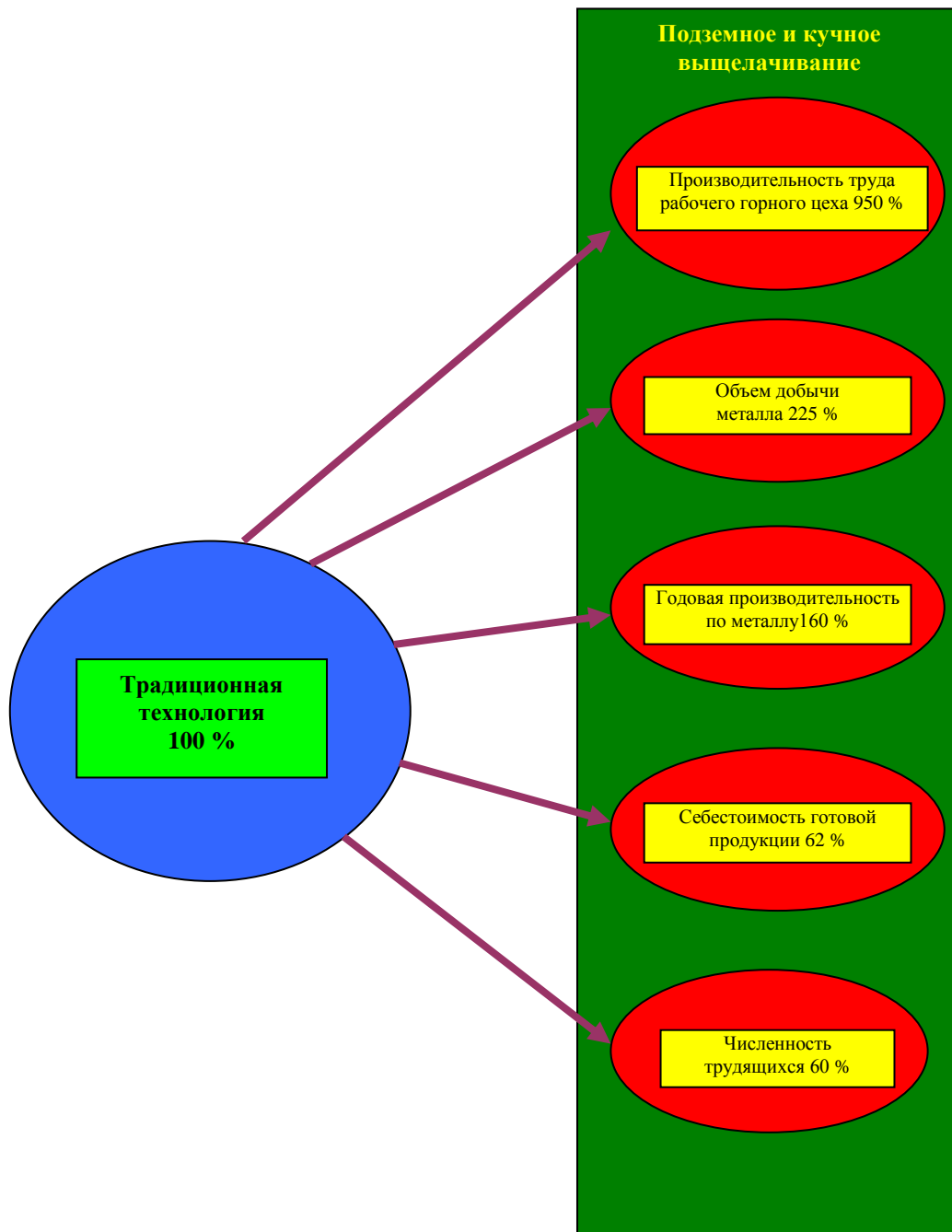


Рис. 4. Экономические преимущества технологии выщелачивания по сравнению с традиционной технологией

Подготовка участка месторождения к выщелачиванию сводится к проходке новых или восстановлению имеющихся выработок для подачи и приемки рабочего и продукционного растворов и скважин для этого (рис. 5). При необходимости бурят скважины для разрушения рудных целиков и массивов, а также для рыхления слежавшихся раздробленных руд.

Учитывая гористый рельеф местности, объем выработок для доступа к местам выщелачивания может быть минимизирован.

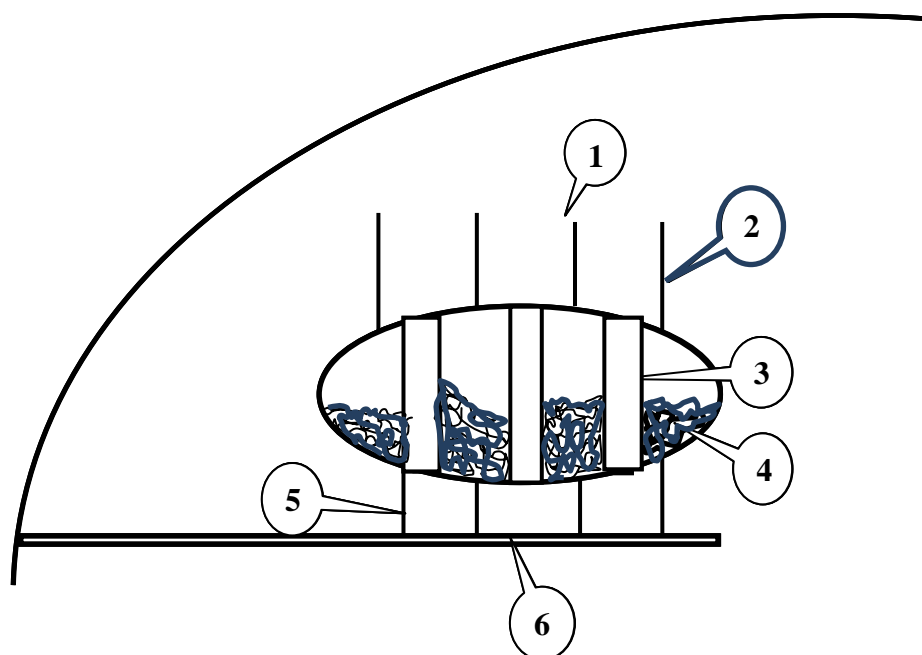


Рис. 5. Схема подземного выщелачивания руд:  
 1 – горизонт подачи раствора; 2 – скважина для подачи раствора;  
 3 – рудный целлик; 4 – раздробленная руда;  
 5 – скважина для сбора раствора; 6 – горизонт сбора раствора

Предлагаемая технология применялась неоднократно. Ленинабадский горно-металлургический комбинат после отработки балансовых руд осуществлял подземное выщелачивание урана из забалансовых рудных тел со средним содержанием 0,023 %. Отбитая горная масса орошалась растворами серной кислоты при расходе серной кислоты 64 кг/кг. Время отработки блока продолжалось 300 дней. Средняя концентрация урана в продуктивных растворах была 38 мг/л. Среднегодовая производительность по урану около 30 тонн.

На месторождении Киик-Тал уран выщелачивали без дробления руды. Среднее содержание урана в руде 0,017 %. Выщелачивание проводилось серной кислотой с концентрацией реагента на стадии закисления 30–35 г/л, в период активного выщелачивания и на стадии доработки – 10 г/л. В продуктивных растворах получали концентрацию 40–90 мг/л. Среднегодовая производительность по урану была 40 тонн.

На месторождении Чаркасар I после отработки балансовых запасов горную массу орошали через скважины с поверхности земли раствором серной кислоты с производительностью 30 м/час. Продуктивные растворы собирали внизу и подавали на переработку. Ежегодно добывали 9,0 т урана с себестоимостью в 2 раза ниже, чем при отработке балансовых руд. Расход кислоты – 106 кг/кг урана.

На месторождении Табашар после отработки балансовых руд забалансовые руды обрушили и затопили раствором серной кислоты. Растворы откачивали на поверхность и перерабатывали на сорбционной установке. Ежегодно выпускали 12 тонн урана при исходном содержании его в руде 0,017 %. Расход кислоты на 1 кг урана – 224 кг.

На месторождении Звездном выщелачиваемые запасы в сланцах обрушили глубокими скважинами диаметром 85 мм, в результате чего для выщелачивания было замагистинировано 70 тыс. т руды, содержащей 37 т урана. За два года коэффициент извлечения из руды составил 69 %, или 30 т урана, сквозной коэффициент извлечения урана из погашенных запасов блока – 87 %, что на 1,5 % превышало показатели традиционного подземного способа.

Продукционными растворами являются, по существу, и обогащенные металлами в результате природного выщелачивания рудничные воды, истекающие по штольням.

В настоящее время в СКГМИ и ГГФ ВНИЦ РАН полномасштабными экспериментами установлено, что извлечение металлов в раствор при единичном цикле выщелачивания хвостов обогащения в дезинтеграторе (рис. 6) составило: свинца от 13 до 34 %, цинка от 10 до 46 %.

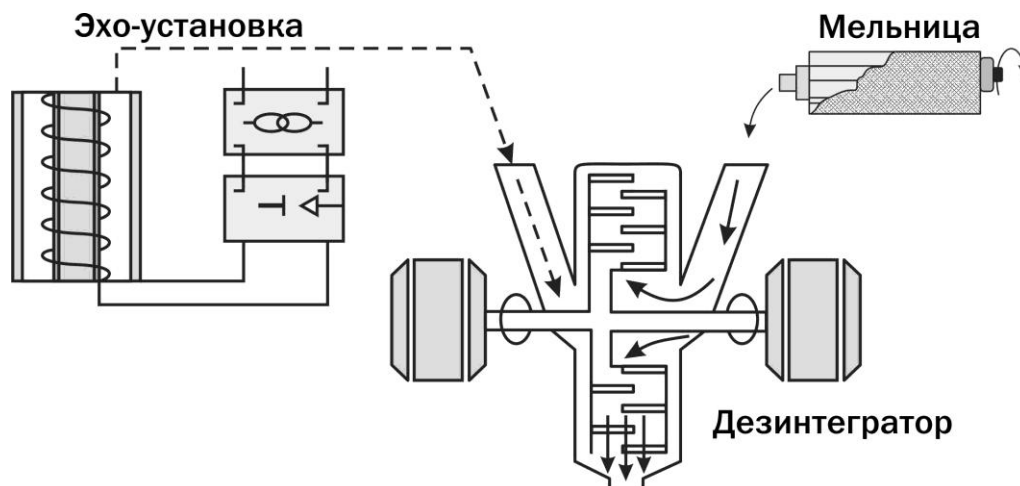


Рис. 6. Схема механохимической переработки хвостов обогащения продуктами электрохимической очистки шахтных стоков

Выщелачивание в дезинтеграторе по сравнению с выщелачиванием вне его увеличивает извлечение: по свинцу – в 1,4 раза, по цинку – в 1,1 раза, причем делает это на 2 порядка быстрее [11].

Реализация кластера технологий с выщелачиванием решает еще одну из проблем Осетии и регионов бассейна Терека, вплоть до Каспийского моря. Управляемое выщелачивание уменьшает концентрацию металлов в реке с вытекающими из этого экологическими последствиями и продлевает жизнь жителям РСО-Алания и смежных регионов. Процессы выщелачивания протекают не в открытой природной системе, а в закрытом технологическом пространстве с утилизацией маточных растворов перед сбросом в окружающую среду.

### Выводы

1. Традиционные технологии разработки месторождений Садона объективно не обеспечивают минерально-сырьевую базу рентабельного и конкурентоспособного производства металлов.

2. Возрождение бездотационного производства металлов возможно на основе комбинирования традиционной технологии добычи с закладкой пустот твердеющими смесями и новых технологий подземного, кучного и механохимического выщелачивания и модернизации технологий переработки на гидрометаллургической основе.

3. Экономика горного производства может быть улучшена созданием смежных производств товарной продукции из хвостов выщелачивания после извлечения из них металлов до уровня санитарных норм.

Предлагаемая технология является реальным шагом в направлении обеспечения устойчивого развития горных территорий за счет использования минерально-сырьевой базы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. Е., Голик В. И., Лобанов Д. П. Приоритетные пути развития горнодобывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона. Владикавказ: Рухс, 1998. 364 с.
2. Шестаков В. А., Козырев Е. Н., Венедиктов А. А. Оценка эффективности применения геотехнологии для подземной разработки месторождений // Материалы 50-й научно-технической конференции ЮРГТУ (НПИ): Разработка научных основ и способов ресурсосбережения добычи полезных ископаемых. Новочеркасск, 2001.
3. Козырев Е. Н. Эффективное освоение рудных месторождений Северного Кавказа в условиях завершения эксплуатации / Е. Н. Козырев, А. Е. Воробьев. Владикавказ: Ремарко, 2001. 286 с.
4. Golik V. I., Razorenov Y. I., Polukhin O. N. Metal extraction from ore beneficiation codas by means of lixiviation in a disintegrator // International Journal of Applied Engineering Research. Volume 10. Number 17, 2015. P. 38105–38109.
5. Сатцаев А. М. К вопросу о готовности садонских месторождений полиметаллических руд к технологической конверсии. / А. М. Сатцаев, И. К. Кабисова, В. И. Голик // Сборник трудов молодых ученых ВНЦ РАН и РСО-А. Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2002. С. 116–121.
6. Голик В. И. Разработка месторождений полезных ископаемых. Владикавказ: МАВР, 2006. 645 с.
6. Остроушко И. А. Изыскание и внедрение способов извлечения металлов, оставленных в отработанных пространствах рудников. Отчет о НИР. Гос. регистр. 7322722. Орджоникидзе, 1975. 110 с.
7. Голик В. И., Заалишвили В. Б., Полухин О. Н. Подземное выщелачивание некондиционных запасов как инструмент рационализации недропользования. М.: Маркшейдерия и Недропользование. 2015. № 4.
8. Голик В. И. Концептуальные подходы к созданию мало- и безотходного горнорудного производства на основе комбинирования физико-технических и физико-химических геотехнологий // Горный журнал. 2013. № 5.
9. Golik V., Komashenko V., Morkun V., Khasheva Z. The effectiveness of combining the stages of ore fields development. Metallurgical and Mining Industry. 2015. №, P. 401–405.
10. Golik V. I., Hasheva Z. M., Galachieva S. V. Diversification of the Economic Foundations of Depressive Mining Region // The Social Sciences. 10 (5). Medwell Journals, 2015. P. 678–681.
11. Кондратьев Ю. И., Хулелидзе К. К., Голик В. И., Гашимова З. А. Пути повышения добычи металлов из руд Садона // Устойчивое развитие горных территорий. 2013. № 3. С. 18–25.

УДК 551.590.21 + 550.348.3

**ИНИЦИИРОВАВШИЙ ГЕНАЛДОНСКУЮ КАТАСТРОФУ 2002 ГОДА  
КОСМОПОГОДНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ФАКТОР КАК АРГУМЕНТ  
ЗАЩИТЫ ОТ НЕДОУЧЁТА ПРИЧИН СОБЫТИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО  
НЕСООТНОСИМОГО С ФАКТАМИ ПРИНЯТИЯ  
АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫХ МЕР НАКАЗАНИЙ**

*Гонсировский Д. Г.*, канд. геол.-минерал. наук  
Москва, Российская Федерация

*Highlights the results of an analytical study of the facts, leading to conclusions about the need for the elimination of judicial errors take into account kompostnye the causes of a number of catastrophic events in the subsurface area of the Earth.*

Научно обоснованные и практически реализуемые выводы и рекомендации органам исполнительной власти должны быть важной задачей научных исследований. По мнению автора, в частности, это касается ряда судебных процессов, в ходе проведения которых надо было бы не допускать игнорирования новейших воззрений на некоторые механизмы природных явлений, находящихся в соприкосновении с людьми и управляемой ими техникой, если даже в вопросах понимания процессов и их прогнозирования и не достигнуто ещё совершенства. Используя свою гипотезу о наличии в природе действия космопогодозависимой метеогляциоэкзогеодинамики [1–7] и проведя ряд освещённых ниже графических и сопутствующих исследований, автор предполагает, что при избавлении от недоучёта производных от космопогодного фактора причин событий принятые административно-правовые меры наказаний были бы иными.

На основании проработки фактических материалов и логического осмысления содержащихся в них сведений многие специфические неблагоприятные ситуации автор соотносит с наличием феномена прорывных инъекций в приповерхностную область Земли сгустков отсоединившихся в геомагнитосферу компонент геоэффективного солнечного ветра. Эта гипотеза признаёт существование так называемых СВИ-блем (соларвиндинжек-тблем – аббревиатурное словообразование от «Solar Wind Injection» либо «СолнечноВетровая Инжекция» и греческого «блема», означающего «рана») [7]. Важным доказательством явления служат наблюдаемые на высотных, совместно с приземными, метеосиноптических картах атмосферные синоптические барические депрессионные детали (мелкие циклоноиды) [9]. В процессе глобальной метеорологической прогностической деятельности на них особого внимания не обращают. А вот в рамках солнечноветровой инъекционной гипотезы они занимают важное место. Поэтому на первый план вышло изучение так называемых циклоноидных СВИ-блем.

Дополнительной составляющей в комплекс работ по анализу ситуаций вошли родственные разрабатываемой теме научные сведения. Так, в статье [8] читаем: «Частица высокой энергии, проникая внутрь обшивки космического аппарата, может выбить какой-то элемент, всего лишь попав в него. Сейчас микроэлектроника состоит из очень мелких деталей, и, чтобы вывести её из строя, достаточно одной частицы». Речь идёт о солнечном ветре. Не видится препятствий, чтобы сущность сказанного уверенно экстраполировать на человеческий мозг. Поддержку этому тезису находим в результатах наблюдения за птица-





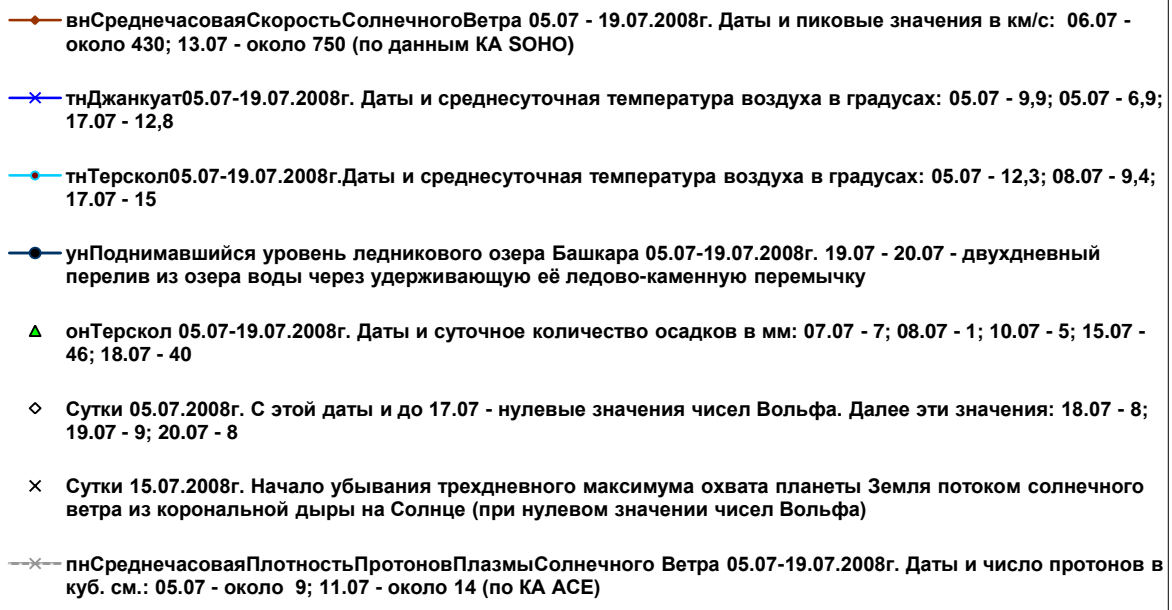
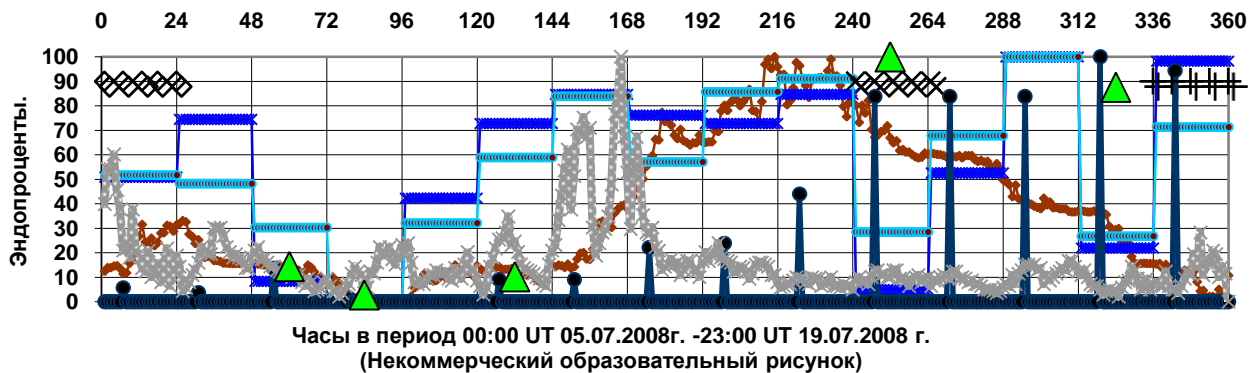
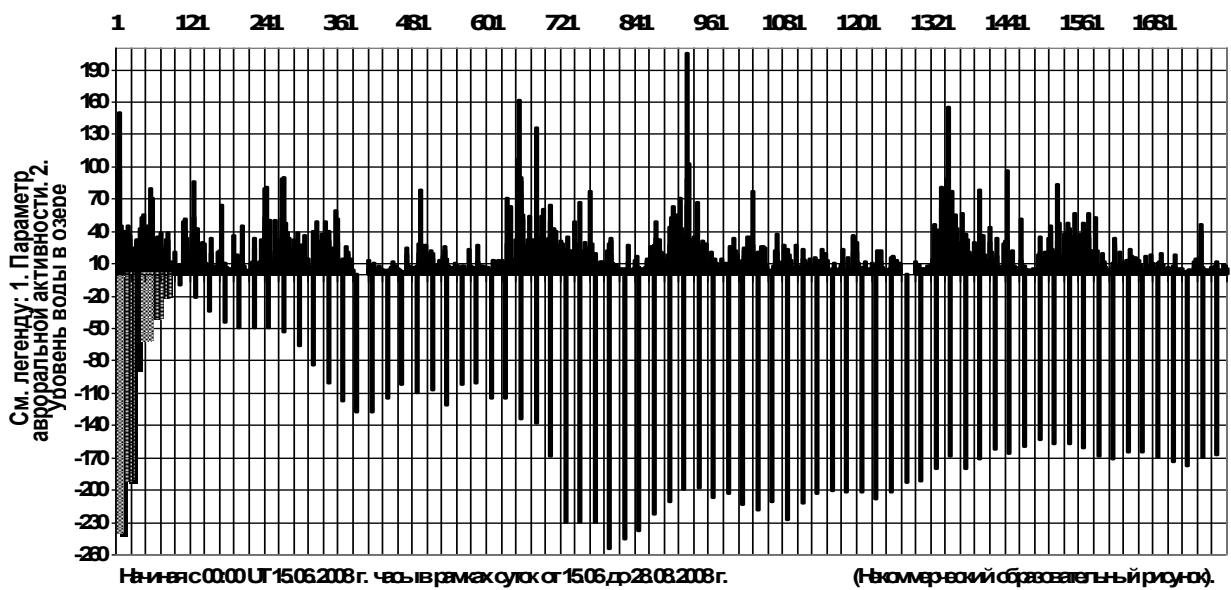


Рис. 2. Детальный график корреляционных сопоставлений временных изменений уровня воды в оз. Башкара – пьезометре при теле ледника Башкара в 2008 г., с ходом упреждающих синхронных динамике уровня космопогодных параметров

Кроме циклоноидных, напрашиваются на признание следующие другие потенциальные по отдельности или в сочетании разновидности СВИ-блем: 1) разбросно-туманностная (по образу процесса, реализованного в полярных сияниях, и как это было, по предположению, на леднике Башкара в 2008 году – рис. 2 и 3 [5]); 2) шаровомолниевая или огненношаровая (взрывающиеся Fireballs в небе над территорией США, прилёт «Тунгуски» в 1908 году и т. п. [3]); 3) плазменнохвостовая у комет и метеороидов («Челябинский метеорит»); 4) акустико-гравитационно-волновая (если дальше развивать мнение профессора, доктора геолого-минералогических наук Эльчина Халилова из Азербайджана, озвученное в документальном телевизионном фильме «Шум земли» по поводу странных локальных эпизодических гулов в приземной части атмосферы Земли).

Очень показательны в этом отношении сведения из документального телевизионного фильма «Ликвидатор» С. Медведева (2006 г.) о развитии обморока у прапорщика охраны, необъяснимом режиме подачи команд исполнителями работ (факт для пристального внимания судебного следствия с позиции учёта влияния СВИ-блемы), объёмном гуле, вибрации здания, раскачивании массивных деталей пола и прожигании бетона при аварии на Чернобыльской АЭС (рис. 4).



- а) Точка 1 - 1800 в мп-зоне 180 градусной поворота вокруг оси абсцисс графика уровня оз. Башкара, 19.06.2008.2008г. (читаем снизу графика - в действительности это час спуска метеорологической станции)
- Факт наблюдения по аэрометам Июль - авг. 2008г.: 14.06 в 21:23 UT - 134 GUY 14.06 в 21:57 UT - 104 GUY 15.06 в 07:32 - 116 GUY 12.07 в 05:50 UT - 181 GUY 23.07 в 13:22 UT - 205 GUY 10.08 в 03:48:50 - 166 GUY 17.08 в 13:04:42 UT - 83 GUY
- Ситуация - это графики на базе исходных данных к ПОС для сравнения по Герона-сув 2000г. и сюда Копия в 2002г., дополняя друг друга проясняет механизм происходящих в них связей в атмосфере и в океане
- Аналитич. наблюдение - писем о состоянии метеорологической станции в месте последующих метеорологических наблюдений уровня воды в озере-пезометре у ледника Башкара (сдвиг по времени 5-11 дней).
- б) Точка 1 - 1800 в мп-зоне имеющая данные его мощностному параметру измерения аэрометической станции NOAA POES 15, 16, 17, 18 и METR 02 во время наступления шторма 2008: Июль - 15-124, 26-265, 288 Июль - 02-409, 432, 12-649, 672, 15-721, 744, 18-798, 816, 20-841, 864, 23-913, 936, 30-1081, 1104 Август: 01-1129, 1152, 10-1345, 1368, 28-1777, 1800
- По оси ординат в мп-зоне параметра аэрометической активности - рассчитанная по формуле мощность сигнала в мВ/га для последующих часов кривой измерения (ограничь нас абсцисс) в рамках часа суток 15.06 - 28.08.2008г.
- Смена времени в 64 - момент по времени аэрометической активности, соотносимого с первым метеорологическим наблюдением в метеорологической станции оз. Башкара отменив время в 926, 130 - тоже но показательной

Рис. 3. Расширенный график демонстрации тесной, при небольшом сдвиге, положительной корреляции всплесков авроральной активности с высотой уровня воды в озере-пезометре при теле ледника Башкара в 2008 г.

При доказательстве гипотезы о наличии инъекций в приповерхностную область Земли и об их влиянии на природные процессы проводится измерительный анализ в пределах участков с одними и теми же географическими координатами отображённых на наземных и высотных метеосиноптических картах атмосферы Земли [9] отрицательных замкнутых элементарных бародеформаций. Мерой значимости циклоидных СВИ-блем на первых порах принят эклектический показатель М, фиксируемый на картах числами (порядка 6,00–7,00–8,50) рядом со знаками «+». Для установления значения показателя М по тому или иному участку с наличием отрицательной бародеформации выполняется следующее. Сначала за плоскость сравнения берётся высота 6 000 м, приводимая на картах архива [9]. Потом определяется в метрах и переводится в разряд безразмерных чисел глубина наибольшего удаления вниз от этой плоскости отметок топографической поверхности геопотенциала 500 hPa (GPH 500). Полученное значение делится на 500. Это первый промежуточный результат. Затем, не удаляясь в сторону от направления вертикальной проекции вниз, для получения второго промежуточного результата число 6 000 делится на так же переведённое в разряд безразмерных чисел наименьшее значение атмосферного давления у поверхности Земли (в hPa). Оба результата в сумме составляют значение показателя М (см. как пример рис. 8 и 9).

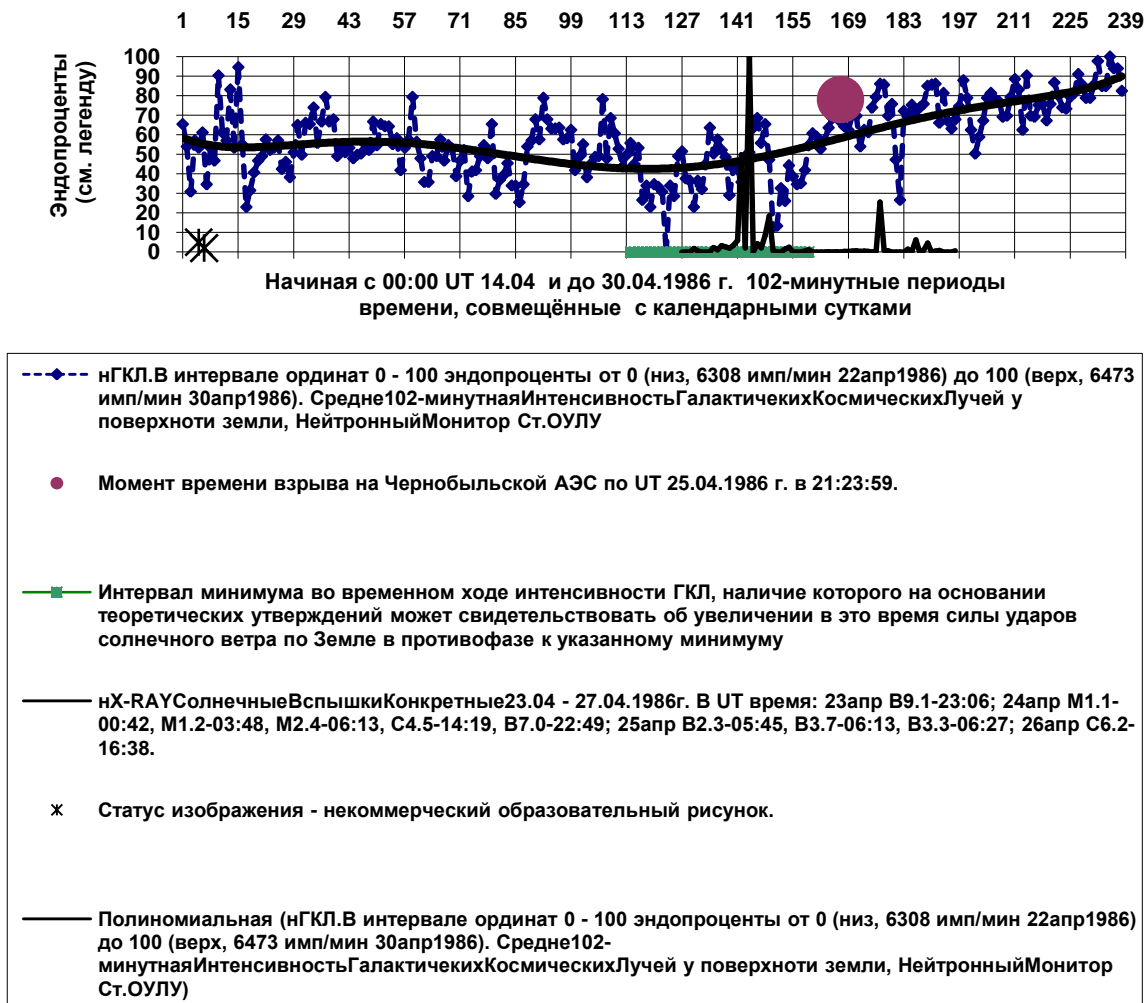


Рис. 4. Регистрация динамики космопогодных параметров (Форбуш-эффекта и солнечных вспышек) в преддверии и во время аварии на Чернобыльской АЭС

Происходит использование авроральной ветви бифуркации дериватов потока геоэфф-фективного солнечного ветра для индикации по аналогии наличия, динамики и потом последствий действия в приповерхностной области Земли второй их ветви – инжекционной – на остальных широтах земного шара. Информация, полученная путём анализа рис. 3, свидетельствует о вполне возможном проникновении энергии инъекций вплоть до ложа ледника и образовании там селеопасного слоя жидкой воды [5]. Для ледника Колка тоже применимо такое мнение о механизме деструкции пространства в основании массива льда. Дополнительной особенностью здесь может быть разрушение газогидратов и накопление свободной газовой составляющей [А. П. Полквой, 2007 г.].

Анализ сведений, зафиксированных на рис. 4, совместно с учётом наличия в это время циклоноидного изображения на карте [9] (показатель  $M = 6,87$ ) и повышенного уровня авроральной активности, свидетельствует об очень вероятном попадании Чернобыльской АЭС внутрь СВИ-блемы и возникновении повода для обращения на это внимания со стороны органов судебного следствия. Равно как и на неадекватное в нужное время поведение лётчика в момент катастрофы самолёта Як-42 под Ярославлем 07.09.2011 г. (по этому поводу был известный судебный процесс).

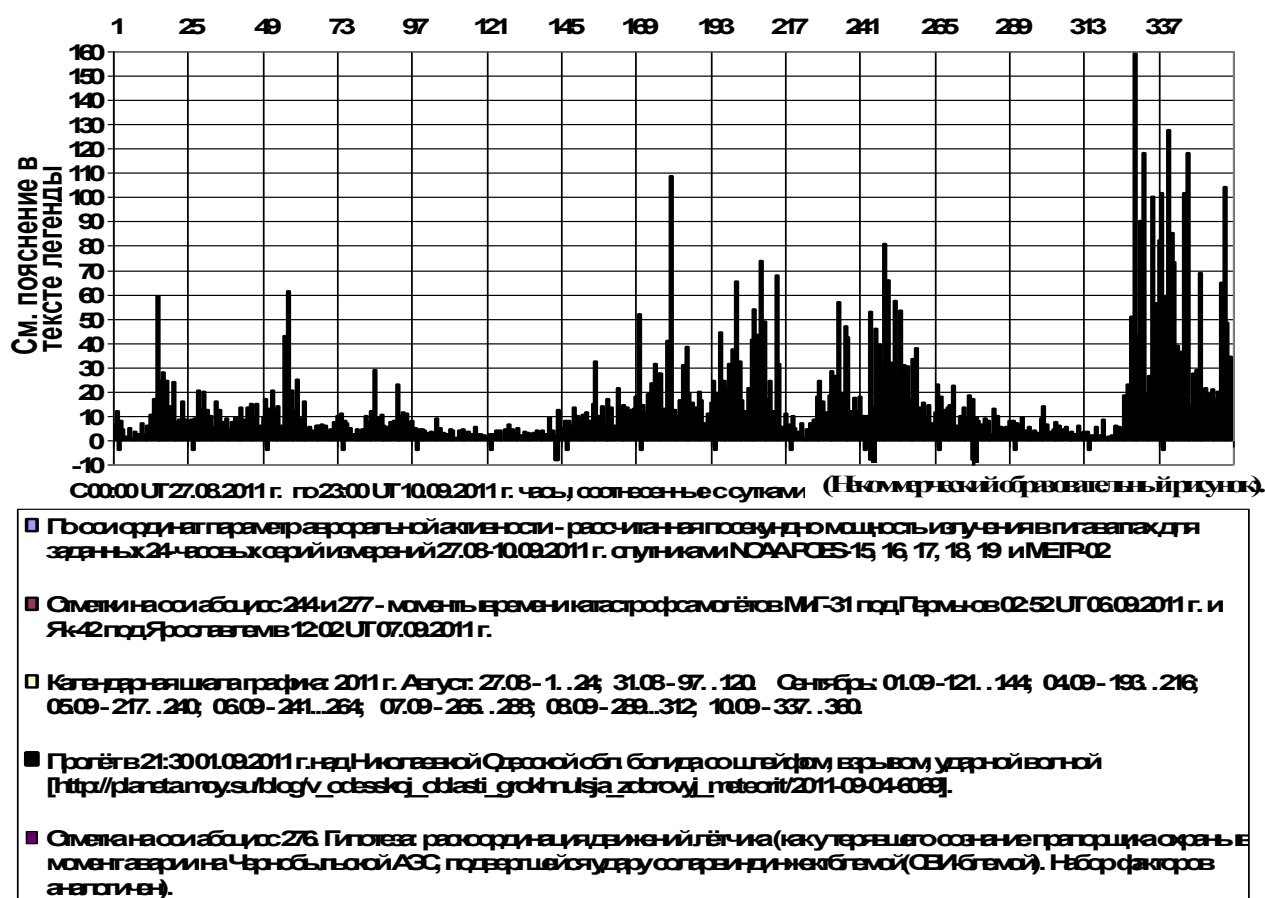


Рис. 5. Соотношение упреждающих всплесков авроральной активности и последующих моментов гибели самолётов МиГ-31 под Пермью и Як-42 под Ярославлем

Продолжая рассуждения с привлечением сведений о необъяснимом «пикировании» самолёта Боинг-737 под Казанью 17.11.2013 г., следует отметить, что в обоих случаях траектории полётов самолётов пересекали СВИ-блемы (см. [9]; значения показателя М равны 7,04 и 8,07). Не без оснований в этот перечень можно включить и катастрофу самолёта Су-27 под Львовом 27.07.2002 г.

При рассмотрении в судебных инстанциях обстоятельств и исков, связанных с Геналдонской гляциальной катастрофой 2002 г., был упущен важный оправдательный момент, а именно – участие в этом гляциоэкзогеодинамическом процессе космопогодного фактора сделало органы власти ещё более объективно бессильными в сфере профилактики бедствий. Как нарастала в течение полумесяца до 20.09.2002 г. накопительная энергия от поступления в земную атмосферу компонент (электронов и протонов) геоэффективного солнечного ветра, показано на рис. 6. Чтобы явственнее представить динамику роста опасности явления, для примера в качестве аналогии приводится рис. 7.

С удаляющимися от полярных областей и приближающимися к экватору местами отметок инъекций автор связывает места инициирования возникновения мелкофокусных землетрясений (с глубиной очагов до 10 и реже до 33 км). В этом ряду графическими материалами, в частности, обосновывается вполне вероятная космопогодозависимость Великого японского землетрясения 11.03.2011 г. и Чилийского землетрясения 04.04.2014 г. [7]. В связи с судебными процессами сейчас заслуживают внимания природные обстоятельства вокруг землетрясения в Аквиле.

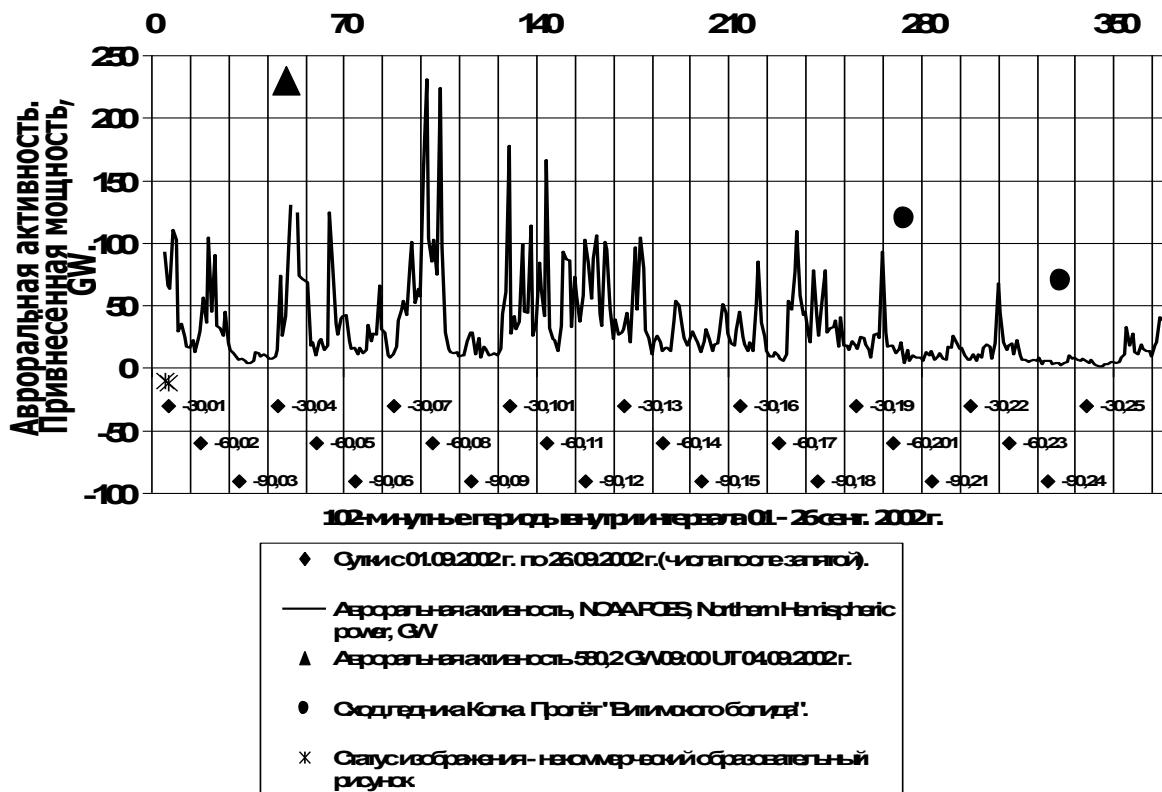


Рис. 6. Имеющиеся данные по мощностному параметру измерения авроральной активности спутником NOAA POES-15 в северном полушарии Земли

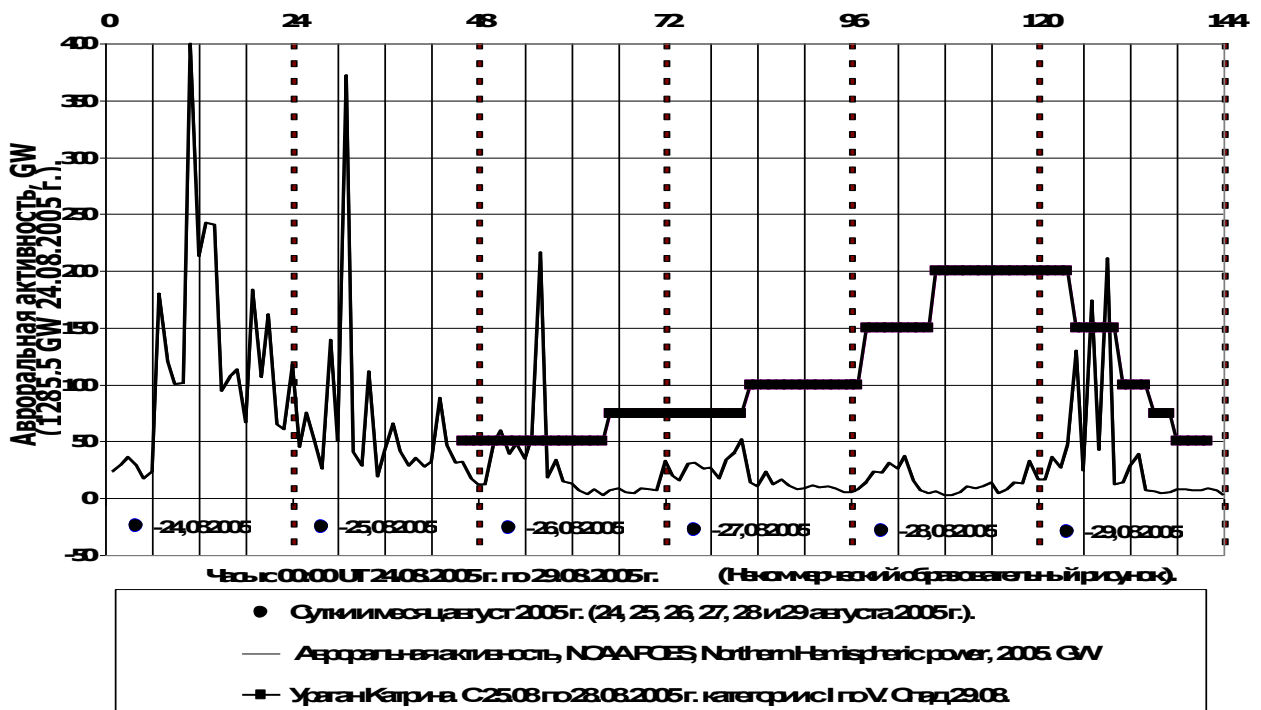


Рис. 7. Графическое изображение соотношения авроральной активности и накопительного нарастания интенсивности урагана Катрина в 2005 году

При первых землетрясениях (рис. 8) СВИ-блема 29 марта 2009 г. впервые появилась на подступах к Италии, а 30 марта оказалась непосредственно над Италией. Произошли два, усыпивших бдительность, сравнительно несильных землетрясения.

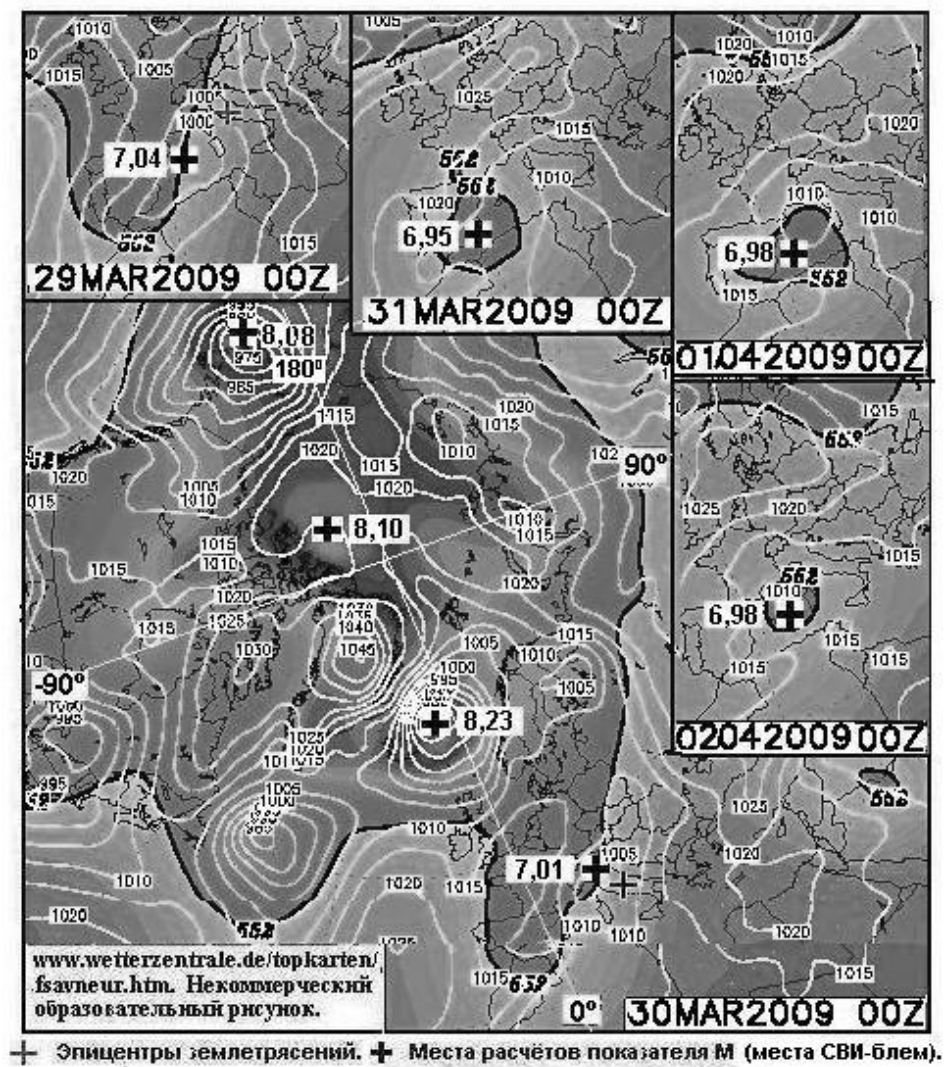


Рис. 8. Соотносимость данных метеосиноптических карт и мест расположения эпицентров землетрясений в Центральной Италии в районе Аквилы 29.03.2009 г. (mb = 4,4, глубина очага 10 км) и 30.03.2009 г. (mb = 4,6, глубина очага 10 км) [ССД ГС РАН]

Хотя нужно было обратить внимание на то, что развившаяся поблизости опасная глубокая депрессионность топографической поверхности GPH-500, охватывая весь Пиренейский полуостров, достигала даже Африки. Мощностной параметр авроральной активности по данным КА NOAA POES в период с 25.03.2009 г. по 02.04.2009 г. достигал 103–44 GW. В последующие дни, вплоть до 5 апреля, СВИ-блема то усиливаясь, то ослабляясь, огибала Апеннинский полуостров, не давая местным сейсмологам-прогнозистам ни повода для расслабления, ни уверенности в точности прогноза в противном случае. События по своей природе носят вероятностный характер. В итоге 6 апреля очаг нового землетрясения оказался примерно в центре полукруглой трассы указанного продвижения (рис. 9). И произошёл срыв неустойчивого состояния относительного покоя в тамошнем разломе литосферы.

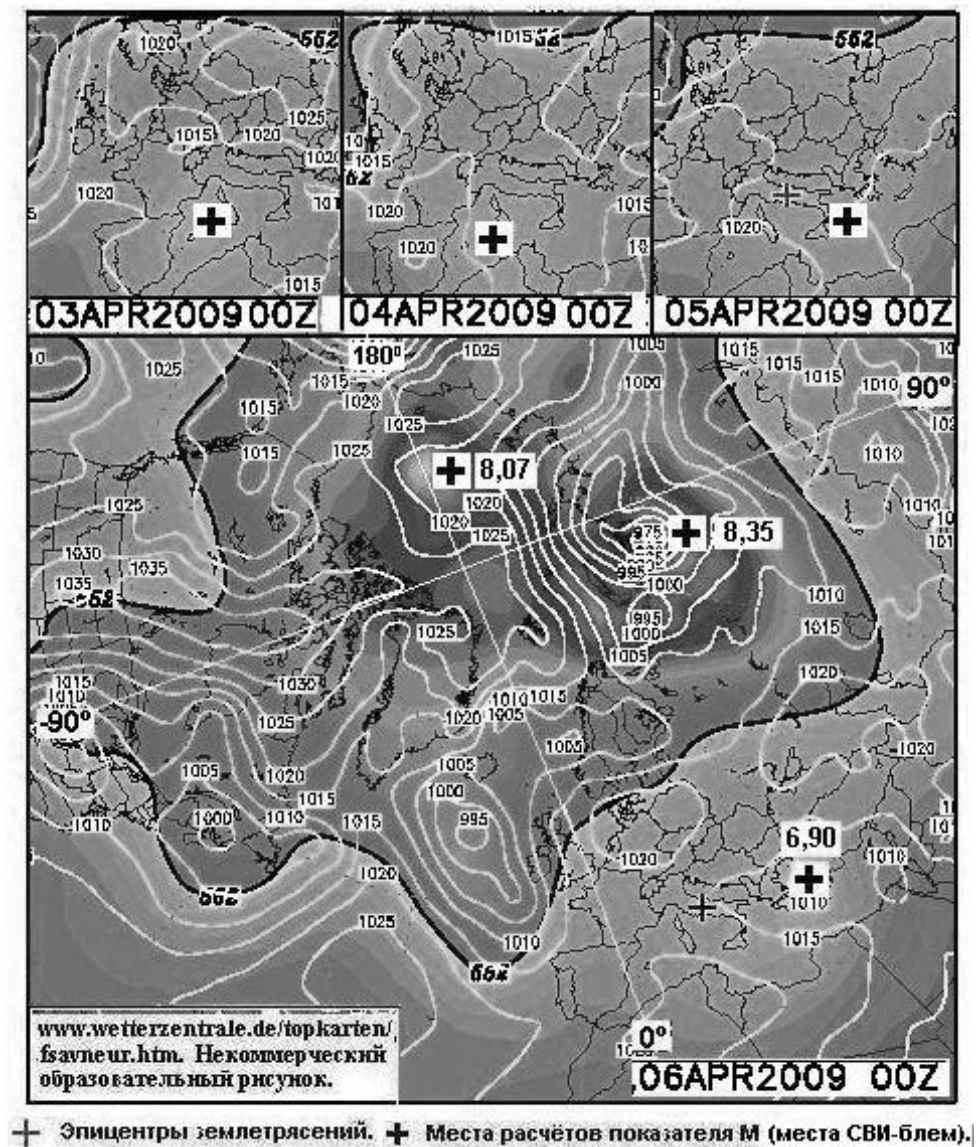


Рис. 9. Соотносимость данных метеосиноптических карт и мест расположения эпицентров землетрясений в Центральной Италии в районе Аквилы 05.04.2009 г. ( $m_b = 4,5$ , глубина очага 10 км) и 06.04.2009 г. ( $M_s = 6,4$ ,  $m_b = 6,2$ , глубина очага 10 км) [ССД ГС РАН]

Составить рисунки автору помог накопленный в арсенале науки материал. За создание такой возможности он благодарит архивистов фактических данных в упомянутых в тексте сайтах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гонсировский Д. Г. Изучение возможных дополнительных импульсных факторов развития катастрофического многофазного селепроявления 18–25 июля 2000 г. в районе г. Тырнауза [Электронный ресурс] // Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений: Материалы VII Междунар. конф. (14–16 сент. 2010 г., Владикавказ, СКГМИ (ГТУ)) [Текст на 32 с., электронный ресурс]. Владикавказ, 2010. 1 электрон. опт. диск. 9 с.



2. Гонсировский Д. Г. Выявление прорывных проникающих инъекций сгустков компонент солнечного ветра в приповерхностную область Земли: Стенд. докл. // [Шестая] конференция «Физика плазмы в Солнечной системе»: Сб. тез. докл. (14–18 февр. 2011 г., Москва, ИКИ РАН) [Электронный ресурс]. М.: ИКИ РАН; Интернет-ресурс: <http://solarwind.cosmos.ru/txt/2011/conf2011thesis.pdf>, (02.02.2011 г.). 1 электрон. опт. диск. С. 80.

3. Гонсировский Д. Г. Анализ ситуаций, соотносимых с феноменом инъекций сгустков компонент солнечного ветра в приповерхностную область Земли: Стенд. докл. // Седьмая конференция «Физика плазмы в Солнечной системе»: Сб. тез. докл. (06–10 фев. 2012 г., Москва, ИКИ РАН) [Электронный ресурс]. М.: ИКИ РАН; Интернет-ресурс: <http://www.plasma2012.cosmos.ru/sites/plasma2012.cosmos.ru/files/conf-plasma7-iki-feb2012.pdf>, (30.01.2012 г.). 1 электрон. опт. диск. С. 142.

4. Гонсировский Д. Г. Эпигноз начальной ситуации при наводнении в городе Крымск 7 июля 2012 года с позиции наличия феномена инъекций сгустков компонент солнечного ветра в приповерхностную область Земли как фактора космопогодозависимой метеогляциоэкзогеодинамики // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций: Доклады и выступления на XII науч.-практич. конф. (17–18 окт. 2012 г., пос. Быково Подольск. р-на Моск. обл.; Центр «Антистихия» МЧС РФ). М., 2012. С. 127–132.

5. Гонсировский Д. Г. Вклад Башкаринских 2008 года работ МЧС России в опознание прилетающих к Земле солнечноветровых плазменных сгустков как фактора космопогодозависимой метеогляциоэкзогеодинамики // Проблемы снижения природных опасностей и рисков (ГЕОРИСК – 2012): Материалы VIII Междунар. науч.-практич. конф. по проблемам снижения природных опасностей и рисков («Геориск-2012») (18–19 окт. 2012 г., Москва, ИГЭ РАН, ВНИИ ГОЧС-ФЦ, РФФИ). Т. 1. М., 2012. С. 48–53.

6. Гонсировский Д. Г. Фиксация приборами соотносимых с космической погодой гидрогеологических явлений в окрестностях города Крымск в часы прохождения там водяного вала ночью 7 июля 2012 года // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций: Докл. и выступления на XIII науч.-практич. конф. (14–15 мая 2014 г., Москва, Центр «Антистихия» МЧС РФ). М., 2014. С. 41–49.

7. Гонсировский Д. Г. Аналитическая сводка неблагоприятных ситуаций, соотносимых с проявлениями космопогодозависимой метеогляциоэкзогеодинамики (вследствие действия прорывных инъекций в приповерхностную область Земли сгустков отсоединившихся в геомагнитосфере компонент геоэффективного солнечного ветра) [Текст] // Геодинимические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска: Сб. материалов Всероссийской науч. конф. с международ. участием (26–30 мая 2015 г., Южно-Сахалинск, ИМГиГ ДВО РАН). Владивосток: Дальнаука, 2015. Т. 2. 50–54 с. Интернет-ресурс: [www.imgg.ru/uploads/publications/975/](http://www.imgg.ru/uploads/publications/975/); [www.imgg.ru/ru/news/100](http://www.imgg.ru/ru/news/100) + Презентационное граф. приложение. 1 л., 3,4 авт. л.

8. Жеребцов Г. А. И свет, и вред. Как изучают космическую погоду / Подготовил Д. Владимиров // Газ. «Аргументы и факты». 2000. № 20. С. 38.

9. Интернет-ресурс: [www.wetterzentrale.de/topkarten/fsavneur.html](http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsavneur.html).

10. Птичек жалко // Итоги: 2011. № 7 (766), 14 февр. С. 6.

УДК 551.4.012

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЁГКИХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Гончаренко О. А.*, главный геолог

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ИнфоТЕРРА»

Владикавказ, Российская Федерация

*Галушкина Е. Ю.*, канд. геол.-минерал. наук

*Волошин С. Б.*, канд. техн. наук

*Бузаров М. М.*, инженер

Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

Владикавказ, Российская Федерация

*Статья посвящена разработке методики получения качественных снимков для различных геологических объектов с применением беспилотных летательных аппаратов в зависимости от погодных условий, времени суток и других неблагоприятных факторов, способных повлиять на качество снимков. Дан сравнительный анализ преимуществ применения беспилотных летательных аппаратов для съёмки и мониторинга экзогенных геологических процессов. Описаны цели экспериментальных исследований по использованию аппаратуры с целью повышения качества анализа, удешевления стоимости работ, уменьшения взлетного веса БПЛА (благодаря чему должна увеличиться длительность и дальность полёта).*

**Ключевые слова:** *анализ природных и техногенных процессов, беспилотные летательные аппараты, аэрофотосъёмка, дистанционный геомониторинг, предотвращение катастроф.*

Под мониторингом экзогенных процессов (ЭГП) понимается ряд системных взаимосвязанных исследований, в число которых входят:

- обнаружение опасного процесса в границах зон его формирования и зон потенциального поражения;
- режимные наблюдения за процессом его развития под воздействием природных и антропогенных факторов на базе созданной опорной сети наблюдений;
- прогноз динамики развития процесса с выделением зон потенциального поражения разной обеспеченности.

В последнее время в понятие мониторинга ЭГП включают разработку рекомендаций по локализации опасных процессов, а также мероприятий по предотвращению или снижению негативных последствий при его активации, что ставит этот вид работ в ряд особо значимых и обязательных при освоении горных территорий.

В первую очередь работы в рамках ведения мониторинга ЭГП проводятся для обеспечения безопасности населения на участках их компактного постоянного проживания и проведения мероприятий по инженерной защите элементов инфраструктурного жизнеобеспечения (дороги, ЛЭП, газопроводы и проч.).

Методические рекомендации по организации и ведению государственного мониторинга ЭГП в 80-е годы, разработанные в ВСЕГИНГЕО, весьма актуальны и сейчас, но они были ориентированы на регулярное, полнокровное, государственное финансирование при достаточном количестве профессионально подготовленных кадров, которых хватало для проведения наземных обследований [1]. Задачи по сбору информации решались как для площадей в целом (масштаб 1:100000), так и для локальных участков проявления ЭГП (масштаб 1:100, 1:2000). Дистанционные обследования в виде облётов территорий (Ми-8, Ан-2) проводились не реже одного раза в год, либо в случаях массовой площадной активации опасных процессов катастрофического уровня.

После распада СССР объёмы финансирования по ведению государственного мониторинга ЭГП резко сократились, и, соответственно, была утрачена большая часть специалистов. Тем не менее, освоение горных территорий продолжалось, а иногда и более высокими темпами, следовательно, требования к объёму информации о динамике развития ЭГП и особенно к оперативности её выдачи – увеличились. Именно в это время появилась острая необходимость замены наземных исследований на дистанционные. Наземные исследования в небольшом объёме должны были играть роль заверочных.

Опытно-методические работы по внедрению этой схемы ведения мониторинга проводились с использованием наиболее доступной в ценовом смысле бытовой цифровой аппаратуры выпусков 1995–1996 гг. Аэрофотосъёмки проводились на участках проявления ЭГП со специально топографически подготовленными (1 : 200) реперированными полигонами [2] цифровыми аппаратами синхронно с традиционными камерами типа АФА-40/20 и АФА 41/10 с тяжелых авианосителей (Ми-8, Ан-2, Вилга-35) с высот от 200 до 2000 метров над объектом съёмки.

Опытные работы велись как на локальных площадях, так и на линейных объектах. Проведен опыт площадной цифровой съёмки городской агломерации площадью 30 км<sup>2</sup> с высоты 500 с использованием носителя Ми-8.

В результате исследований было установлено, что бытовые цифровые аппараты известных систем после калибровки (корректировка паспортных характеристик) и определения поправок на дисторсию пригодны для ведения дистанционного мониторинга с получением количественных характеристик с точностью до 20 см в плане, что вполне достаточно для решения стандартных задач.

При площадной съёмке цифровая аппаратура (по 15 параллельным пересечениям) даёт устойчивый ряд стереопар со стандартным перекрытием кадров в 60 % при скорости полёта 30–35 м/с.

Разработанный метод может быть применён практически во всех отраслях природопользования и был апробирован при картировании несанкционированных полигонов отходов, площадок нефтепродуктового загрязнения, при контроле добычи полезных ископаемых в карьерах, оценке состояния берегоукреплений и трасс газопроводов и др. [3, 4].

В настоящее время, в рамках программ устойчивого развития горных территорий, их рекреационное освоение идёт особенно высокими темпами. Современная съёмочная аппаратура (профессиональная и полупрофессиональная) с техническими характеристиками и разрешающей способностью, превышающей в разы аппаратуру производства конца XX века, появление недорогих беспилотных летательных аппаратов позволяют в широких масштабах применять методы дистанционного мониторинга на потенциально осваиваемых территориях и оперативно выдавать высококачественную количественную датированную информацию о состоянии природной среды, динамике развития ЭГП и прогноз.

Целевым назначением настоящих исследований является разработка методики и технологии дистанционного мониторинга экзогенных геологических процессов (ЭГП), который включает два этапа:

- производство работ;
- разработка программного обеспечения.

Производство работ включает в себя: подготовку аппаратуры и опытных полигонов, сбор информации, её обработку, анализ и моделирование процессов и визуализацию результатов.

Одним из важных этапов является разработка рекомендаций по определению реального съёмочного потенциала применяемой аппаратуры (корректировка паспортных технических данных аппарата на опытном стенде), определение оптимальных высот съёмки для объектов разного масштаба и учёт поправок на дисторсию.

В настоящее время как у иностранных фирм, так и у российских производителей, специализирующихся на дистанционном зондировании, нет данных и чётких инструментальных установок о работе беспилотной аппаратуры в условиях высокогорья с резко меняющимися погодными условиями. В связи с этим, одной из сложных задач исследований предполагается определение оптимальных безопасных условий работы носителя по всем погодным параметрам, длительности работы на разных высотах [5].

Параллельно будет проводиться подготовка профессиональных кадров – операторов по управлению носителем в разных режимах съёмки. Базовый материал для разработки рекомендаций дистанционного мониторинга будет собран на основании съёмок специально подготовленных параметрических полигонов.

Параметрические полигоны будут оборудованы в натуральных природных горных условиях по отдельным генетическим типам ЭГП, на базе топосъёмок масштаба 1 : 200 с установкой реперов.

Конечным результатом является обоснование и визуализация «методических рекомендаций по подготовке и адаптации бытовой фотоаппаратуры и беспилотных носителей к проведению аэрофотосъёмочных работ в горных условиях».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Моисеенко А. Е.* Состояние и перспективы развития промышленности дистанционного зондирования Земли. М.: ЦНИИГАиК, 1991.
2. *Бритаев Ц. Х., Гончаренко О. А., Караев Ю. И.* Дистанционный мониторинг экзогенных геологических процессов в новых экономических условиях // Сб. статей Всероссийской конференции по геолого-экологическому картографированию. М.: ВСЕГИНГЕО, 1997.
3. *Галушкин И. В., Галушкина Е. Ю., Хугель К., Махгуд Х.* Разработка методических основ для составления карт природных опасностей Горной Осетии // Труды Северо-Кавказского горно-металлургического института (ГТУ). Владикавказ, 2006. С. 159–167.
4. *Галушкин И. В., Дробышев В. Н., Салказанов С. С.* Точность GPS оборудования профессионального класса в условиях горной местности // Международная научно-практическая конференция: Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа (20–22 сентября 2007 г.) / Тезисы докладов. Владикавказ: Владикавказский научный центр РАН и РСО-Алания. 2007.
5. *Шеврикуко Ю. Ф., Волошин С. Б., Ковалева М. А., Бузаров М. М.* Исследование и разработка алгоритмов управления беспилотными летательными аппаратами для мониторинга природных и техногенных объектов // Естественные и математические науки в современном мире. Новосибирск: 2015. № 6 (30). С. 42–49.

УДК 55344550.84

## КОМПЛЕКС НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ПОИСКОВЫХ ПРИЗНАКОВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ

**Кодзаев Ю. В.**, д-р техн. наук, профессор

**Фидарова Н. Г.**, зав. учебной аудиторией геологии и горного дела

**Кусова Ж. Г.**, ст. преподаватель

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

(государственный технологический университет)

Владикавказ, Российская Федерация

*В данной работе описаны условия формирования структурно-формационных зон (СФЗ), приводятся сведения о магнетизме, тектонике и металлогеническом районировании Горной Осетии.*

*Полученные результаты по выявлению закономерностей формирования оруденения позволяют более целенаправленно проводить геолого-разведочные работы на месторождениях Садонской группы.*

**Ключевые слова:** магнетизм, тектоника, металлогения, формация, метасоматоз.

## COMPLEX RESEARCH TO DEVELOP POLYMETALLIC MINERALIZATION SEARCH FEATURES

**Kodzaev Y.** Professor, Department of Applied Geology

**Fidarova N.** Director of Museum of Geology and Mining, Senior Lecturer

**Kusova J. G.**, senior lecturer

Department of Applied Geology

North-Caucasian mining and metallurgical Institute (state technological University)

Vladikavkaz, the Russian Federation

*The problem of raw material base of the oldest mining district of North Ossetia is particularly acute at the moment. Thus, in recent years, the proportion of local raw materials for the largest metallurgical plant "Electrozinc" in Vladikavkaz was significantly reduced. Large industrial fields such as Sadonskoe, Zgidskoe, Arhonskoe, Holstinskoe operated for several decades. Of those Sadonskoe was known and exploited as recent as the 19<sup>th</sup> century. The ground mass of the ore bodies of these fields comes to the surface. These ore bodies are significantly or completely fulfilled on 8–12 horizons, ie at a depth 700–1100 m from the surface.*

*The expansion of the raw material base is possible only by detecting hidden "blind" mineralization at deeper levels horizons and with further exploration of known deposits that will indicate new echelon ore bodies. In connection with this problem more criteria forecasting deep polymetallic mineralization is highly relevant.*

*The patterns of change in the composition of enclosing rocks as a result of hydrothermal – metasomatic changes in the process of mineralization have been studied to solve the problems. The relationship changes in the composition of enclosing rocks with ore formation processes at all levels from sub-ore to above-ore horizons were clarified.*

*The collection and analysis of archival and publishing data was included in the range of scientific researches. The sampling of enclosing rocks of altered granites, spectral, chemical and*

*mineralogical analysis of surrounding rocks on the main polymetallic deposits of Mountain Ossetia was also conducted.*

*The association changing the composition of enclosing rocks with mineralization processes of formation was found, regularities of changes in the composition of enclosing rocks in the formation of ore were determined.*

*The results obtained will allow greater focus of exploration work on the fields Sadonsky group of fields and can be recommended for use in other polymetallic deposits of the Russian Federation of a similar type. The results of researches of separate directions will be published in proceedings of NCIMM.*

***Key words:*** *magnetism, tectonics, metallogeny, formation, metasomatism*

Проблема сырьевой базы старейшего горно-рудного района Северной Осетии в настоящее время стоит особенно остро, так в последние годы значительно сократилась доля местного сырья для крупнейшего металлургического завода «Электроцинк» в г. Владикавказе. Крупные промышленные месторождения, такие как Садонское, Згидское, Архонское, Холстинское эксплуатируются уже в течение нескольких десятилетий. Из них Садонское было известно и эксплуатировалось еще в 19 веке. Основная масса рудных тел этих месторождений выходит на дневную поверхность. Эти рудные тела к настоящему времени значительно или полностью отработаны на 8–12 горизонтах, т. е. на глубине 700–1100 м от поверхности.

Расширение сырьевой базы возможно лишь за счет обнаружения скрытого «слепого» оруденения на более глубоких горизонтах и путем дальнейшей разведки известных месторождений, позволяющей обнаружить новые кулисообразно расположенные рудные тела. В связи с этим задача получения дополнительных критериев прогноза глубинного полиметаллического оруденения весьма актуальна.

Для решения поставленных задач были изучены закономерности изменения состава околожильных пород в результате гидротермально-метасоматических изменений в процессе рудообразования, выяснена связь изменения состава околожильных пород с процессами формирования руд на всех уровнях – от подрудных до надрудных горизонтов.

В комплекс научных исследований входил сбор и анализ архивных и издательских данных. Проводился также отбор образцов околожильных измененных гранитов, спектральные, химические и минералогические анализы вмещающих пород по основным полиметаллическим месторождениям Горной Осетии.

В результате исследований обобщены научно-обоснованные признаки предыдущих исследований, разработан прогнозно-поисковый комплекс работ, выявлена связь изменения состава околожильных пород с процессами формирования оруденения, установлены закономерности изменения состава околожильных пород в процессе формирования руд.

Полученные результаты позволят более целенаправленно проводить геолого-разведочные работы на Садонской группе месторождений и могут быть рекомендованы для использования на других полиметаллических месторождениях РФ подобного типа.

В трудах СКГМИ нами будут опубликованы результаты исследований по отдельным направлениям.

### ***Краткая геолого-металлогеническая характеристика Горной Осетии***

Сложность геологического строения Горной Осетии определяется геодинамической обстановкой столкновения континентальных Северной и Южной плит, в результате чего край последней с воздыманием и дроблением, образуя блоки, надвигается с юга на север с

одновременной ротацией. Процесс самостоятельной истории геологического развития этих блоков и обусловил формирование структурно-формационных зон (СФЗ).

Приводимые ниже описания строения СФЗ, магматизма, тектоники и металлогенического районирования Горной Осетии выполнены по материалам Тибилова С. М., Ольховского Г. П. и др.

Так, в пределах Северной плиты на площади Осетии выделяются: зона Скалистого хребта, Дигоро-Осетинская и Адайхох-Дарьяльская СФЗ, а в пределах Южной плиты – Чиатурская СФЗ. Между плитами располагается геоструктура – Мамисон-Казбекская СФЗ, ранее включавшаяся в Адайком-Дарьяльскую СФЗ. Границы между зонами проходят по поверхности крупных несогласий, либо вдоль региональных разломов: южная граница зоны Скалистого хребта совпадает с контурами эскарпа Скалистого, а граница Дигоро-Осетинской СФЗ на ее юге – по серии региональных разломов и т. д.

*Дигоро-Осетинская структурно-формационная зона* занимает наибольшую площадь Горной Осетии, развивалась она в субплатформенных условиях, ей присущи сравнительно малые мощности осадочных образований, тектонические структуры обще- и транскавказских направлений, палео- и мезозойский вулканизм и жильное полиметаллическое оруденение.

*Адайхох-Дарьяльская структурно-формационная зона* располагается южнее вышеописанной и представляет собой более молодую часть Северной континентальной плиты. Территориально она подразделена на западную и восточную с различным геологическим строением: западня сложена в основном метаморфическими образованиями палеозоя, а восточная – разнообразием пород от верхнего палеозоя до средней юры включительно. Для этой СФЗ характерны глубоко опущенный кристаллический фундамент, значительные мощности осадочных образований, палео- и мезозойский вулканизм и оруденение колчеданной формации.

*Мамисон-Казбекская структурно-формационная зона* рассматривается как реликтовый шов между столкнувшимися континентальными плитами. С севера она ограничена зонами Главного надвига и Сырху-Бардзонского разлома, а с юга – Южным Адайком-Казбекским разломом. Выполнена эта зона вулканогенно-осадочными отложениями незначительных (до 500 м) мощностей, а магматический комплекс идентифицируется с офиолитовой ассоциацией. Фиксируется колчеданно-полиметаллическое оруденение.

*Чиатурская структурно-формационная зона* на территории Горной Осетии занимает ее южную часть, располагаясь южнее Айкаком-Казбекского взброса. Развитие зоны происходило в геосинклинальных условиях с глубоко опущенным фундаментом. Зоне присущи наибольшие мощности верхнеюрского, мелового и нижнепалеогенового флиша, интенсивная складчатость первых двух. Отличительной особенностью в пределах данной территории является полное отсутствие мезозойских магматических проявлений. Отмечается ртутно-сурьмяно-мышьяковое оруденение.

### ***Магматизм***

Исследуемый район отличается многообразием магматических проявлений, представленных следующими формациями:

– *гранитоидная формация среднего палеозоя*, так называемые гранитоиды кассарского типа, сохранившиеся в массивах Дигоро-Осетинской и Айкахох-Дарьяльской СФЗ (Кассарский, Гвилетский, Дарьяльский). Представлена формация очковыми ортогнейсами и гранитоидами от плагиогранитов до биотитовых гранитов;

– *габбро-плагиогранитная формация среднего и верхнего девона* (Каридонский комплекс). Состоит из огнейсованных габброидов, плагиогранитов, пегматитов. На территории Горной Осетии закартирована на северо-западе Дигоро-Осетинской СФЗ;

– *гранитоидная формация верхнего палеозоя*, состоящая в основном из гранитов садонского типа, с которыми в тесной пространственной и генетической связи находятся диориты, кварцевые диориты, кварцевые диориты, кварцевые диориты, гранодиориты и жильные тела аплитов и пегматитов. Породы этой формации приурочены к ядрам тектонических поднятий (Балкаро-Дигорский горст, Хуппаринский блок, Фиагдонское поднятие, 50 % площади Садоно-Унальской антиклинали);

– *базитовая формация мезозойского магматизма* фиксируется в Дигоро-Осетинской и в Адайхох-Дарьяльской СФЗ. Представлена она Бугультинским базальтоидным и Казбекским диабазовым комплексами. Первый – это покровы, штоки, дайки андезитов, андезито-базальтов. Второй – дайки габбро-диабазов, образующие две ветви «Казбекского диабазового пояса», северная ветвь которого представлена исключительно субинтрузивной и жильной фациями, а южная, принадлежащая Мамисон-Казбекской СФЗ, жерловой и субинтрузивной;

– *нижнеюрская андезито-дацитовая формация* (Осетинский вулканогенный комплекс) представлена лавами и покровами вулканогенных образований сложного строения. В тесной генетической и пространственной связи с ней находятся дайковые и интрузивные тела андезитов и андезито-дацитов, являющиеся подводными каналами для лавовых излияний;

– *формация субвулканических андезитов* (Ходский комплекс) известна лишь в бассейне р. Ход. Внедрение этих пород с образованием двух вулканических аппаратов происходило одновременно с вышеотмеченной формацией, прорывая вулканотерригенный горизонт и нижележащие субаэральные кластолавы Осетинского комплекса;

– *среднеюрская гранодиорит-парфировая формация* (Ардон-Ногкауский комплекс) представлена штоками и силами субвулканических и гипабиссальных пород от среднего до кислого составов, распространенными в осевой части Садоно-Уральского горста. Давыдов К. В. в проявлении среднеюрского магматизма выделяет четыре стадии. Ко второй-эксплозивной им отнесены эруптивные туфобрекчии. Побыванец В. С. среди брекчий различает эксплозивные и эксплозивно-гидротермальные, считая, что образование первых предшествует рудоотложению, а к участкам развития вторых приурочены рудные столбы. Выводы обоснованы изучением этих брекчий на жильных месторождениях Садонского района;

– *средне-позднеюрская габбро-гранитоидная формация* (Цейский комплекс). Типичным ее представителем является сложный по составу (от диоритов до лейкократовых гранитов и аплитов), спорный по происхождению Цейский массив;

– *гранитоидная формация верхнего неогена* (Теплинский комплекс). Породы этой формации развиты в основном в осевой зоне Главного хребта.

Вышеотмеченные магматические формации характеризуются определенной металлогенической специализацией.

В гранитоидной формации нижнего и среднего палеозоя фиксируются повышенные содержания редких элементов (титана, фосфора, стронция), не образующих какой-либо значительной концентрации.

В породах верхнепалеозойской гранитоидной формации второй фазы установлены повышенные содержания скандия, олова, молибдена, ванадия, меди, серебра, цинка, титана, кобальта, бария. С гранитоидами четвертой интрузивной фазы связаны проявления вольфрама, молибдена, олова, тантало-ниобатов, мышьяка, сурьмы и свинца.



Породы ниже-среднеюрской габбро-диабазовой формации пространственно тесно связаны с полиметаллическими и медно-полиметаллическими рудопроявлениями.

Дайки габбро-лейкодиабазов пространственно ассоциируются с меднополиметаллическими рудопроявлениями. Часто прожилково-сетчатое оруденение локализовано непосредственно в дайках диабазов.

С породами андезито-дацитовый и гранодиорит-порфиритовой формации связано проявление полиметаллического оруденения в Горной Осетии.

Связь оруденения с магматическими породами средне-позднеюрской габброгранитной формации не установлена.

С гранитоидной формацией верхнего неогена связаны проявления молибдена, меди, свинца, цинка, висмута, вольфрама, мышьяка, золота и олова. Сюда относятся рудопроявления, тяготеющие к проявлениям неинтрузии Сангутидона, Танадона и Тепли.

### ***Петрохимические особенности магматических пород Горной Осетии***

Среди гранитоидов Горной Осетии по петрохимической диаграмме щелочности выделено три петрохимических типа:

- с пониженной щелочностью;
- с умеренной щелочностью;
- с повышенной щелочностью.

Общая петрохимическая диаграмма щелочности магматических пород позволила выделить поле щелочно-земельных пород (А), щелочных пород с щелочными темноцветными минералами (В), щелочных пород с фельдшпатоидами (С) и щелочных пород с теми и другими минералами одновременно (Д).

Как оказалось, петрохимические показатели, примененные в данной работе, можно использовать для общей оценки щелочности любых магматических пород.

Петрохимические характеристики подсчитаны для каждого массива магматических пород, исходя из средних содержаний химических анализов.

Использование дополнительных петрохимических критериев дало возможность выделить некоторые подтипы и разновидности гранитоидов, а также установить корреляцию между петрохимическими, минералого-петрохимическими, петро-геохимическими особенностями гранитоидов и специализацией с ними оруденения.

Рассматриваемые гранитоиды различного типа, преимущественно полиметаллических, мышьяково-полиметаллических, мышьяково-редкометалльных, медно-молибденовых, принадлежат к различным рудным формациям – кварц-полиметаллической, кварц-арсенопиритовой, мышьяково-висмутовой, кварц-вольфрамитовой и молибден-порфирировой.

Проведенными исследованиями установлено, что полиметаллическое оруденение связано с относительно низкощелочными гранитоидами. Иногда такое как мышьяково-редкометалльные и медно-молибденовое оруденение ассоциирует с гранитоидами повышенной щелочности.

Петрохимическая граница между этими гранитоидами соответствует значениям  $R_2O/SiO_2 = 0,08$  и  $R_2O/SiO_2 = 0,7$ .

Петрохимические особенности гранитоидов и металлогеническая специализация связанного с ними оруденения определяются не только петрогенезисом гранитоидов, составом пород, подвергшихся магматическому и метасоматическому замещению при процессах гранитизации, но и глубиной эрозионного среза.

В качестве показателей эрозионного среза применялись коэффициенты:

$$\begin{array}{l} K \quad \frac{ЭВМ}{A + S} \\ Mg \quad \frac{ЭНМ}{B + C} \end{array}$$

Эти коэффициенты отражают вертикальную петрохимическую зональность гранитоидов.

Однако сравнивать массивы магматических пород по таким показателям можно только в пределах одного формационного типа.

По данным некоторых исследователей, глубина формирования гипабиссальных интрузий составляет 1–2 км.

Вычисленные нами отношения  $M/Mg$  для гранитоидов мезозойского возраста составляют от 0,8 до 1,29, для кайнозойских – 1,0–2,5, для палеозойских – 1,9–8,0 км.

Соответственно глубина формирования гранитоидов Горной Осетии составляет 8 км, а для палеозойских – 1–8 км.

Глубина интрузий в пределах рассматриваемой территории увеличивается с востока на запад.

Наиболее закономерно изменяются показатели эрозионного среза молодых интрузивов.

Применялись также коэффициенты  $K = K/0,6 N_a$ ,  
где  $K$  – атомное количество калия,  $N_a$  – атомное количество натрия.

Интенсивное проявление калиевого метасоматоза в зонах глубинных разломов превратило древние палеозойские гранитоиды в свержкалиевые и калиевые, а процессы тектономагматической активизации привели к внедрению полигенной магмы основного состава (в том числе и диорит – гранитного). В процессе становления образовались натриевый и сверж натриевый типы, которые приурочены к Адайхох-Дарьяльской зоне.

Применялись коэффициенты концентрации  $K_{Kk}$  и  $K_{KNa}$ :

$$K_{Kk} = K_{\text{атом.к}} / \text{кларк } K_{\text{атом.к}} = K/0,064;$$

$$K_{KNa} = Na_{\text{атом.к}} / \text{кларк } Na_{\text{атом.к}} = Na/0,109.$$

Было выделено четыре типа гранитоидов:

1.  $K_{Kk} > 1$  и  $K_{KNa} > 1$ . Это массивы р. Урух, Кассарские, Теплинские и Фиэгдонские.
2.  $K_{Kk} > 1$   $K_{KNa} < 1$ , где концентрируется натрий и рассеивается калий. Это граниты Бада, Сангутидона, Танадонские и Сангутидонские.

Таким образом, суммарная петрохимическая характеристика гранитоидов Горной Осетии такова:

- древние граниты Фиэгдона – с повышенной щелочностью;
- большинство гранитов верхнего палеозоя попадает в поле с умеренной щелочностью;
- Архонские и Холстинские граниты – в поле пород пониженной щелочности;
- в поле пород с повышенной щелочностью оказались кассарские (р. Урух), породы Хазнидона накапливали калий и натрий.

Три последовательные стадии метасоматоза, преимущественно калиевого, натриево-кремниевое и кремниевое-калиевого, проникали неравномерно, растворы проникали избирательно, гранитизировались разные по составу породы.

За счет метасоматоза основных пород и процессов ассимиляции образованы гранитоиды Хазнидона, северной подзоны р. Урух, Фаснала, Згида. Среди них наиболее развиты двуслюдяные и биотитовые хлоритизированные разновидности с порфирировидными среднезернистыми структурами.

Переходы между ними – постепенные. В них обнаруживаются останцы плагиогранитов, диоритов, аляскитов с уменьшением количества останцов в восточном направлении. Особым внутренним строением отличается Фаснальский гранитный массив, в котором среди среднезернистых массивных или порфирировидных разновидностей зеленовато-серого цвета встречаются участки гранитов с розовым или красным полевым шпатом. Такие уча-

стки имеют неправильную форму и постепенные переходы к «серым» гранитам. Отмечается, что в результате метасоматоза докембрийских кристаллических пород буронской свиты сформировались граниты Архона, Холста и Фиагдона, среди которых развиты мелко-, средне- и крупнозернистые, а также порфирировидные разновидности, отвечающие по составу мусковитовым, биотитовым и двуслюдяным.

При метасоматозе кристаллических пород буронской свиты и основных магматических пород, видимо, образованы также массивы Сау-хоха, Дарьяла, Нузала и Садона. Первые два – за счет частичного анатексиса пород буронской свиты. Разновидности этих гранитов – массивные, мелко- до крупнозернистых, порфирировидные по структуре, биотитовые, мусковитовые, двуслюдяные – по составу. Из них Нузальские граниты интенсивнее катаклазированы и милонитизированы. В Садонском гранитном массиве встречены останцы основных магматических пород и плагиогранитов, границы которых с гранитами – постепенные, а в Саухохском массиве – ксенолиты кристаллических сланцев. Процессы калиевого метасоматоза проявлялись неравномерно, интенсивность изменений обусловлена не только степенью тектонической переработки, но и близостью к рудным телам.

Процессы метасоматоза происходили при низких температурах, о чем свидетельствуют породы диорит-гранитной формации. В поле умеренно-щелочных пород с повышенной щелочностью только два массива – аляскит Главного хребта и Цейский гранодиорит.

Неоднородность в составе гранитоидов связана с контаминацией пород габбро-диабазового состава, а также вмещающих пород. Процессы последующего щелочного метасоматоза усилили неоднородность гранитных массивов.

На ранних стадиях в результате кремниево-щелочного (Na) метасоматоза образовались порфиробласты плагиоклаза, а в результате калиевого метасоматоза образовался биотит по роговой обманке и микроклин по плагиоклазам. Сверхкалиевые гранитоиды располагаются в глубинных разломах или в зонах повышенной трещиноватости, где процессы калиевого метасоматоза происходили наиболее интенсивно.

Натриевые и сверхнатриевые типы – характерная черта формаций, а повышенная калиевоность – результат эволюции гранитной магмы. Также меняется и минеральный состав: от более основных глубинных до кислых.

Среди пород вулканоплутонической формации также выделяются четыре типа щелочности. Некоторые вариации щелочности связаны с метасоматическими изменениями и разным эрозионным срезом массивов.

В породах присутствует упорядоченный микроклин, поздний мусковит, каемки альбита вокруг плагиоклазов и др.

Особую группу составляют граниты кассарского массива и кассарского типа в верховьях р. Танадон. Д. М. Шенгелиа по генезису относит их к мобилизованным гранитам. Структура их – порфиробластовая, состав – биотитовый или двуслюдяной (Морковина, П. А. Полквой, Заридзе, Татришвили и др.).

По утверждению П. А. Полквого и В. Б. Черницына, граниты рассматриваемой формации связаны с заключительной стадией метасоматической гранитизации. При этом отдельные участки благодаря высокому содержанию щелочей и летучих компонентов приобрели текучесть, чем можно объяснить наблюдаемые магматические контакты с вмещающими породами.

Формирование гранитов происходило в результате натриево-кремнистого метасоматоза пород кассарской и бадской свит (и, частично буронской) с превращением их в плагиограниты и плагиогнейсы, затем калиево-кремниевого метасоматоза, наиболее сильно проявившегося в милонитизированных и катаклазированных участках, примыкающих к бурон-ларскому разлому. В результате гранитизации пород бадской свиты и, частично, кристаллических пород буронской свиты образовался Бадский гранитный массив.

### ***Габбро-лейкодиабазовые и габбро-диабазовые формации***

Эти формации сосредоточены в Адайхох-Дарьяльской структурно-формационной зоны. Зона впервые была выделена М. К. Сузановым. А. М. Борсук объединяет их в единую габбро-диабазовую формацию с абсолютным возрастом от 40 до 160 млн лет (палеоген-юра).

В состав габбро-лейкодиабазовой формации входят габбро-диабазы, уралитизированные диабазы, альбитизированные пироксеновые диабазовые порфириты и другие породы с габбро-офитовой или офитовой структурой. Возраст их доюрский. Они образуют дайки и силы мощностью от 1 до 5 м, простирание их широтное, обнажаются по рр. Адайком, Бад, Фиагдон, Ардон. В бассейне р. Бад по элементам залегания и петрографическим особенностям выделены две группы даек диабазов: субширотные крутопадающие (Ю–70–89°) и северо-западные пологие (Ю–3 – 20–60°).

Первая группа даек представлена амфиболитизированными диабазами (амфиболиты с реликтовой структурой), вторая диабазами или диабазовыми порфиритами, менее измененными, чем первые. Центральные их части с порфириковой структурой, которая к краевым частям даек сменяется офитовой. Дайки первой группы пересекаются вторыми, с ними связывают медно-порфириковую формацию. Дайки секут палеозойские метаморфические сланцы и граниты, а также отложения лейаса. В долине р. Бад филлиты вблизи даек представляют собой типичные кварц-альбит-хлоритовые спилзиты с микрогранобластовой структурой.

### ***Габбро-диабазовая формация***

Проявлена севернее, в районе р. Архон представлена потоками диабазовых, базальтовых, андезитов-базальтовых мандельштептейновых апопикритовых серпентинитов, альбитизированных диабазов и их пирокластолитами.

Породы формации приурочены к узлам пересечения крупных широтных и меридиональных разломов и, вероятно, представляют собой центры подводной вулканической деятельности.

### ***Андезит-диоритовая формация***

Развита от верховьев р. Урух до р. Фиагдон, представлена андезитовыми и дацитовыми лавами, пирокластическими и вулканогенно-осадочными породами, а также небольшими субвулканическими интрузивными телами. Формация выделена Н. Н. Цветковым. С ней, по мнению большинства исследователей, генетически связано полиметаллическое оруденение Садонского района. Возраст формации 200–160 млн лет.

В пределах южного крыла Садоно-Унальской антиклинали породы формации почти полностью уничтожены эрозией в ходе поднятий и денудационных процессов.

На западе формация слагается пирокластическими и вулканогенно-осадочными породами, на востоке – лавами и лавобрекчиями дацитов. Все породы сходны между собой по минеральному составу и степени изменения (К. В. Давыдов, С. М. Тибилев, В. С. Стариков). Кроме андезитов и дацитов, отмечают развитие мощных покровов базальтоидов. С ними они связывают гидротермально-метасоматическое полиметаллическое оруденение. Кроме того ими выделены субвулканические и гипабиссальные тела основного и кислого состава, с которыми связывают жильное полиметаллическое оруденение Садонского рудного поля. Среди пород формации выделяются субщелочные базальты, трахиандезиты, риодациты.

### ***Гранодиорит-порфириковая формация***

Возраст ее 160–140 млн лет (поздняя юра). Развита в пределах осевой части Садоно-Унальской антиклинали в виде силло- и штокообразных тел и даек, секущих палеозойские

граниты, а иногда породы андезит-дацитовый формации. Обе формации – андезит-дацитовая и гранодиорит-порфировая – пространственно сопряжены и приурочены к разломам северо-восточного и широтного простирания. Большинство исследователей считает, что обе формации являются постмагматическими образованиями последовательной дифференциации нормального известково-щелочного магматического очага. Такие образования, по мнению Е. П. Устиева, типичны для островных дуг. Породы формации массивные, зеленовато-серые или фиолетовые. Порфировые вкрапленники в них представлены плагиоклазом и кварцем. Структура основной массы – от микролитовой до фельзитовой. Плагиоклаз альбитизирован.

### *Диорит-гранитная формация*

Находится на западе Горной Осетии, в осевой части Главного хребта. К ней относятся породы Цейского массива, расположенного на юге исследуемой территории. Это небольшие массивы и маломощные жилообразные тела, обнажающиеся по р. Танадон, Билягидон, Сангутидон, Сардидон, Донисардон, Караугом, в пределах Балкаро-Дигорского поднятия, по р. Хасихнидон. В составе формации – габбро-диабазы, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граниты, аляскиты.

Наиболее распространены из них кварцевые диориты, гранодиориты и граниты. Породы в основном имеют массивную текстуру, реже порфировую. По размерам зерен это – мелко- и среднезернистые разновидности. По составу – двуслюдяные с постепенным переходом к биотитовым и мусковитовым разновидностям. Все они в различной степени хлоритизированы. Габбро-диабазы встречаются в виде ксенолитов среди других разновидностей гранитоидов.

Танадонская группа жил и интрадацитовый массив (г. Таймазивцек) приурочены к области сочленения Штули-Харесской депрессии и зоны Центрального поднятия с Танадонской ослабленной субмеридиональной зоной, которые прекрасно дешифрируются на космических фотоснимках и в ландшафте опознаются по уступам в рельефе и совпадают с долинами рек.

Заложение большинства из них мыслится в палеозое, а их активизация в позднеюрское время на границе позднего мела и в плиоцен – антропогене.

Форма интрузий всех четырех групп идентична. Лакколит *Калько* – интрузивное тело, секущееся дайками дацитов, андезитов. В *Теплинской* группе гранитоидных лакколитов поздние фазы представлены дайками и некками витроандезитов, андезито-базальтов. *Сангутидонский* шток прорван дайками андезито-дацитов и штокообразным телом дацитов. *Танадонская* группа включает в себя интрузии штокообразной формы, небольшой интрадацитовый массив и большое количество даек эффузивного облика.

Вмещающими породами для неинтрузий являются глинистые сланцы юры. Подавляющее большинство даек имеет северо-западное простирание. Почти со всеми неинтрузиями связаны жилки аплитов или пегматитов, представляющие собой поздние фазы гранодиоритов. Сложный состав неинтрузий О. С. Белянкин объясняет явлениями контаминации неинтрузивной магмой боковых пород, плавлением и ассимиляцией пород. Породы неинтрузий преимущественно свежие, без следов катаклаза. На вмещающие их юрские сланцы, порфириты, древние граниты оказывают интенсивное контактное воздействие.

Н. И. Хитаровым установлено присутствие в неинтрузиях неупорядоченного моноклиналиного полевого шпата - промежуточного санидина.

Комплекс наших исследований включает в себя изучение магматизма, петрохимических особенностей магматических пород, тектонику, металлогеническое районирование и др.

Результаты изучения каждого из вышеуказанных направлений будут нами опубликованы в последующих работах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеевко В. А.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Высшая школа, 1989. 131 с.
2. *Зембатов С. С., Тибилев С. М. и др.* Составление для территории Северной Осетии карты прогноза слепых полиметаллических месторождений масштаба 1:25 000 и разработка комплексных методов их поисков / Отчет по теме Б.1.4/312(8) – 79-1/250. Орджоникидзе, фонды СОКГРЭ, 1977.
3. *Кодзаев Ю. В., Ильин В. Б., Шотаева А. Б.* Прогноз и поиски скрытого полиметаллического оруденения / Материалы 2-ой Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры «Технология разработки месторождений» им. акад. М. И. Агошкова, Владикавказ, 2003.
4. *Кобилев Г. И.* Геохимические индикаторы полиметаллического оруденения в Садонском районе: Отчет. Фонды ПГО «Севкавказгеология». Ессентуки, 1961. 158 с.
5. *Рыпинская Е. Г., Рыпинский С. М., Тибилев С. М.* Выявление морфологических и геохимических индикаторов не выходящих на дневную поверхность рудных тел и разработка методики их поисков на Архоно-Холстинском участке / Фонды СОКГЭ. Орджоникидзе. 1968, 131 с.

## REFERENCES

1. *Alekseenko V. A.* Geohimicheskie Metody poiskov mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh [Geochemical methods of exploration of mineral deposits]. Moscow: Vysshaja shkola, 1989. P. 131 (In Russian).
2. *Zembatov S. S., Tibilov S. M. and others.* Sostavlenie dlja territorii Severnoj Osetii karty prognoza slepyh polimetallicheskih mestorozhdenij masshtaba 1:25 000 i razrabotka kompleksnyh metodov ih poiskov. Otchet po teme B.1.4/312(8) – 79-1/250 [Preparation for the territory of North Ossetia maps for blind polymetallic deposits 1:25 000 scale and the development of integrated methods to find them. Report on B.1.4 / 312 (8) – 79-1 / 250]. Ordzhonikidze, fondy SOKGRE, 1977. (In Russian).
3. *Kodzaev J. V., Ilyin V. B., Shotaeva A. B.* Prognoz i poiski skrytogo polimetallicheskogo orudnenija. Materialy 2-oi Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 70-letiju kafedry «Tehnologija razrabotki mestorozhdenij» im. Akad. M. I. Agoshkova [Forecast and the search for the hidden polymetallic mineralization]. Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific-Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the department "Technology of mining" im. Akad. M. I. Agoshkova. Vladikavkaz, 2003. (In Russian).
4. *Kobilev G. I.* Geohimicheskie indikatory polimetallicheskogo orudnenija v Sadonskom rajone. Otchet [Geochemical indicators of polymetallic mineralization in Sadonsky area. Report]. Fondy PGO «Sevkavgeologija». Essentuki, 1961. P. 158 (In Russian).
5. *Rypinskaya E. G., Rypinsky S. M., Tibilov S. M.* Vyjavlenie morfologicheskikh i geohimicheskikh indikatorov ne vyhodjashhjih na dnevnuju poverhnost' rudnyh tel i razrabotka metodiki ih poiskov na Arhono-Holstinskom uchastke [Identification of morphological and geochemical indicators which are not coming to the surface of ore bodies and the development of methods of their searches on the Archon-Holstinsk site]. Fondy SOKGE. Ordzhonikidze. 1968. P. 131 (In Russian).

УДК 551

**ФАКТОР ГЛУБИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ  
ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ КРИТЕРИИ ОРУДЕНЕНИЯ***Кодзаев Ю. В.*, д-р техн. наук, профессор*Кусова Ж. Г.*, ст. преподаватель

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

(государственный технологический университет)

Владикавказ, Российская Федерация

Одним из первых исследователей глубинных параметров эндогенного оруденения на Северном Кавказе является Черницын В. Б. (1962–1964 гг.). Анализируя положение свинцово-цинковых месторождений жильного типа Горной Осетии на вертикальной проекции вдоль оси Дигоро-Осетинской структурно-формационной зоны, величину вертикального размаха оруденения оценил в 2500–3000 м при протяженности промышленного оруденения на 1,4 км.

Аналогичные построения были произведены Кобилевым Г. А., который определяет рудоносный интервал в пределах 3000 м в Дигорском и Садоно-Унальском рудном районах с увеличением его на востоке до 5000 м (Фиагдонское рудное поле) и до 7000 м на востоке (Чечня, Ингушения).

Некрасов Е. М. путем реконструкции надрудных толщ на продольных профилях выделил глубоко сформированные месторождения в древних породах фундамента (гранитах, кристаллических сланцах) и гипабиссальные и близповерхностные месторождения в песчано-сланцевых породах юрского чехла. Для месторождений первого типа вертикальный размах оруденения определен 2500 м, для месторождений второго типа – он сокращается до 1500 м.

На основе карты эрозионного среза (от нулевой поверхности) изучаемых месторождений Горной Осетии и статистического анализа этих данных Апостоловым Д. А. устанавливается:

- вертикальный размах оруденения 4,0–4,5 км;
- минимальная глубина формирования рудной минерализации находится в 700–750 м от дневной келловейской поверхности (из расчета батского возраста оруденения), что соответствует глубинам формирования близповерхностных месторождений в песчано-сланцевых отложениях юрского возраста;
- верхний уровень оптимальной глубины формирования богатого (промышленного) оруденения в пределах 2000–2250 м от нулевой поверхности;
- интервал промышленного оруденения района составил 1000–1500 м, для отдельных месторождений он оценивается приблизительно в 500 м для близповерхностных месторождений и 750–1000 м – для глубокого залегания;
- максимальное вскрытие оруденения современной эрозией составляет 3500–3725 м, так что подрудный интервал глубокозалегającego оруденения на поверхности не фиксируется, что является благоприятным фактором обнаружения слепого оруденения.

По отношению к нулевой поверхности рудная минерализация проявляет вертикальную зональность. «Верхняя граница распространения по вертикали пирротин-галенит-сфалеритового (существенно пирротинового) оруденения находится на глубинах 2750–3000 м, галенит-сфалеритового (с пирротинном) – 2250–2500 м. Галенит-

сфалеритовая минерализация проникает в приповерхностную зону до глубин 750–500 м. И, на самом деле, в неглубокосформированных месторождениях, локализующихся в песчано-сланцевом чехле (Хампаладаг, Какадур, Ханикам), пирротин в рудах практически отсутствует, на что указывал Некрасов Е. М.

Планомерное геохимическое изучение территории Горной Осетии началось с середины XX века. Все прошедшие годы увеличивались объемы исследований, совершенствовались методы их выполнения, возрастала информативность, разрабатывались методики геохимических критериев поисков слепого и слабоэродированного оруденения. Была составлена карта геохимического прогноза рудоносности масштаба 1 : 25000 на основе обобщения первичных геохимических материалов прошлых лет по методике, разработанной Дреусом Ю. Т. и Кайтуковым М. З., с выделением участков, перспективных на промышленное оруденение.

Установлено, что свинцово-цинковые месторождения Горной Осетии на поверхности фиксируются множеством пространственно сближенных геохимических аномалий различного элементного состава, которые, по мнению Кайтукова М. З., характеризуются «...единой как качественно (единые ряды зональности элементов-индикаторов), так и количественно (адекватные сечения ореолов различных месторождений характеризуются близкими значениями мультипликативного коэффициента зональности) геохимической зональностью первичных ореолов, вектор которой ориентирован вкрест простирания региональных разломов общекавказского направления, контролирующих пространственное размещение оруденения». Отмечена специфическая особенность наклона вектора зональности «грубоортогональному контакту палеозойского фундамента с юрским вулканогенно-осадочным чехлом», что подтверждается диагональным расположением вектора зональности в рудах и ореолах продольных профилей Садонского и Згидского месторождений.

Коллектив геологов УДН им П. Лумумбы, изучая ореолы элементов широкого рассеяния на известных полиметаллических месторождениях Северного Кавказа с различной степенью детальности, выявил определенную закономерность в строении эндогенных ореолов, их линейно вытянутые формы вдоль рудовмещающих разломов, установил ряды вертикальной зональности по сравнению линейных продуктивности и средних содержания; по величине геохимических коэффициентов лито- и халькофильных элементов определяется тип оруденения и уровенные срезы рудных тел. Рекомендуются комплекс элементов-индикаторов – йод, ртуть, сурьма, бор, свинец, цинк, медь, серебро, марганец, кобальт, никель, молибден, бериллий.

Относительно уровня эрозионного среза рудные тела предлагается выделить по различным ореолам рассеяния:

– рудные тела, выходящие на поверхность или имеющие близповерхностное залегание (40–60 м), наиболее контрастно регистрируются индикаторным отношением  $Pb \times Zn \times Cu/Co \times Ni \times Mo$ ;

– рудные тела в слепом залегании (до 200 м) и с небольшим эрозионным срезом – индикаторным отношением  $I \times Hg \times V/Co \times Ni \times Mo$ ;

– наиболее четко обнаруживают рудные тела в слепом залегании аномальные значения индикаторного отношения  $I \times Hg \times V/Pb \times Zn \times Cu$ .

Тектонические нарушения так же как и рудные тела сопровождаются аномалиями. Значения параметров свинца, цинка, меди в ореолах рудных тел выше, чем в аномалиях нарушений, а йода и ртути – наоборот. Значения геохимических коэффициентов  $Hg/Pb$  и  $I \times Hg \times V/Pb \times Zn \times Cu$  значительно выше в аномалиях тектонических нарушений, чем в ореолах рудных тел.

Из выявленных по разработанной УДН методике геохимических поисков восьми аномалий с параметрами глубокозалегающего оруденения, горными работами Садонского



СЦК подтвердились все на глубине не более 250 м. Наиболее показательными оказались аномалии йода на восточном фланге Архонского месторождения, где на горизонтах 2 и штольне 22 вскрыты промышленные рудные тела – жилы 4–6. На Джимидонском месторождении выявлены аномалии, приуроченные к рудной зоне Базанг, позднее вскрытой горными выработками и буровыми скважинами. Вероятно для проверки перспективных участков на обнаружение полиметаллических тел по геохимическим исследованиям Трофимова Н. Н. и др., необходима постановка детализационных работ на южном и юго-западном флангах соответственно Левобережного и Цагатдонского перспективных (по Зембатову С. С. и др.) участках.

Для изучения же закономерностей изменения геохимических характеристик первичного ореола в пространстве в целом и в отдельных его сечениях Скалетом А. М. разработана методика выявления их объемной геохимической зональности, которая определяется «... пространственной формой залегания зон различной степени накопления фронтальных элементов относительно тыловых». Основой методики явилось « построение в границах первичного ореола изоповерхностей индикаторного отношения, в числителе которого расположены фронтальные, а в знаменателе – тыловые элементы ряда зональности» с учетом возможных отклонений от типового ряда зональности жильных свинцово-цинковых месторождений в зависимости от конкретных особенностей месторождения, т. е. с учетом частного ряда зональности.

Согласно известной общей закономерности для жильных полиметаллических месторождений о переходе рудных тел и жил с повышением гипсометрического уровня в зоны ореолов возможно определение уровня эрозионного среза по индикаторным отношениям фронтальных и тыловых элементов зоны первичного ореола. О нижнерудном уровне эрозионного среза свидетельствуют наименьшие значения индикаторного отношения во внутренней зоне сечения ореола дневной поверхности, а расположение рудо локализирующей структуры в периферийной зоне с наибольшими значениями индикаторного отношения свойственно надрудному срезу. Приуроченность рудной жилы к промежуточной зоне с промежуточными значениями индикаторного отношения свидетельствует о рудном срезе.

Для оценки геохимической аномалии по методике, разработанной Скалетом А. М., необходимо: первое – определение выхода на поверхность рудоконтролирующей структуры и второе – выявление структуры геохимической зональности ореола. «Первая проблема решается на основе оконтуривания ореолов элемента привноса и выноса, вторая – выбор ряда зональности с выбором групп фронтальных и тыловых элементов».

На эталонных объектах Горной Осетии (Садон, Згид, Архон, Холст) из широкого спектра элементов только титан, иттербий и бериллий устойчиво образуют отрицательные аномалии, которые могут интерпретироваться как аномалии элементов выноса. Поэтому и предложен для оценки аномалии мультипликативный показатель интенсивности ( $\Pi_{и}$ ), равный отношению произведений содержаний или продуктивностей основных рудообразующих элементов и элементов выноса:

$$\Pi_{и} = (\text{Pb} \cdot \text{Zn} \cdot \text{Ag}) / (\text{Ti} \cdot \text{Yb} \cdot \text{Be})$$

Для оценки масштабов оруденения предлагается апробированный Григоряном С. В. коэффициент показателя концентрации ( $\Pi_{к}$ ), представляющий собой отношение площадей участков ореолов с высокими значениями  $\Pi_{и}$  к площадям участков с низкими  $\Pi_{и}$ :

$$\Pi_{к} = (\Pi_{и} \geq 5) / (\Pi_{и} \leq 0,25),$$

где градация показателей интенсивности  $\geq 5$  и  $\leq 0,25$  определена конкретно для свинцово-цинковых месторождений Горной Осетии по гистограммам распространения площадей с

различными значениями  $P_n$  от крупного (Садон) к среднему (Згид) и мелким полиметаллическим месторождением (Архон, Холст, Октябрьское).

По анализу возможных пространственных взаимоотношений рудолокализирующих структур и изоповерхностей индикаторного отношения Скалетом А. М. предложена количественная оценка размаха оруденения:

$$H = m / \sin \alpha,$$

где  $m$  – мощность продуктивной зоны, м;

$\alpha$  – угол между рудной жилой и изолиниями индикаторного отношения.

Граничным значениям этого интервала отвечают определенные изоповерхности индикаторного отношения, которые ограничивают в пространстве продуктивную зону, в пределах которой рудолокализирующие структуры характеризуются промышленными параметрами. Таким образом, размах оруденения в определенном сечении ореола тем больше, чем больше интервал рудолокализирующей структуры, расположенной в продуктивной зоне.

Также изучался вопрос вертикальной геохимической зональности эндогенных ореолов по методике Северо-Кавказской ГМП (Макаров В. Н., Коновалов Б. Т.). Общая для всех субформация полиметаллического оруденения в гранитах зональность не установлена из-за различия их в количественном и качественном минеральном составе. Однако на основе частных рядов вертикальной зональности ореолов рудных жил свинцово-цинковых месторождений Горной Осетии определен обобщенный ряд вертикальной зональности среднестатистического инфильтрационно-диффузионного ореола в гранитах (сверху – вниз): серебро, свинец, кобальт, иттрий, хром, молибден, медь, иттербий, мышьяк, цинк, марганец, фосфор, титан, стронций, цирконий, никель, ванадий, барий, галлий, олово; в аргеллито-алевролитовой толще нижней юры: серебро, свинец, медь, никель, цинк, молибден, олово, ванадий, марганец, галлий, фосфор, хром, титан, кобальт, мышьяк, висмут.

На основе этих рядов и с учетом контрастности изменения содержаний элементов предложены разработанные по методике Коновалова Б. Т. коэффициенты вертикальной зональности эндогенных ореолов в гранитах и аргеллито-алевролитовой толще.

Анализируя разработанные методики поисков и оценки первичных ореолов жильных свинцово-цинковых месторождений Горной Осетии и учитывая конкретные особенности исследуемого объекта, разбраковку геохимических аномалий следует производить с использованием частного ряда зональности элементов-индикаторов мультипликативного показателя интенсивности, равного отношению произведений содержаний или продуктивности основных рудообразующих элементов и элементов выноса.

Для оценки эрозионного уровня возможно использование методики сопоставления интервалов значений мультипликативного коэффициента зональности на различных уровнях, рассчитанного по отношению  $Pb^2 \cdot Ag/Zn \cdot Cu \cdot Co$ . Отмечается четкая тенденция увеличения значения коэффициента зональности с повышением геохимического уровня. Наиболее надежно этот показатель срабатывает для зон, « в пределах которых выходят на поверхность рудолокализирующие структуры».

На примере эталонных свинцово-цинковых месторождений Горной Осетии апробирована методика оценки масштабов сульфидного оруденения по показателю концентрации ( $P_k$ ), выражающему прямую зависимость от запасов месторождения. Установлена его вариация от 2,2 по месторождению Садон с запасами суммы металлов категории В + С<sub>1</sub> ≈ 20 тыс. т. До 0,14 по месторождению Октябрьское (В + С<sub>1</sub> = 3,5 тыс. т аналогично вышеописанному).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Лукашев К. И.* Геохимические поиски элементов в зоне гипергенеза. М., 1967.
2. *Алексеев В. А.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М., 1989.
3. *Соловов А. П.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М., 1985.

УДК 551

## ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНЫХ ПОРОД ГОРНОЙ ОСЕТИИ

*Кусова Ж. Г.*, ст. преподаватель

*Кодзаев Ю. В.*, д-р техн. наук, профессор

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

(государственный технологический университет)

Владикавказ, Российская Федерация

*We studied patterns of distribution and the study of the composition of Circum vein rock Ossetia. Studied magmatism, tectonics, petrochemical features, zoning (structural, mineral, etc.), studied the factor of depth of formation of mineralization and petrochemical characteristics, geochemical criteria, geophysical prospecting and appraisal work, explored the relationship of changes in the composition ecologically rocks with the processes of formation of ores, etc. In this article the results of studies on structural and tectonic control, given the link with magmatism, and lithologic control factor of the shielding.*

### Структурно-тектонический контроль

Формирование полиметаллического оруденения в рудных полях тесно связано со структурно-тектоническим строением формационных зон (СФЗ). В нашем случае – со строением Дигоро-Осетинской СФЗ, представляющей антиклинальное сооружение. Поднятие доюрского его фундамента привело к образованию тектонических блоков, которые в результате последующих деформаций преобразовались в локально-складчатые и складчато-блоковые структуры, ограниченные в продольном направлении региональными глубинными разломами субкавказского простирания – Тоторс-Махчешским, Северным Штулинским, Садоно-Унальским, Северным, а в поперечном – сбросо-сдвигами северо-восточного простирания – Кионским, Згидским, Садонским и др. Первая группа разломов явилась региональными рудоконтролирующими, вторая – локальными рудоконтролирующими.

Наиболее крупные месторождения свинца и цинка (Згид, Садон) приурочены к поперечным прогибам – зонам относительного растяжения типа щелевых рифтов, осложняющим сводовую часть и крылья Садоно-Унальской горст-антиклинали.

Более мелкие месторождения и рудопроявления локализованы в тектонических блоках, ограниченных продольными и диагональными разломами, заложенными в доскладчатое время. Формирование рудных тел устанавливается и в поперечных тектонических блок-пластинах, образованных сопряжением рудоконтролирующих разломов с трещинами отрыва или скола, а также в участках складчатых структур, осложненных мелкими клиновидными складками или поперечными флексурами и поперечными разрывами.

Наиболее перспективное оруденение локализуется в продольных и диагональных трещинных структурах. Перспективы рудопоявлений, залегающих в надвиговых структурах (например, Северное), можно рассматривать как индикатор глубинного «слепого» оруденения.

Как показывает структурный анализ, степень тектонической проработки рудных полей неоднородна. В местах скопления промышленного оруденения повышается роль по-

перечных тектонических дислокаций, неоднократно обновляющихся. Установлено, что поперечные рудоконтролирующие нарушения в гранитах имеют преобладающее северо-восточное направление ( $0-30^\circ$ ,  $30-60^\circ$ ) с крутым ( $75-90^\circ$ ) падением на юго-восток или северо-запад. Лишь на Холстииском месторождении промышленное оруденение локализуется в зоне субмеридионального направления. Рудовмещение структуры в песчано-глинистых отложениях развито в основном в северо-западном направлении ( $300-340^\circ$ ), реже субширотном и меридиональном простирании.

Иногда разрывные нарушения развиваются согласно слоистости песчано-глинистых пород.

Разрывные структуры, благоприятные для локализации свинцово-цинковых руд, не всегда фиксируются на поверхности.

Выявление «слепых» разломов возможно по результатам составления карт трещиноватости, которые на первом этапе поисков выполняются по данным дешифрирования аэрофотоснимков исследуемой площади, а затем определяется фон трещиноватости пород и любое превышение удельной трещиноватости, возможно, указывает на проявление «слепого» разлома.

### Связь с магматизмом

Вопрос связи магматических проявлений и жильного свинцово-цинкового оруденения Северной Осетии изучался многими исследователями (Кобилев Г. А., Некрасов Е. М., Зембатов С. С. и др.)

Установлено, что во всех магматических породах Дигоро-Осетинской структурно-формационной зоны, за исключением даек диабазов, заметно древнее оруденение, которое сформировалось в позднегеосинклинальный период развития складчатых структур. На начальном этапе мезозойского магматизма сформировалась покровная фация андезитодацитов (осетинская свита), с которой в генетической и пространственной связи находятся аналогичные по составу дайковые и небольшие интрузивные тела, прорывающие доюрский кристаллический фундамент. Вулканогенные и вулканотерригенные породы, как правило, играют роль экрана, под которым в образованиях фундамента локализуются месторождения. Близко, одновременно с образованием покровов андезитодацитов, происходит внедрение экструзии субвулканических андезитов (Верхне-Ходский вулканический аппарат), а на завершающем этапе формирования Ходского комплекса (вулканотерригенный горизонт) – внедрение базальтов (Дзамадский вулканический аппарат), являющихся производными более глубинного магматического очага.

Развитие тел интрузивного и субвулканогического происхождения в районе жильного свинцово-цинкового оруденения указывает на их тесную пространственную связь. Рудные тела размещены и в гранитах фундамента, и в эруптивных брекчиях и, проникая вверх по зонам разрывов, в субвулканических телах кварцевых альбитофиров. Приурочены они, как правило, к трещинам отрыва или скола, используя иногда и контакты даек, штоков, вулканических жерл. Таким образом, рудоносные флюиды в определенных случаях использовали те же пути движения, что и андезитодациты, а структуры следует рассматривать как субвулканические образования, длительно развивавшиеся во времени (от плинсбаха до байоса-бата).

Занимаясь изучением строения и развития юрской вулканоплутонической формации Садонского района, Давыдов К. В. отмечает стадийность в проявлении среднеюрского магматизма и выделяет генетическую, эксплозивную, вулканотерригенную и гипобиссальную стадии, наиболее полно проявленные на площади Ногкауского месторождения, рассматривая последнее как палеокальдеру.

Проблемой роли эксплозивных и эксплозивно-гидротермальных брекчий в формировании рудных месторождений занимался Побыванец В. С. на примере месторождений Садонской группы. Изучив морфологию рудных тел и текстуры руд, он установил единство

очага (магматического) для цемента брекчий и субвулканических дацитовых порфиритов, фазы брекчиеобразований, структурную, генетическую и временную связь этого процесса с рудоотложением. Анализируя гипсометрическое положение и взрывно-гидротермальных брекчий на этих месторождениях, он отметил приуроченность первых к средним уровням месторождений, а вторых – к верхним и средним и постепенное с глубиной их количественное уменьшение. Отмеченные особенности являются признаками вертикальной зональности жильных месторождений.

Существование локальной магматогенно-рудной системы (ЛМРС) на площади Горной Осетии доказывается в работе Макарова В. Н. и др. Эта система является сегментом регионального ранне-среднеюрского вулканоплутогенного пояса (ВПП). Для выяснения генетической природы полиметаллического оруденения этот коллектив, изучая взрывные брекчии на месторождении Верхний Згид, выделил шесть их типов по вещественному составу матриц. По результатам петрохимических характеристик, минерального, петрогенетического состава пород, форме обломков они подтвердили существование генетической связи взрывного процесса с рудообразованием: «...вслед за внедрением даек риолитов калиевой серии появляется восходящий поток рудно-флюидно-магматического расплава, сопровождающийся взрывными процессами. В участках поднятия кристаллического фундамента над головными очагами магматогенно-рудной системы образовались закрытые (глубинные) линейные крутопадающие флюидно-взрывные структуры преимущественно северо-восточного простирания (аз. 0–50°), несущие полиметаллическое оруденение. В алевролитосланцевых образованиях это же оруденение контролируется закрытыми флюидно-взрывными структурами, приуроченными к субширотным флексурам крыльев складок. Вариации вещественного состава и количественных соотношений компонентов в матрицах взрывных брекчий указывают на ритмический характер флюидно-взрывного процесса, а изменение состава флюидно-взрывного расплава от ритма к ритму – на сложность его дифференциации». Полибрекчиевое строение рудоносных зон и является результатом пульсационного поступления растворов по тектоническим разрывам неоднократно обновляющимся.

Таким образом, анализируя ранее выполненные исследования, приходим к выводам:

- существование локальной магматогенно-рудной системы (ЛМРС) в Горной Осетии обосновано. В результате газо-взрывных прорывов вдоль ослабленных в тектоническом отношении зон повышенной трещиноватости происходит сложный процесс брекчиеобразования. Среди жильных брекчий выделены разновидности и доказана их генетическая связь с рудообразованием, что подтверждается находками обломков оруденелых гранитпорфиритов в взрывных брекчиях гетерогенного состава с кокардообразными текстурами с участием магнетита, маргансидерита, галенита, сфалерита, пирита и кальцита;

- брекчии прерудного этапа (взрывные) – это образования более молодые, чем субвулканические дацитовые порфириты и гранодиорит-порфиры. Образование взрывных брекчий предшествует процессу рудоотложения, на что указывает повышенное содержание свинца, цинка, висмута, меди, серебра, марганца в цементе брекчий, пересечение рудными телами взрывных брекчий и их пространственная связь;

- стадии брекчиеобразования отражают стадийность рудоотложения. Главную роль в концентрации промышленного оруденения играли брекчии кварцевой (1-ой) и рудной (3-ей) фаз брекчиеобразования, соответствующие пирит-кварцевой и галенит-сфалеритовой стадиям минералообразования;

- наличие взрывных и гидротермально-взрывных брекчий, характерных для определенных уровневых срезов свинцово-цинковых месторождений, является существенным локальным поисковым признаком полиметаллической минерализации в Садоно-Унальском рудном поле.

### Литологический контроль и факторы экранирования

На протяжении всей истории геологического изучения Садонского рудного района вопросу роли литологического фактора в локализации оруденения уделялось достаточно пристальное внимание. Наибольший вклад и освещение этого вопроса внесли Ажгирей Г. Д., Рыпинский С. М., Башкина Э. Ф., Кобленц Э. Л. и др.

Преимущественная локализация полиметаллического оруденения в гранитах служила долгое время основанием для вывода о том, что граниты, как наиболее хрупкие породы, являются благоприятной толщей, в то время как слабооруденелые вулканогенные породы осетинской свиты и терригенные толщи нижней и средней юры служат экраном и, таким образом, представляют собой толщи малоперспективные на обнаружение полиметаллического оруденения. Однако по мере расширения фронта горных работ на месторождениях Садонского СЦК отмечалось все больше случаев проникновения и развития рудных жил в вулканогенных породах. Некоторые исследователи пришли к выводу, что роль вулканогенных пород в качестве экрана сильно преувеличена. По данным рудничной геологии, Кобленц Э. Л. для Садонского месторождения установил ряд благоприятности пород в отношении локализации в них оруденения в порядке убывания: гравелиты и конгломераты – граниты – вулканогенные породы. Проведенный подсчет запасов по месторождениям Садонского СЦК показывает, что в гранитах сосредоточено 60 % запасов, в аргиллитах тоара-нижнего аалена – 25 %, в сланцах буронской свиты – около 10 % и лишь 2–3 % приходится на вулканогенные породы.

Следует отметить, что освещение роли литологического фактора в локализации полиметаллического оруденения проводилось преимущественно на основе геологических наблюдений в выработках и обнажениях, редких определений показателей физико-механических свойств вмещающих пород.

Исследования, проведенные сотрудниками РУДН им. П. Лулумбы в более полном объеме, позволили сделать качественный анализ. По возрастанию упругих модулей в целом можно установить следующий ряд: гравелиты – вулканогенные породы – граниты – песчаники – серицит-кварцевые хлоритовые сланцы – амфиболиты. Выделяют три группы пород, существенно отличающихся по упругим характеристикам: амфиболиты, метаморфические сланцы и песчаники – граниты – вулканические породы. Практический интерес представляет собой характеристика физико-механических свойств гранитов и вулканических пород, а также вулканогенных пород и песчаников мизурской свиты.

При анализе данных пород первой группы отмечается близость их параметров по многим характеристикам. Очевидно, что только физико-механическими свойствами нельзя объяснить наличие основной массы рудных тел в гранитах и их затухание в вулканогенных породах. Так, для жил Октябрьского месторождения четко устанавливается контролирующая роль вулканогенных пород, а для жилы Южная (месторождение Архон) – рудовмещающее нарушение пересекает подошву вулканитов и проникает в них, превращаясь в серию трещин с плоскостями скольжения, выклиниваясь вверх по восстанию.

Учитывая тот факт, что возраст гранитов и вулканогенных пород различный и граниты, как более древние образования, испытали больше этапов деформаций, можно определенно утверждать о более древнем возрасте заложения трещин и разрывных нарушений в гранитоидах. Следовательно, когда происходит формирование вулканогенных пород, уже существовавшие в гранитах трещины и разрывные нарушения получали дальнейшее развитие. Разная степень проработанности рудовмещающих трещин в вулканогенных породах является основной причиной избирательной приуроченности оруденения к гранитам.

Установлено, что полиметаллическое оруденение проникает практически во все породы геологического разреза: от сланцев буронской свиты до песчано-сланцевых пород средней юры включительно, и его можно рассматривать в разрезе четких экранирующих

толщ. Имеющиеся отличия физико-механических свойств горных пород, слагающих различные толщи, накладывали лишь свои специфические черты, как на проявление рудовмещающих структур, так и на морфологию рудных тел.

Экранирование отмечается и рудных телах на сопряжении рудовмещающих трещин со сколовыми трещинами, выполненными глиной трения. Так, по Главной Верхне-Згидской жиле на сопряжении Пололого сброса с I-ым и II-ым Большими сбросами образованы крупные скопления руды.

Результаты исследований по вышеприведенным направлениям будут нами использованы в главной заключительной части научных исследований – в разработке прогнозно-поискового комплекса при поисках оруденения на глубине.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Давыдов К. В., Давыдова Э. И.* Общие поисковые работы в пределах развития вулканогенных образований Осетинской свиты в Садонском рудном районе за 1980–1982 гг.
2. *Баранов Г. И.* Новые данные по магматизму и метаморфизму пород Северного Кавказа. Тезисы докладов VII краевой конференции по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. Ессентуки, 1991.



УДК 699.841

## СЕЙСМОСТОЙКАЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ОПОРЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

**Мажиев К. Х.**, магистр МАНЭБ

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
им. акад. М. Д. Миллионщикова, Комплексный научно-исследовательский  
институт им. Х. И. Ибрагимова Российской Академии наук  
Грозный, Российская Федерация  
e-mail: m.k.kh@mail.ru

*В статье анализируется поведение исторических сооружений, построенных в горной местности. Предлагается сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры для использования при застройке горных территорий. Приводится пример определения внутренних усилий в элементах конструкции многофункциональной опоры.*

*The article analyzes the behavior of historic structures built in the highlands. Seismic design is proposed multipurpose support for use in building mountain areas. An example of determining the internal forces in the structural elements of the multifunction support.*

Еще много веков назад в горной местности люди применяли разнообразные методы защиты зданий и сооружений от разрушительного действия землетрясения. Примером тому являются уникальные сооружения башенной архитектуры вайнахов. Вайнахские башни отличались изяществом и рациональностью конструктивных решений, что позволило им выстоять до наших дней и выдержать множество землетрясений.

При освоении горных территорий в современных условиях требуется создавать развитую инфраструктуру, которая включает в себя не только здания, но и различные линейные сооружения, линии электропередач и др., которые должны обладать стойкостью в условиях интенсивных сейсмических воздействий. Наиболее распространенным подходом к обеспечению сейсмостойкости стало применение различных систем сейсмозащиты, благодаря которым снижаются сейсмические воздействия на здания и сооружения. В горной местности нашей страны и за рубежом ежегодно увеличиваются объемы работ строительства новых, ремонта и восстановлении уже имеющихся зданий и сооружений. Значительная часть осуществляемых объемов строительно-восстановительных работ производится в сложных инженерно-геологических условиях с применением сейсмоизоляции.

К ним относится «Сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры» [1]. Использование сейсмостойкой многофункциональной конструкции опоры приводит к повышению сейсмостойкости сооружения и снижению технико-экономических показателей при изготовлении, транспортировке и установке в проектное положение по сравнению с традиционными способами. Существующие аналогичные опоры содержат стойку, закрепленную одним концом на опорной поверхности, и несущие в верхней части, расположенные по разные стороны от стойки и разнесенные по высоте консоли для узлов крепления подвешиваемых проводов линии электропередачи. Другая схожая опора линии электропередачи, содержащая две опертые с помощью вращающихся шарниров на отдельные фундаменты металлические стойки, вертикально удерживаемые в направлении, поперечном оси линии, с внешней стороны одиночными оттяжками, а с внутренней стороны с помо-

щью натяжения гибкого троса, создаваемого весом проводов, крайние из которых прикреплены к вершинам стоек шарнирными элементами. Недостатками подобных конструкций опор является то, что они не отвечают требованиям сейсмостойкости, занимают значительную территорию застройки и являются нерентабельными с точки зрения экономического эффекта при сборке, перевозке и установке.

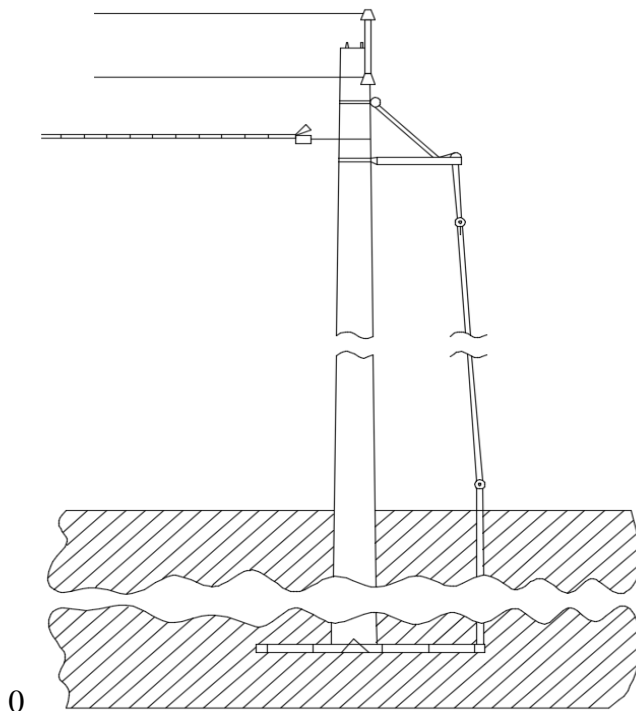


Рис. 1. Сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры

Нами предложена конструкция сейсмостойкой многофункциональной опоры [1] (рис. 1), имеющей у своего основания раму, к которой с торцевой части закреплен гибкий натяжитель, соединенный тросом с тягой, прикрепленной к маятнику с серьгой. Таким образом, использование данной конструкции позволяет придать дополнительную устойчивость самой опоре за счет того, что в ней применяется усовершенствованная гибкая оттяжка. Уменьшение занимаемой земельной площади достигается относительно небольшим расстоянием между оттяжкой и опорой [1]. Низкая стоимость отдельных элементов конструкции опоры снижает общую стоимость устройства.

Подбор основных параметров разработанной сейсмостойкой многофункциональной опоры осуществляется на основе определения внутренних усилий в конструкциях от действия внешних нагрузок [2]. Для этих целей предлагается расчетная схема многофункциональной конструкции опоры, приведенная на рисунке 2. В качестве внешней нагрузки рассматриваются силы, действующие в проводах (вантах), интенсивность пригрузки грунта на опорную раму (сверху-вниз), интенсивность отпора грунта на опорную раму (снизу-вверх). Размеры опорной рамы (площадь) и ее заглубление в грунт зависят от высоты опоры, пролета между опорами и грунтовых условий. Внутренние усилия в элементах многофункциональной опоры определяются методами строительной механики по расчету статически определимых систем. На рисунке 3 показаны характер эпюры и величины изгибающих моментов  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$ ,  $M_5$  соответственно в узлах А, В, С и D от действия внешних нагрузок. На участках действия пригрузки и отпора грунта эпюра имеет криволинейный характер. На участках действия сосредоточенных сил очертание эпюры носит прямолинейный характер. По найденным внутренним усилиям подбираются поперечные сечения опоры и ее элементов.

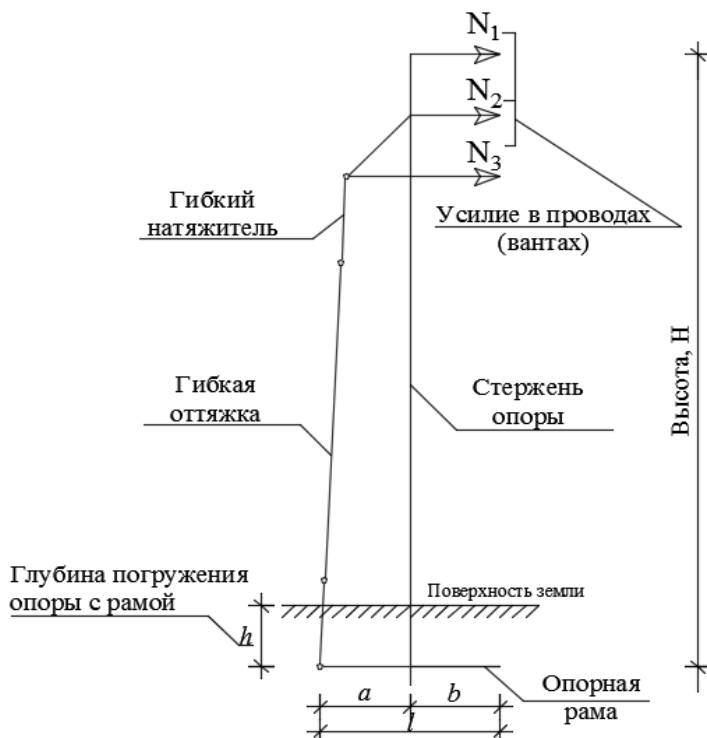


Рис. 2. Расчетная схема многофункциональной сейсмостойкой опоры с заглубленной опорной рамой

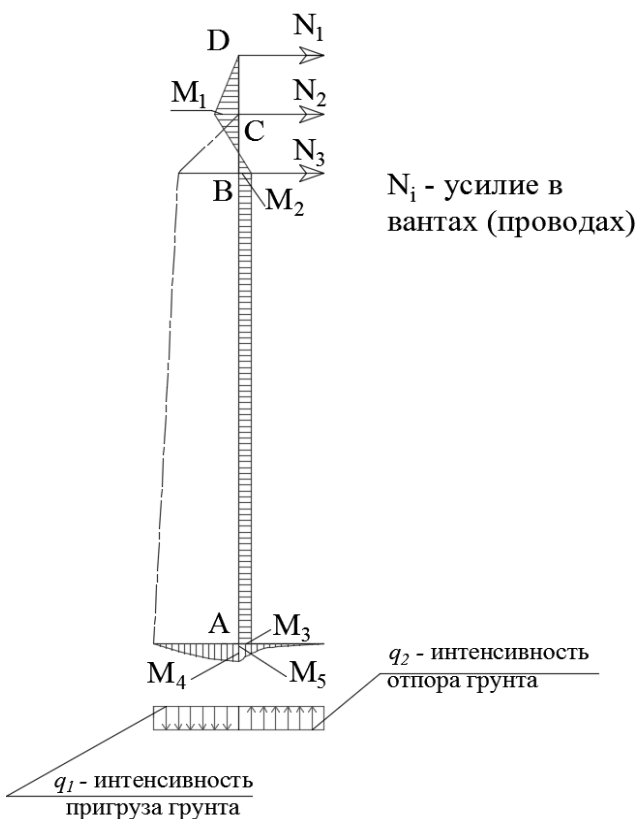


Рис. 3. Характер эпюры и величины изгибающих моментов  $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5$  соответственно в узлах А, В, С и D от действия внешних нагрузок

Величины изгибающих моментов  $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5$  в узлах А, В и С от действия внешних нагрузок определяются исходя из равновесия узлов многофункциональной сейс-

мостойкой опоры, рассматриваемой как статически определимую систему. Условием равновесия узла А (рис. 4) является равенство (1).

$$M_4 = M_3 + M_5 \quad (1)$$

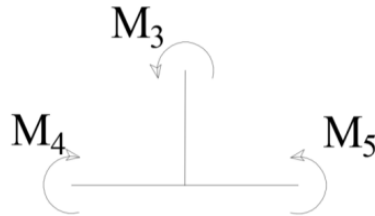


Рис. 4. Равновесие изгибающих моментов в узле «А»

Предложенный подход к расчету разработанной и защищенной патентом Российской Федерации конструкции многофункциональной сейсмостойкой опоры позволяет определить внутренние усилия в заданных сечениях и подобрать требуемые параметры опоры. Таким образом, разработанная сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры может успешно применяться при застройке горных территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2 477 357 С1 РФ МПК Е04Н 12/24. Сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры / М. Л. Ахмадов, Л. К. Ахмадов, Д. К-С. Батаев, Х. Н. Мажиев, С. А. Бекузарова, А. Х. Шахабов, К. Х. Мажиев – 2011131909/07; заявл. 28.07.2011; опубл. 10.03.2013; Бюл. № 7. 4 с.
2. Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. К расчету конструкции многофункциональной сейсмостойкой опоры // Молодежь, наука, инновации. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Том II. Грозный: ГГНТУ, 2014. С. 552–556.
3. Мажиев К. Х., Мажиева А. Х., Мажиев А. Х. К вопросу производства долговечных конструкций многофункциональных сейсмостойких опор из мелкозернистого бетона // Качество строительных материалов, изделий и конструкций: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Махачкала: АЛЕФ, 2013. С. 25–28.
4. Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. Сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых в честь 100-летия академика М. Д. Миллионщикова. Грозный, 2013. С. 150–153.
5. Мажиев Х. Н., Батаев Д. К-С., Газиев М. А., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. Материалы и конструкции для строительства и восстановления зданий и сооружений в сейсмических районах. Грозный, 2014. 652 с.
6. Мажиев Аслан Х., Мажиев Адам Х. Инновационные сейсмоизолирующие конструкции, применяемые при строительстве высоких многофункциональных зданий. Инновационные технологии в производстве, науке и образовании. Материалы III международной научно-практической конференции. Грозный. 2013. С. 297–310.
7. Сейсмоизоляция и адаптивные системы сейсмозащиты (монография) / Я. М. Айзенберг, М. М. Деглина, Х. Н. Мажиев [и др.] // Академия наук СССР, М.: Наука, 1983. 142 с.
8. Адаптивные системы сейсмической защиты сооружений / Айзенберг Я. М., Нейман А. Н., Абакаров А. Д. [и др.]. М.: Наука, 1978. 248 с.
9. Мажиев Х. Н. Системный подход в решении проблемы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений // Межрегиональный Пагуошский симпозиум «Наука и высшая школа Чеченской Республики: перспективы развития межрегионального и международного научно-технического сотрудничества». М.: Наука, 2011. С. 298–301.

УДК 69.01, 699.841

## СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Мажиева А. Х.**, магистр МАНЭБ

Грозненский государственный нефтяной технический университет

им. акад. М. Д. Миллионщикова

Грозный, Российская Федерация

e-mail: aminamazhieva@mail.ru

*В статье рассматриваются способ и состав производства мелкозернистого бетона для сейсмоизолирующих конструкций фундаментов, сейсмостойких многофункциональных конструкций опор, выключающихся связей, упоров-ограничителей и резервных элементов при застройке горных территорий. Показана возможность использования ячеистых бетонов при изготовлении комплексных конструкций системы сейсмозащиты.*

*This article discusses a method and composition for the production of fine-grained concrete seismic isolation of foundations, earthquake-resistant structures of multifunctional poles, turn off the connections, limit stops, and reserve elements in the building of mountain areas. The possibility of use of cellular concrete in the manufacture of complex system designs seismic.*

Надежность и долговечность зданий и сооружений, возводимых при застройке горных территорий, относящихся к районам высокой сейсмической опасности, определяет, как известно, материал конструкций. К основным свойствам материала, обеспечивающего сейсмостойкость конструкций зданий и сооружений, относятся его прочность при повторных знакопеременных нагрузках, ударная и динамическая прочность, выносливость, деформативность, плотность и др.

В сейсмоопасных районах эффективным для строительства материалом может быть мелкозернистый бетон, который обладает рядом свойств, обеспечивающих сейсмостойкость конструкций.

В работе рассматриваются способ и состав производства мелкозернистого бетона для сейсмоизолирующих конструкций фундаментов, сейсмостойких многофункциональных конструкций опор, выключающихся связей, упоров-ограничителей и резервных элементов. Сейсмоизолирующие конструкции впервые предлагается изготавливать из высокопрочных мелкозернистых бетонов, полученных на основе специальных составов. Полезность технических решений состоит в том, что на основе полученных новых составов мелкозернистого бетона будут изготавливаться эффективные сейсмоизолирующие конструкции, которые могут быть использованы при строительстве зданий и сооружений в горных районах, являющихся, как правило, районами высокой сейсмической опасности.

Для исследования на выносливость мелкозернистого бетона были изготовлены образцы составов: портландцемент М500, строительный песок средней крупности, гранитный щебень фракции 10 мм и добавки: 2 % хлористый кальция и 0,2 % ССБ от веса цемента (табл. 1).

Для приготовления мелкозернистого бетона на карбонатных заполнителях (серия 4) использовались известняковые щебень крупностью 10 мм (удельный вес 2380, объемный вес 1430 кг/м<sup>3</sup>) и песок с модулем крупности 3.

Мелкозернистый бетон составов 1–4 испытывался в возрасте 4–6 мес., а состава 5 – в возрасте 2–3 мес.

Таблица 1

### Составы бетонов для испытаний на выносливость

| № серий | Материал | Расход материалов, кг/м <sup>3</sup> в сериях |          |           |      |      |
|---------|----------|---|----------|-----------|------|------|
|         |          | 1   | 2        | 3         | 4    | 5    |
| 1       | Цемент   | 350   | 350      | 350       | 350  | 350  |
| 2       | Вода     | 180   | 180      | 180       | 180  | 190  |
| 3       | Песок    | 680   | 680      | 680       | 630  | 650  |
| 4       | Щебень   | 1260  | 1260     | 1260      | 1260 | 1230 |
| 5       | Добавки  | -   | 7 (CaCl) | 0,7 (ССБ) | -    | -    |

Проведенные опыты показали степень влияния технологических приемов на предел выносливости бетона.

Также проведены испытания серии изготовленных образцов высокопрочного бетона на гранитном щебне (цемент – 480, вода – 185, песок – 650, щебень – 1300 кг/м<sup>3</sup>, призматическая прочность – 55,0 МПа) в возрасте 1 год. Результаты испытаний показали, что прочность бетона возрастает с увеличением его возраста.

Для исследования работы мелкозернистого бетона при сжатии и растяжении были изготовлены и испытаны более 200 призм размером 10 x 10 x 40 см и 100 «восьмёрок» из обычного и мелкозернистого бетона.

Полученный мелкозернистый бетон впервые использован при изготовлении сейсмоизолирующих конструкций фундаментов, сейсмостойких многофункциональных конструкций опор, выключающихся связей (рис. 1–3).

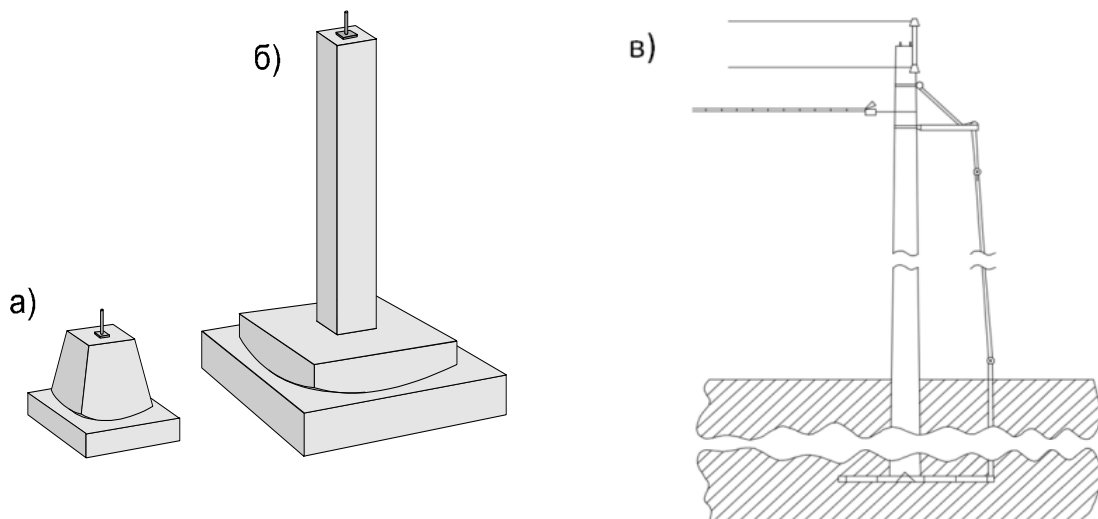


Рис. 1. Формы сейсмоизолирующих фундаментов и опор:  
а) тумба, б) стойка, в) сейсмостойкая многофункциональная опора

Реализация полученного продукта осуществлялась на действующем предприятии – Аргунском комбинате строительных материалов и изделий Чеченской Республики.

Уникальность разработанного инновационного продукта состоит в том, что предоставляется возможность производства долговечных сейсмоизолирующих конструкций фундаментов и сейсмостойких многофункциональных конструкций опор из мелкозернистого бетона специальных составов. Такие конструкции могут найти применение при строительстве объектов в сейсмически опасных районах горных территорий [1].

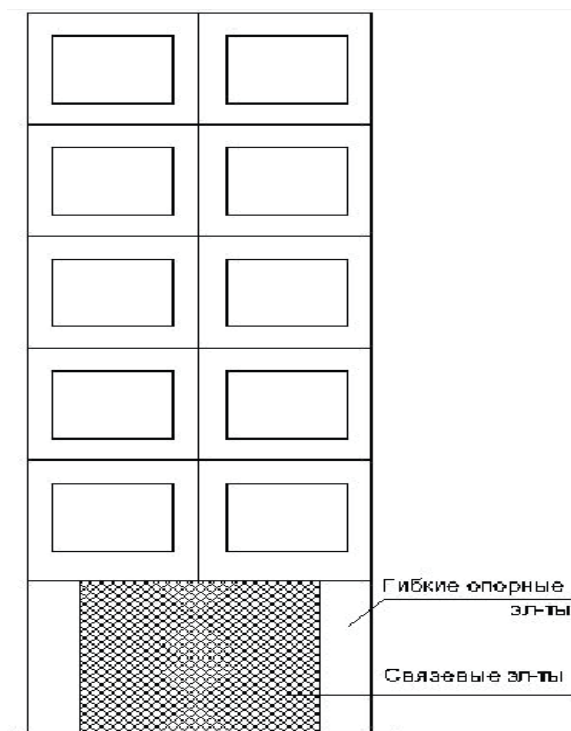


Рис. 2. Пример использования мелкозернистого бетона при изготовлении связевых элементов в здании с выключающимися (включающимися) связями



Рис. 3. Использование мелкозернистого бетона при изготовлении железобетонных конструкций системы сейсмозащиты с выключающимися связями

Анализ конкурентоспособности позволил выделить преимущества разработанного инновационного продукта перед аналогами, произведенными в стране и за рубежом (таблица 2).

Таблица 2

### Преимущества перед аналогами в стране и за рубежом

| Технико-экономический показатель (наименование и единица измерения) | Наименование аналога инновационной продукции |                               | Наименование инновационной продукции | В чем проявляются новые качества предлагаемого продукта по сравнению с аналогами  |
|---|--|-------------------------------|--------------------------------------|---|
|   |  | Бетон из крупного заполнителя | –                                    | Высокопрочный мелкозернистый бетон для сейсмоизолирующих конструкций фундаментов  |
| Стоимость единицы продукции   | 100 %  | –                             | 70 %                                 | Конкурентные преимущества проявляются в снижении стоимости конечного продукта   |
| Принципиально новые качественные возможности                        |  |                               |                                      | Впервые становится возможным применение высокопрочного мелкозернистого бетона при производстве сейсмоизолирующих конструкций фундаментов и сейсмостойких многофункциональных конструкций опор |

Таким образом, впервые становится возможным применение высокопрочного мелкозернистого бетона при производстве сейсмоизолирующих конструкций фундаментов, сейсмостойких многофункциональных конструкций опор, выключающихся связей, упоров-ограничителей и резервных элементов для застройки горных территорий. В отдельных случаях, при изготовлении комплексных конструкций, выполняющих роль выключающихся или включающихся связей, наряду с высокопрочными мелкозернистыми бетонами является эффективным использование ячеистых бетонов [3, 4], в том числе, дисперсно-армированных.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Мажиев К. Х., Мажиева Адам Х., Мажиев Аслан Х.* К вопросу производства долговечных конструкций многофункциональных сейсмостойких опор из мелкозернистого бетона // Качество строительных материалов, изделий и конструкций: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Махачкала: АЛЕФ, 2013. С. 25–28.
2. *Мажиев Х. Н., Батаев Д. К-С., Газиев М. А., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х.* Материалы и конструкции для строительства и восстановления зданий и сооружений в сейсмических районах. Грозный, 2014. 652 с.
3. *Силаенков Е. С., Батаев Д. К-С., Мажиев Х. Н., Газиев М. А.* Повышение долговечности конструкций и изделий из мелкозернистых бетонов при эксплуатационных воздействиях. Грозный, 2015. 355 с.



4. Газиев М. А., Батаев Д. К-С., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. К вопросу о нормировании меры ползучести мелкозернистых автоклавных ячеистых бетонов с учетом фактора карбонизации // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3.

URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3221](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3221).

5. Мажиева А. Х., Мажиев К. Х., Мажиев Аслан Х. Инновационные технологии сейсмозащиты зданий и сооружений. Высокотехнологичные и энергоэффективные технологии и материалы в современном строительстве // Материалы Всероссийской научно-технической конференции / под ред. профессора Азаева И. Г. Махачкала: / ФГБОУ ВПО «ДГТУ», 2014. С. 55–63.

6. Мажиев Аслан Х., Мажиев Адам Х. Инновационные сейсмоизолирующие конструкции, применяемые при строительстве высоких многофункциональных зданий. Инновационные технологии в производстве, науке и образовании // Материалы III Международной научно-практической конференции. Грозный: 2013. С. 297–310.

7. Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. Сейсмостойкая многофункциональная конструкция опоры // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых в честь 100-летия академика М. Д. Миллионщикова. Грозный, 2013. С. 150–153.

8. Мажиев К. Х., Мажиева Адам Х., Мажиев Аслан Х. К вопросу производства долговечных конструкций многофункциональных сейсмостойких опор из мелкозернистого бетона // Качество строительных материалов, изделий и конструкций: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Махачкала: АЛЕФ, 2013. С. 25–28.

9. Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. К расчету конструкции многофункциональной сейсмостойкой опоры // Молодежь, наука, инновации: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Том II. Грозный: ГГНТУ, 2014. С. 552–556.

10. Мажиев Х. Н., Батаев Д. К-С., Газиев М. А., Мажиев К. Х., Мажиева А. Х. Материалы и конструкции для строительства и восстановления зданий и сооружений в сейсмических районах. Грозный, 2014. 652 с.

11. Мажиев Х. Н. Системный подход в решении проблемы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений // Межрегиональный Пагуошский симпозиум «Наука и высшая школа Чеченской Республики: перспективы развития межрегионального и международного научно-технического сотрудничества». М.: Наука, 2011. С. 298–301.

УДК 550.34

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ТЕРРИТОРИИ НЕБОЛЬШИХ ГОРОДОВ

**Назаретян С. Н.**, д-р геол.-минерал. наук, профессор  
Северная служба сейсмической защиты ТУ МЧС РА  
Гюмри, Армения  
*e-mail: snaznssp@mail.ru*

**Мхитарян К. А.**  
Северная служба сейсмической защиты ТУ МЧС РА  
Гюмри, Армения  
*e-mail: karen-1982@mail.ru*

*Под сейсмическим риском подразумевается сумма возможных людских, материальных, социальных, экономических, культурных и иных потерь, обусловленных сильным для данной территории землетрясением. Оценка сейсмического риска территории городов является наиболее новым и быстроразвивающимся направлением прикладной сейсмологии. В мире уже 20–30 лет интенсивно ведутся эти работы, но еще очень мало городов, для которых более или менее полно и надежно оценен сейсмический риск. Без оценки сейсмического риска невозможно его снижение. Наиболее важными этапами оценки сейсмического риска являются создание базы исходных данных и разработка или выбор методики. Оба этапа опираются на данные или местные условия, потому что сейсмический риск формируется от необдуманных действий человека.*

## THE METHOD FOR SEISMIC RISK ASSESSMENT OF TERRITORIES OF SMALL CITIES

*This paper is devoted to the assessment of seismic risk of territories of cities that is an important and fast developing direction in practical seismology without which it is impossible to realize the seismic protection of populated areas. The basis for selection and development of the method became the statistical data and lessons of consequences of the Spitak earthquake 1988. In fact without these data it is impossible to maintenance the seismic safety of the cities.*

### Базы данных для оценки сейсмического риска и применение ГИС технологии для создания баз данных

Исходные данные для оценки сейсмического риска территорий городов многочисленны и многообразны. Они в течение времени меняются. Поэтому, без применения ГИС-технологий сбор, систематизация, выбор, сопоставление и анализ данных для оценки риска разрушения зданий, человеческих потерь, вторичных последствий землетрясений, выхода из строя инфраструктур и т. п., практически невозможны (Баласанян, 2004; Ломниц, 1981; Оценка сейсмической опасности и риска. 1997; Shakhramanian, 2004). Цифровые базы создаются и представляются в виде таблиц, графиков, диаграмм, карт и т. п. На первом этапе создания баз важной задачей является составление форматов сбора данных (Назаретян, 2013). Правильно выбранные или составленные форматы не только позволяют рационально и эффективно создавать цифровые базы, но и оценивать разные компоненты риска по

существующим компьютерным программам. Для объективной и надежной оценки риска территории городов необходимо составление цифровых баз данных, содержащих, в среднем, 70–100 слоев. Причем необходимо группировать слои в так называемые темы, включающие в себе близкие по содержанию информативные данные. Например, о застройке (здания, их тип, этажность, конструктивные схемы, техническое состояние и др.), объекты различного назначения (здравоохранения, образования, культуры, муниципальных и ведомственных служб, обслуживания, производства и др.), демографические данные (число и плотность населения, возрастные показатели), грунтовых и сейсмических условиях территорий и др. В базу данных необходимо внести сведения о надежности и точности наиболее важных данных (погрешность оценки уязвимости, численность людей, проживающих в уязвимых зданиях, об оценке сейсмической опасности и др.). Существенное место занимают данные о линиях инфраструктур и жизнеобеспечения (водоснабжения и канализации, электроснабжения, теплоснабжения, газоснабжения, телефонной связи, железнодорожных и иных коммуникациях). В основном они вводятся в виде карт (расположение линии, их диаметр, глубина и др.) и таблиц (возраст, материал, мощность и т. п.) (Назаретян, Мхитарян, Назаретян, 2011).

Созданные цифровые базы необходимо периодически обновлять, дополнять новыми данными. Это позволит держать под контролем как динамику изменения уровня риска, так и его пространственно-временное распределение. По этой причине необходимо выбрать такие форматы создания баз, в которых возможно вводить изменения. С этой точки зрения ГИС также является надежной технологией.

Для оценки сейсмического риска городов особо важное место занимают здания и сооружения, поэтому в базах данных им уделяется большое место. Сведения о зданиях необходимо собирать систематизировано, используя разные форматы. Обычно здания систематизируются территориально, по времени строительства или по конструктивным типам. Более часто принято изначально территорию города разделять на участки или районы определенных размеров и конфигурации, в зависимости от масштаба исследований, плотности зданий, типов их конструктивных решений, времени их строительства и др. Обычно территорию больших городов разделяют на квадраты одного размера (сторона сто метров и больше) и рассчитывают количество и другие данные о зданиях, населении и т. п. (Balassanian, 1994; Shakhramanian, 2004). С целью надежной оценки сейсмического риска желательно для каждого здания составить так называемый паспорт, в который включаются все данные, необходимые для оценки его сейсмической уязвимости. Следующая важная база данных касается инфраструктуры города (линии жизнеобеспечения), из которой наиболее важными являются магистральные линии водоснабжения и канализации, линии газоснабжения среднего и высокого давления, кабельные линии электроснабжения с напряжением 6–30 тысяч вольт, кабели телефонной связи (Назаретян, 2013). Необходимо также собрать данные о внешних линиях жизнеобеспечения города и об очагах сильных землетрясений, через которые проходят эти линии. К сожалению, на эти данные часто не обращают внимания, но при сильных землетрясениях возможен их выход из строя с соответствующими последствиями.

### **Методика оценки сейсмического риска территории городов**

Сейсмический риск определяется в первую очередь:

- а) уровнем сейсмической опасности;
- б) сейсмостойкостью зданий и сооружений существующей застройки;
- в) заселенностью территорий;
- г) временем суток, когда происходит землетрясение;

д) вероятностью возникновения пожаров, выбросов вредных веществ в атмосферу, утечек газа и др.;

е) образованием или активизацией геологических явлений (оползней, обвалов, разломов и т. п.);

ж) разрушением коммуникаций, плотин;

з) разрушением правительственных и других особо важных учреждений, ответственных за разрешение ситуаций, возникающих в результате катастроф.

Существуют многочисленные методы оценки сейсмического риска, более часто, с применением (особенно для больших городов) компьютерных программ.

Нами разработана методика оценки сейсмического риска территорий небольших городов Армении, которую можно применять для оценки риска небольших городов и других стран.

Основные черты методики приведены ниже:

1. При оценке сейсмического риска городов не учитываются возможные сценарии развития сейсмических событий, а в основу сейсмической опасности предлагается положить карты СМР. На наш взгляд, такой подход для небольших городов в основном оправдан, т. к. в качестве опасности берется один – наиболее максимальный уровень опасности. Если определяется возможный наихудший вариант сейсмического риска, то местные власти должны разработать планы действия именно для этого варианта.

2. Расчеты сейсмического риска и, особенно, риска возможных людских потерь произведены для ночного времени, как наиболее неблагоприятного времени суток. В настоящее время такой подход оправдан, особенно для территории государств, где фактическое число работающих промышленных предприятий очень мало, и наиболее высок риск возможных людских потерь в многоквартирных зданиях в ночное время суток.

3. При оценке сейсмического риска учтены следующие основные факторы, имеющие существенное влияние на уровень риска:

а) уровень сейсмической опасности;

б) сейсмическая уязвимость зданий и площадь, занимаемая уязвимыми зданиями;

в) численность и плотность населения, в том числе проживающих в уязвимых зданиях;

г) опасность возникновения пожаров и других вторичных явлений;

д) активизация опасных геологических явлений (оползни, камнепады, разжижение грунтов и др.);

е) сейсмическая уязвимость линии инфраструктуры и жизнеобеспечения (внутренних и внешних).

4. Оценены следующие наиболее важные компоненты сейсмического риска:

а) риск разрушений или повреждений зданий и сооружений;

б) риск возможных людских потерь;

в) риск возникновения пожаров;

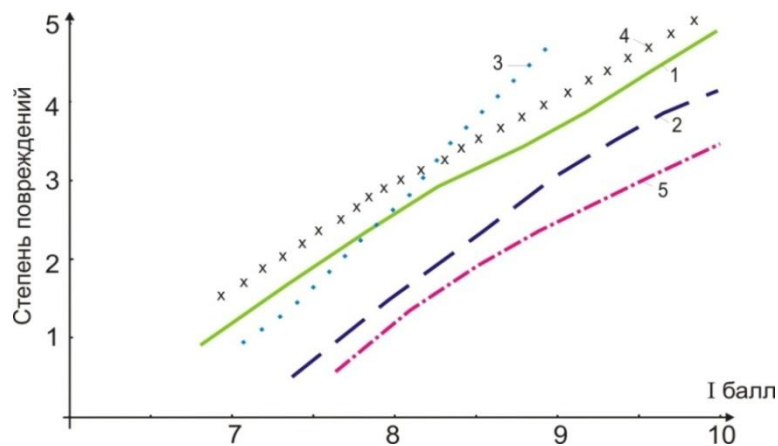
г) риск активных геологических процессов (оползни, обвалы, просадки, разжижение грунта, разломы и т. д.);

д) риск повреждений как внутренних, так и внешних линий жизнеобеспечения (транспортные коммуникации, линии энергоснабжения, теплоснабжения, газоснабжения, водоснабжения и канализации, телефонной связи и др.). Нами особое внимание уделяется также внешним линиям жизнеобеспечения городов, т. к. при выходе их из строя в первые дни после землетрясения, неповрежденные внутренние линии не могут играть существенной роли. После Спитакского землетрясения 1988 года во многих населенных пунктах фактически полностью было парализовано действие как внутренних, так и внешних линий жизнеобеспечения.

5. В результате проведенных комплексных работ составляются карты следующих компонентов риска:

а) карты риска разрушений или повреждений зданий;  
 б) карты риска возникновения пожаров;  
 в) карты риска выхода из строя внутренних линий жизнеобеспечения;  
 г) карты возможного выхода из строя внешних линий жизнеобеспечения. Оценены также риски человеческих потерь – число жертв и раненых, подлежащих госпитализации.

6. Для оценки сейсмической уязвимости основных типов зданий широко были использованы статистические данные последствий Спитакского землетрясения 1988 г. (Трагедия Спитакская не должна повториться: Nazaretyan S. N., Suvaryan, 2007), на основе которых составлены графики зависимости между сейсмической интенсивностью и степенями возможных повреждений зданий (рис. 1). Как утверждают многие специалисты и показывают фактические данные, при девятибалльных сотрясениях наиболее уязвимыми были высотные каркасные здания серии 111, которые или разрушились, или получили серьезные повреждения. Каменные здания серии 450 или 451 этажностью 4–5 получили серьезные повреждения, а их определенное количество было разрушено. Наиболее сейсмостойкими оказались крупнопанельные здания в 4–9 этажей, повреждение которых не превышало 1–2 степени. 1–2 этажные каменные здания системы “мидис” по уязвимости занимают среднее место между каркасными и крупнопанельными зданиями.



*Рис. 1.* Графики средних значений степеней повреждений разных типов жилых зданий в зависимости от интенсивности землетрясения. Степень повреждений зданий оценивается по нормам проектирования сейсмостойкого строительства РА. Цифрами на графике указан тип зданий: 1 – частные 1–2 этажные каменные здания системы “мидис” песчано-глинистым или известковым раствором без использования металлических конструкции; 2 – частные 1–2 этажные каменные, системы “мидис”, здания цементным раствором с использованием металлических конструкции (антисейсмические пояса, железобетонные перемычки и перекрытия и т. п.); 3 – каркасные многоквартирные здания 4–12 этажей; 4 – каменные здания серии 450 или 451 с этажностью 4–5; 5 – крупнопанельные многоквартирные здания, 4–9 этажей

Из общественных зданий наиболее уязвимыми были здания школ и больниц, по этому при оценке риска на них необходимо обратить особое внимание. Известно, что в г. Ленинакане в школах погибло 2 000 детей, а в селах эпицентральной зоны Спитакского землетрясения основное число жертв было именно в разрушенных зданиях школ (например, в селе Гогаран Спитакского района 181 человек погиб в школе, а в домах – никто не погиб). Эти данные и были поставлены в основу массовой оценки уязвимости зданий. Такой подход оправдан и полностью обоснован тем, что иначе невозможен учет и оценка влияние фактора низкокачественного строительства многоквартирных, общественных и иных зданий, построенных до 1989 г., т. к. эти здания были спроектированы на основе заниженной оценки уровня сейсмической опасности, а качество строительства было очень

низким. Тот же подход был применен для оценки уязвимости как внешних, так и внутренних линий жизнеобеспечения.

При оценке сейсмической уязвимости зданий необходимо учесть еще два важных обстоятельства. Первое касается одно-двух этажных частных домов советского периода. Они при Спитакском землетрясении 1988 г. показали достаточную сейсмостойкость и, более важно, что людские потери вследствие их разрушения были очень невелики. Например, в г. Гюмри (Ленинакане) вследствие Спитакского землетрясения погибло 15–17 тыс. человек, в основном в многоквартирных, общественных и производственных зданиях. В около 10-и тысяч частных домах погибло почти двести человек. Парадоксально, что здания государственного сектора, спроектированные и построенные специализированными организациями, вследствие Спитакского землетрясения 1988 г. получили больше повреждений, определенное их количество разрушилось, а здания частного сектора, построенные без учета норм и правил сейсмостойкого строительства – получили небольшие повреждения. Если не учесть уроки Спитакской трагедии, ни одной компьютерной программой невозможно надежно оценить сейсмический риск городов Армении. Например, при оценке риска г. Еревана японские специалисты здания этого типа вначале отнесли к категории наиболее уязвимых, а большинство многоквартирных зданий советского периода – сейсмостойких. Им трудно было принять, что 1–2 этажные дома, построенные без специальных проектов и без знания и учета действующих норм строительства могут быть менее уязвимыми, чем здания государственного сектора. Однако после анализа статистических данных последствий Спитакского землетрясения 1988 г., постройки указанной категории были признаны более сейсмостойкими.

Второе обстоятельство связано с несоблюдением правил эксплуатации зданий. Наши подробные исследования и опросы населения показали, что в деле полного разрушения 10 % каменных 4–5 этажных зданий вследствие Спитакского землетрясения 1988 г. в г. Гюмри была вина самых жильцов, которые грубо нарушили правила эксплуатации зданий. Наиболее характерные нарушения касаются незаконных изменений перепланировки квартир (разрушение перегородок и даже капитальных стен, перенесение перегородок), открытие проемов (дверей и окон в несущих стенах), снятие внутреннего слоя (ряда) каменной кладки несущей стены (для размещения шкафов), рытье подвалов, глубиной ниже основания и т. п. Все эти изменения без соответствующих контрмер привели к снижению сейсмостойкости зданий (Nazaretyan, Suvaryan, 2007).

7. При оценке риска территории городов они были разделены на условные участки не в виде квадратов или других геометрических форм, а на зоны по преобладающим типам зданий, их этажности, назначению, времени их строительства и др., от которых зависит сейсмическая уязвимость. Анализ данных по застройке 21 города Армении показал, что их отдельные районы были застроены почти однотипными зданиями в конкретный период времени. Такое районное разделение города позволяет заметно облегчить определение уровня оценки разных компонент риска, особенно риска повреждений строений различного типа. Поэтому разделение территорий небольших городов на равные участки (квадраты), без учета фактора типов застройки, может стать причиной ошибок и затруднить работы по оценке риска.

8. При расчетах человеческих потерь также учтены статистические данные по Спитакскому землетрясению 1988 г. На основе опроса, проведенного нами в г. Гюмри, получено, что в одной разрушенной квартире многоквартирного здания число жертв днем составило 1,2–1,5 человек. Если учесть, что значительное количество многоквартирных (9-и этажных) зданий не были полностью заселены, эту цифру в дневное время логично принять 1,5–2. С учетом статистических данных землетрясений мира (Баласанян, Назаретян, 2004; Shakhramanian, Nigmatov, 2004; Оценка сейсмической опасности и риска, 1997), за число жертв в ночное время в одной разрушенной квартире можно взять 3.

Во время Спитакской трагедии соотношение числа жертв и госпитализированных раненых составляло 1,5 (Баласанян, Назаретян, 2004). Эти данные и взяты в основу предложенной методики по оценке людских потерь.

9. Для количественной оценки двух важнейших величин, касающихся риска повреждений зданий и уязвимости населения, использованы формулы, приведенных в работе (Баласанян, Назаретян, 2004):

$$K_R = I_{hZ} / I_{rL,r}$$

где  $K_R$  – рейтинг разрушений зданий,  
 $I_{hZ}$  – интенсивность сейсмического воздействия,  
 $I_{rL,r}$  – сейсмостойкость зданий, выраженная в баллах шкалы MSK–64.

$$K_s = S_b / S,$$

где  $K_s$  – рейтинг уязвимости населения,  
 $S_b$  – площадь застроек с различной степенью риска разрушений,  
 $S$  – общая площадь застроек в км<sup>2</sup>.

Предложенную методику можно адаптировать и применять для оценки риска небольших городов многих стран.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баласанян С. Ю, Назаретян С. Н., Амирбемян В. С. Сейсмическая защита и ее организация. Ереван: Изд. Эльдorado. 2004. 440 с.
2. Ломниц Ц., Розенблют Э. Сейсмический риск и инженерные решения. М.: Недра. 1981, 375 с.
3. Назаретян С. Н., Мхитарян К. А., Назаретян С. С. Оценка опорных данных для организации и планирования спасательных работ при сейсмической катастрофе // Кризисное управление и технологии. 2011. № 1(2). С. 67–77.
4. Назаретян С. Н. Сейсмическая опасность и риск территории городов зоны Спитакского землетрясения 1988г. Ереван: Изд. “Титутюн” НАН РА. 2013. 205 с.
5. Оценка сейсмической опасности и риска: Учебник для лидеров / Под редакцией Г. А. Соболева. М.: БСТС Центр. 1997, 54 с.
6. Трагедия Спитакская не должна повториться // Под ред. Хачияна Э. Е. Ереван: Изд. Воскан Ереванци, 1998, 246 с.
7. Balassanian S. and Manukian A. Seismic Risk on the Territory of the City of Yerevan, Armenia, Issues in Urban Earthquake Risk, NATO ASI Series, Applied Sciences. Vol.271, 1994, P 167–182.
8. Carlton L. Ho, Taric A. Haji-Hamou, Michael Nilsson (1995). AIS Based Zonation on Infrastructure Damage Related to Seismically Triggered Landslide Risk. In proc. of conf. Seismic Zonation, Nise, Franc. Vol. 1, P. 142–149.
9. Nazaretyan S. N., Suvaryan L. G., Suvaryan H. G. Main Components of Seismic Risk of Gyumri City(Armenia) / Proceedings of the 5-th International Conferees on Seismology and Earthquake Engineering. Tehran, Iran. 2007. P. 322–339
10. Shakhramanian M., Nigmatov G., Koff G. Seismic Risk Assessment and Management. RCDDMRI. Moscow, 2004, 184 p.

УДК 911.2

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ВЫСОТНЫХ ПОЯСОВ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

**Сивоконь Ю. В.**, канд. геогр. наук, ст. преп. кафедры землеустройства и кадастра  
Ставропольский государственный аграрный университет  
Ставрополь, Российская Федерация  
*e-mail: stav.geoversum@gmail.com*

**Шальнев В. А.**, д-р геогр. наук, профессор кафедры физической географии и кадастров  
Северо-Кавказский федеральный университет  
Ставрополь, Российская Федерация  
*e-mail: phisgeo@yandex.ru*

**Токарев А. А.**, аспирант кафедры физической географии и кадастров  
Северо-Кавказский федеральный университет  
Ставрополь, Российская Федерация  
*e-mail: sanchezst@mail.ru*

В последние десятилетия происходит сокращение площади природных и, увеличение площади преобразованных ландшафтов, что приводит к нарушению естественного круговорота веществ, деградации природных ландшафтов и ослаблению их устойчивости (Дьяченко, 2004; Ляшенко, 2009; Сутормина, 2010 и др.). Наряду с этим высокогорные и среднегорные ландшафты имеют достаточно низкую степень самоорганизации, и они весьма уязвимы. Так, горно-луговые ландшафты по биомассе и ежегодной продукции близки к ландшафтам степей, а по скорости разложения растительных остатков, по недостатку тепла, который лимитирует биологический круговорот вещества, по кислой реакции почвы – к тундровым. Такие системы чутко реагируют на любые изменения. В связи с этим, организация постоянного действующего геохимического мониторинга таких геосистем, в условиях антропогенного пресса, является требованием времени.

Общие геохимические особенности ландшафтов Западного Кавказа впервые описаны В. В. Дьяченко (2004). По его мнению, в почвах высокогорных ландшафтов концентрация многих химических элементов заметно понижена относительно регионального фона (особенно цинка) и от ландшафта к ландшафту изменяется незначительно, что является следствием сравнительной однородности природных условий этих ландшафтов (расчлененность рельефа, большое количество осадков, низкая минерализация вод, слабокислая реакция почв).

Класс водной миграции – кислый гидрокарбонатно-натриевый или гидрокарбонатный кальциево-натриевый, – что обусловлено химизмом атмосферных осадков и особенностями биологического круговорота (БИКа). В этих условиях зольность и насыщенность растений основаниями снижены, биогеохимическое концентрирование ослаблено, активно развивается кислое выщелачивание, приводящее к выносу элементов. Становится особенно заметной обедненность ряда почвообразующих комплексов некоторыми из элементов.

Распределение химических элементов в почвах находится под влиянием природных и антропогенных факторов. Основными факторами в высокогорьях являются избыточное увлажнение и кислое выщелачивание.



Исследование геохимических особенностей накопления элементов в почвах горных ландшафтов осуществлялось в пределах Главного Кавказского и Бокового хребта Западного Кавказа на территории Карачаево-Черкесской республики. Было заложено три ключевых участка: Софийский среднегорный и Софийский высокогорный ландшафт, Гондарайский и Акско-Джалпаккольский, а также Алибекско-Домбайский ландшафт в пределах Тебердинского заповедника.

Экспериментальные площадки были заложены в доминантных урочищах и фациях. В рамках Софийских ландшафтов:

- *Геоботанический пояс альпийских лугов:*
  - днище цирка, сложенное моренными отложениями, с фрагментами альпийской растительности на горно-луговых почвах;
- *Геоботанический пояс субальпийских лугов:*
  - крутые склоны (нижняя треть), сложенные коллювием, с субальпийскими лугами на горно-луговых почвах и осыпями (до 15–25 %);
- *Цирковый экотон верхней границы леса:*
  - очень крутые склоны верхней части цирка с выходами скальных пород гранитоидов и березовыми криволесьями на примитивных горно-кустарниковых почвах;
  - крутой склон конуса выноса, сложенный пролювиально-коллювиальными отложениями, юго-восточной экспозиции, с разнотравно-вейниковыми лугами;
  - днище цирка, сложенное делювием и коллювием, с субальпийскими высокотравными лугами и антропофитами (на месте бывших кошей) на горно-луговых почвах;
- *Геоботанический пояс хвойных лесов:*
  - крутой склон троговой долины, сложенный коллювием, северо-восточной экспозиции с пихтовыми лесами на горных лесных бурых почвах;
  - эрозионная долина левого притока Софии, сложенная коллювиально-пролювиальными отложениями, с березовым криволесьем на грубоскелетных примитивных горно-лесных почвах;
  - склон троговой долины, сложенный коллювием, юго-западной экспозиции с сосново-пихтовыми лесами на горных лесных бурых почвах;
- *Геоботанический пояс долинного экотона Софии:*
  - вторая надпойменная терраса днища долины с луговой растительностью и антропофитами на луговых аллювиальных почвах.

Второй ключевой участок представлен Гондарайским и Акско-Джалпаккольскими ландшафтами, в геоботанических поясах которых заложен ландшафтно-геохимический профиль (рис. 1).

- *Пояс альпийских лугов:*
  - 1 – боковая морена в местности древнего цирка, сложенная моренными отложениями, с альпийской растительностью (2700–2800 м над у. м.);
  - 2 – конечная морена в местности древнего цирка, сложенная моренными отложениями, с альпийской растительностью (2800–2850 м над у. м.).
- *Пояс субальпийских лугов:*
  - 3 – конусы выноса и коллювиальные склоны восточной экспозиции, сложенные коллювиальными и пролювиальными отложениями, с разнотравно-злаковыми лугами на горно-луговых почвах (2600–2700 м над у. м.);
  - 4 – конусы выноса западной экспозиции, сложенные коллювием, зарастающие луговой растительностью (2450–2600 м над у. м.).
- *Пояс экотона верхней границы леса:*
  - 5, 6 – конусы выноса нижней трети крутых склонов западной экспозиции, сложенные коллювиально-пролювиальными отложениями, с разнотравно-злаковыми лугами на горно-луговых почвах (2150–2270 м над у. м.);

7 – крутые и обрывистые склоны троговой долины восточной экспозиции, сложенные гранитами и коллювием, с березовыми криволесьями на горно-кустарниковых почвах (2180–2200 м над у. м.);

8 – крутые и обрывистые склоны троговой долины р. Джалпак-Кола юго-западной экспозиции, сложенные гранитами и коллювием, с сосновыми лесами и сосновыми редколесьями на грубоскелетных почвах (2000–2180 м над у. м.).

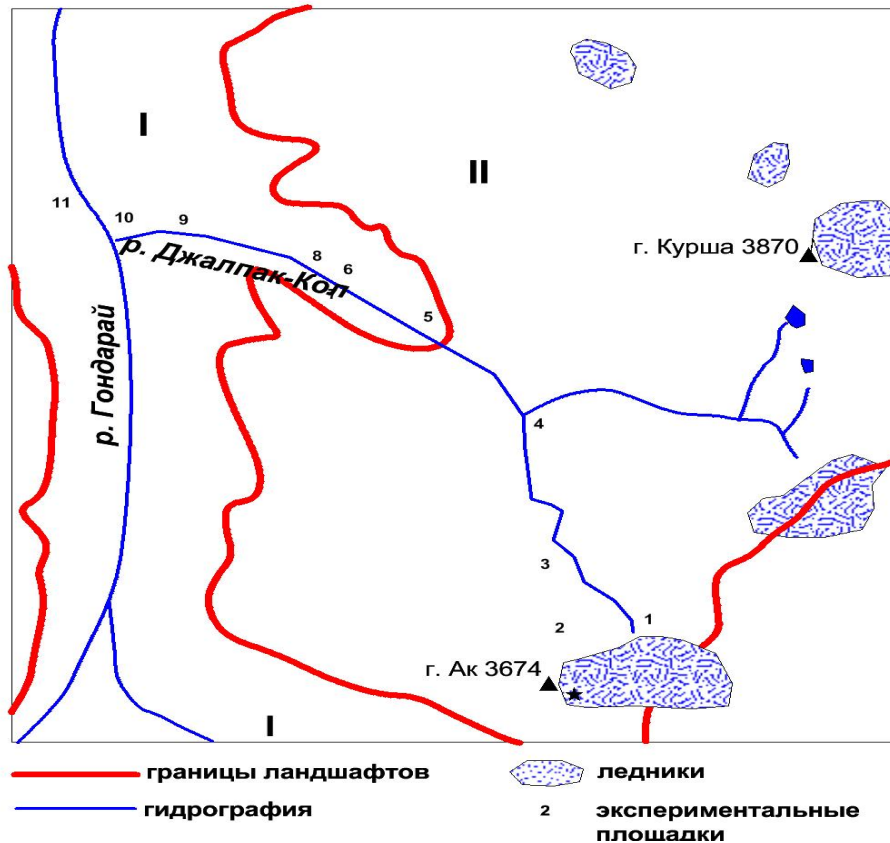


Рис. 1. Ландшафтно-геохимический профиль в пределах среднегорного Гондарайского (I) и высокогорного Акско-Джалпаккольского (II) ландшафтов (Сивоконь, 2015)

• *Геоботанический пояс хвойных лесов:*

9 – верхняя часть склона троговой долины р. Гондарай, сложенная гранитоидами палеозоя и коллювием, с сосновыми лесами на горно-лесных почвах (1800–1900 м над у. м.);

10 – нижняя часть склона троговой долины Гондарая, сложенная коллювием, с сосновыми лесами на горно-лесных бурых почвах (1700–1800 м над у. м.);

11 – днище реки Гондарай, сложенное аллювием и флювиогляциалом, с еловыми лесами и мелколесьями на примитивных горно-лесных почвах (1650–1700 м над у. м.).

Третий ключевой участок – Алибекско-Домбайский ландшафт в долине р. Птыш в Тебердинском заповеднике. Ключевые участки заложены в пределах субальпийского пояса и пояса экотона верхней границы леса.

• *Субальпийский пояс:*

– конечная морена с разнотравно-злаковой растительностью в непосредственной близости от ледника;

– конечные морены на днище долины с разнотравно-злаковой растительностью на примитивных горно-кустарниковых и горно-луговых почвах.

• *Экотон верхней границы леса:*

– крутые склоны западной экспозиции конусов выноса с субальпийскими лугами на горно-луговых почвах;

– конечная морена с березовым криволесьем и разнотравно-злаковой растительностью на горно-луговых почвах, перегораживающая вход в долину.

В рамках каждого ключевого участка в доминантных фациях разных геоботанических поясов были заложены экспериментальные площадки. Почвенные образцы отбирались из 5 точечных проб с экспериментальных площадок 10 на 10 м. Определение концентраций химических элементов (Pb, Cd, Cu, Zn) осуществлялось методом инверсионной вольтамперометрии. В результате были получены следующие характеристики (табл. 1).

Таблица 1

**Фрагмент базы данных концентраций химических элементов в почвах  
высотных геоботанических поясов горных ландшафтов, мг/кг**

| Геоботанический пояс                           | Pb    | Cd    | Cu    | Zn    |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Софийские ландшафты                            |       |       |       |       |
| Альпийский пояс                                | 12,89 | 0,04  | 11,56 | 20,54 |
| Субальпийский пояс                             | 12,79 | 0,21  | 16,19 | 23,09 |
| Цирковый экотон верхней границы леса           | 19,18 | 0,2   | 23,24 | 23,56 |
| Пояс хвойных лесов                             | 27,77 | 0,55  | 26,74 | 28,88 |
| Долинный экотон                                | 36,8  | 0,88  | 28,45 | 30,75 |
| Гондарайский и Акско-Джалпаккольский ландшафты |       |       |       |       |
| Альпийский пояс                                | 14,9  | 0,33  | 9,93  | 54,16 |
| Субальпийский пояс                             | 16,35 | 0,38  | 8,16  | 70,35 |
| Экотон верхней границы леса                    | 32,3  | 0,44  | 18,64 | 76,31 |
| Пояс хвойных лесов                             | 23,25 | 1,19  | 24,21 | 21,26 |
| Алибекско-Домбайский ландшафт                  |       |       |       |       |
| Субальпийский пояс                             | 2,70  | 0,29  | 4,23  | 4,65  |
| Субальпийский пояс                             | 2,30  | 0,35  | 3,2   | 4,35  |
| Экотон верхней границы леса                    | 2,00  | 0,41  | 3,05  | 3,65  |
| Экотон верхней границы леса                    | 1,47  | 0,165 | 2,75  | 2,71  |

При анализе перераспределения элементов в различных геоботанических поясах ландшафтов выявлено, что среди изученных компонентов значительная роль в аккумуляции элементов принадлежит почвам.

Для Софийских ландшафтов характерны следующие особенности. Концентрации химических элементов в почве постепенно повышаются с уменьшением высоты над уровнем моря и переходе геоботанических поясов от альпийского пояса к доливному экотону р. Софии. Наиболее низкие концентрации всех изучаемых элементов наблюдаются для почв альпийского лугового пояса. Далее по профилю содержание элементов возрастает по-разному для каждого элемента.

Распределение химических элементов в геоботанических поясах Гондарайского и Акско-Джалпаккольского ландшафтов имеет определенные закономерности. В горно-луговых почвах альпийского и субальпийского пояса концентрации всех микроэлементов снижены по сравнению с почвами других геоботанических поясов.

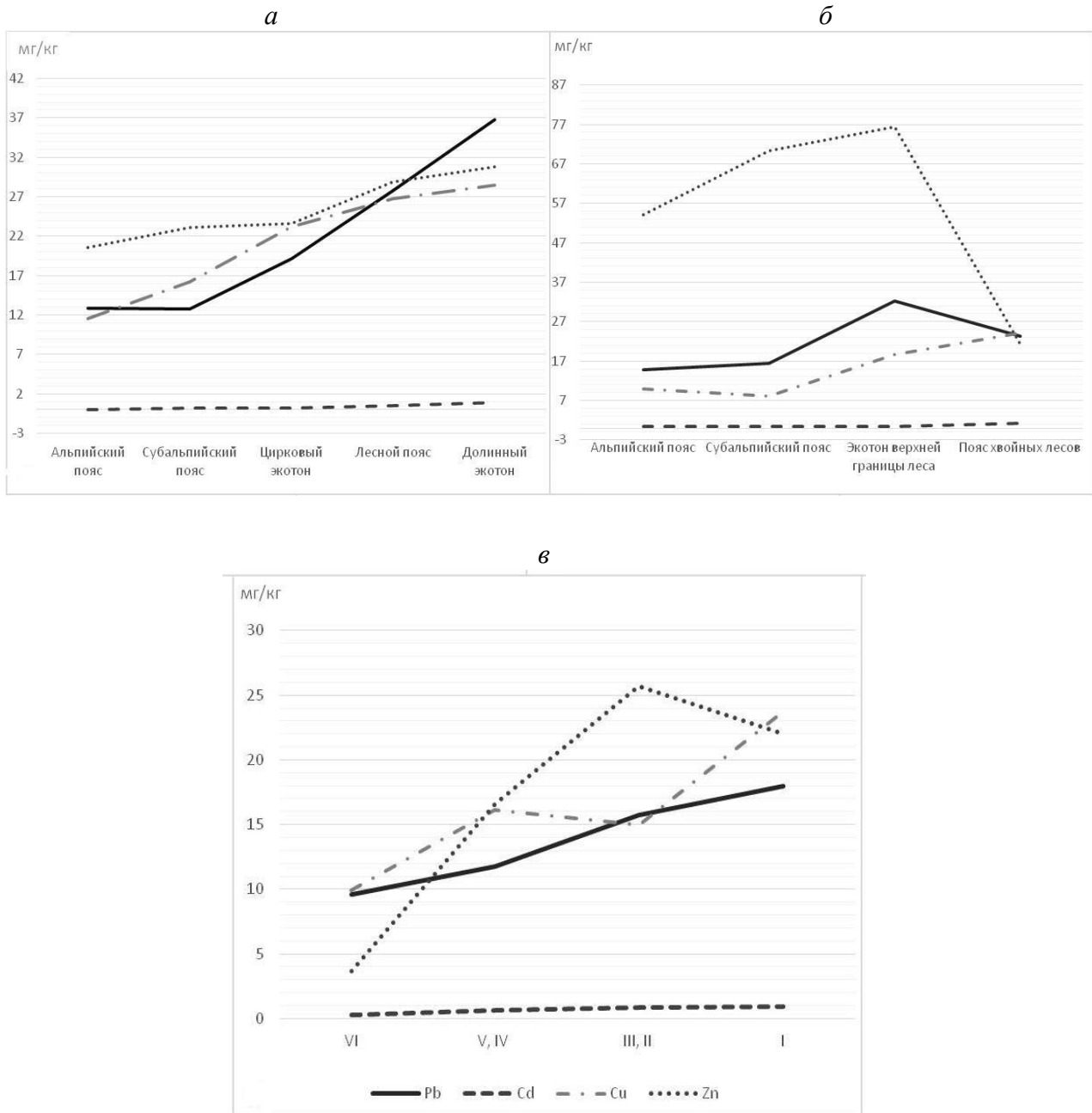


Рис. 2. Латеральное распределение элементов в почвах разных ландшафтов: а) Софийские; б) Акско-Джалпаккольский и Гондарайский; в) Алибекско-Домбайский

В почвах субальпийского пояса концентрации исследуемых элементов (за исключением меди) возрастают. Вниз по склону происходит дальнейшее увеличение концентраций. В почвах пояса экотона верхней границы леса концентрации элементов максимальны. В горно-лесных почвах пояса хвойных лесов концентрации свинца и цинка несколько снижены по сравнению с почвами экотона верхней границы леса.

Для распределения химических элементов в почвах Алибекско-Домбайского ландшафта характерны возрастающие тренды. Самые низкие концентрации всех элементов в почвах отмечены для фации наиболее молодой конечной морены с субальпийской растительностью возле ледника. Наибольшие концентрации цинка характерны для субальпийских луговых фаций конусов выноса. В почвенном компоненте

наибольшие концентрации свинца, меди и кадмия наблюдаются в фации конечной морены с березовыми криволесьями. Это самое раннее образование в постгляциальную эпоху.

Уровни концентрации и степень обогащения почвенного компонента исследуемыми элементами возрастают в исследуемых ландшафтах вниз по склону. Это объясняется однонаправленными системообразующими потоками вещества из фаций, расположенных выше по склону (более автономных), в каскадной ландшафтно-геохимической системе. В результате выпадения атмосферных осадков происходит вынос элементов из почв фаций высокогорий, и при переносе масс вещества в почвах фаций, расположенных ниже по склону, аккумулируются элементы.

В итоге, в почвах нижних частей склонов и почвах речных долин наблюдаются наиболее высокие концентрации элементов, и образуется ряд, соответствующий степени подвижности этих элементов:  $Cd > Pb > Cu > Zn$ . Данные результаты согласуются с концепцией Б. Б. Плынова (1956) о структурообразующем значении потоков вещества в ландшафтах и выводами В. В. Дьяченко о степени подвижности различных элементов (2004).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяченко В. В. Геохимия и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.23. Новороссийск, 2004. 36 с.
2. Ляшенко Е. А. Подвижные формы тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd) в почвах геохимических ландшафтов Краснодарского края: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. Новороссийск, 2009. 22 с.
3. Плынов Б. Б. Избранные труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 752 с.
4. Сивоконь Ю. В. Внутриландшафтная геохимическая дифференциация высотных геоботанических поясов горных ландшафтов долины реки София (Карачаево-Черкесская республика) // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 4 (16). С. 168–171.
5. Сивоконь Ю. В. Геохимические особенности и межкомпонентные связи горных ландшафтов Западного и Центрального Кавказа: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. Ставрополь, 2015. 22 с.
6. Сивоконь Ю. В. Геохимический подход в изучении межкомпонентных связей в горных ландшафтах // Наука. Инновации. Технологии. 2013. № 4. С. 94–107.
7. Сивоконь Ю. В., Дегтярева Т. В. Объектные модели межкомпонентных связей (на примере фаций горных ландшафтов) // Наука. Инновации. Технологии. 2011. № 3. С. 154–159.
8. Сутормина Э. Н. Пространственные геохимические особенности ландшафтов Тебердинского государственного природного биосферного заповедника: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. Ставрополь, 2010. 22 с.
9. Шальнев В. А. Современные проблемы моделирования ландшафта // Вестник СГУ. 1999. № 17. С. 3–10.

УДК 504.75.05

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

**Тавасиев В. Х.**, канд. исторических наук, доцент  
Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация  
e-mail: v\_tavasiev@mail.ru

*In the article ecological problems in North Osetia are observed. The influence of ecological crisis on the demographic processes is studied, the principles of balance between the human population and the environment are being found out.*

В условиях взаимодействия техногенной цивилизации, традиционного природопользования и жизнеобеспечения экологические кризисы неизменно ведут к кризису внутренних функций этноса. В этих случаях можно говорить не просто об экологическом, а об этноэкологическом кризисе традиционного общества.

Таким образом, понятием "этноэкологический кризис" можно определить явление потери этносом своих специфических свойств и характеристик (или их части) в процессе изменения его среды обитания.

В результате действия этноэкологического кризиса происходит нарушение гомеостаза этноса, подрыв традиционных форм жизнеобеспечения и жизнедеятельности, резкое ухудшение демографического воспроизводства и, как следствие всего этого, глубокий кризис духовной и психологической жизни этноса, переход его сознания в стрессовое состояние.

Известно мнение, что экологические кризисы, вызванные перенаселенностью или истощенностью ресурсов, с глубокой древности сопровождают каждый шаг на пути развития человечества, будучи важным фактором миграций и своеобразным стимулятором исторического прогресса [10]. В этой связи следует заметить, что признать благотворную роль экологических кризисов в развитии традиционных этносов мы можем лишь в самом общем, глобально-историческом плане. Как показывает опыт традиционных этносов, для каждого конкретного малого народа экологический кризис означает не прогресс, а тяжелые демографические потрясения, нарушение устоявшихся социальных и экономических связей. Там, где кризисы повторялись регулярно и с большой силой, они неминуемо тормозили развитие этнической культуры, уничтожали достигнутый прирост населения, зачатки более сложных форм общественных отношений.

Экологические кризисы в чисто традиционных общностях были вызваны изменением климата, стихийными бедствиями, неумелым природопользованием, и в процессе саморегуляции последствия этих кризисов смягчались. Со временем они устранялись вовсе и этносы возвращались в исходное состояние. В государственных макросистемах действие механизма внутриэтнической и экологической саморегуляции в значительной степени нарушалось, жизнедеятельность этноса бралась под контроль макросистемы, старавшейся приспособить его внутреннюю структуру для своих фискальных целей, а его традиционные формы и типы жизнедеятельности трансформировать таким образом, чтобы получить возможность эксплуатировать природную среду в максимальной степени. Вызванные такого рода эксплуатацией экологические кризисы часто становились необратимыми, что

приводило к депопуляции этноса, либо к смене его среды обитания. В данном случае мы можем говорить об этноэкологических кризисах и об этноэкологических катастрофах [3].

В условиях модернизации резко усиливаются кризисные явления в среде обитания этносов, ведущих преимущественно традиционный образ жизни. Вторжение в этническую жизнедеятельность техногенной цивилизации, во-первых, в любом случае изменяет природную среду, очень часто подрывая при этом основные формы традиционного жизнеобеспечения, что лишает традиционные этносы экологической основы их социокультурной специфики. Наплыв мигрантов – носителей зачастую худших сторон техногенной цивилизации (этническая маргинальность, низкий общий уровень культуры и экологической, в частности и т. п.), в процессе экономического освоения изменяет демографическую ситуацию, что также ведет к эрозии этнических основ малых народов (сокращается зона применения традиционной культуры, языка функционирования эндогамии).

Дисперсность расселения этого типа этносов, малая ее плотность, дискретность и мозаичность социокультурного массива делают такие этносы очень уязвимыми под напором современной модернизации.

Этноэкологические кризисы, вызванные современной модернизацией, общепланетарны и охватывают все сферы традиционного жизнеобеспечения, жизнедеятельности и природопользования [1]. Если раньше промышленная цивилизация проникала только в отдельные сферы экономики традиционных этносов (в XIX в., например, европейцы принесли на Северный Кавказ коммерческие методы освоения природных богатств и полезных ископаемых), то со второй половины XX в. традиционные этносы испытывают все усиливающееся социальное и экологическое давление уже не только на отдельные виды ресурсов, но и на все занимаемые ими земли. Современное промышленное и транспортное освоение этих земель ведется без всякого учета допустимых нагрузок на местные экосистемы. В результате многие из них уже разрушены под влиянием техногенного загрязнения. Постоянно отчуждаются промысловые и пастбищные угодья коренного населения под промышленные и транспортные нужды. Прежние хозяева уходят с родной земли. Новые хозяева строят многоэтажные города и поселки, трубопроводы и перерабатывающие заводы и оставляют после себя экологическую пустыню.

Особенно остро проблемы этноэкологии проявляются на территории горных регионов Северного Кавказа, где природная среда наиболее ранима, а жизнеобеспечение и жизнедеятельность коренного населения в большей степени, чем в других регионах, зависит от экологической среды.

На основе анализа эмпирического материала можно выделить ряд основных проблем, определяющих уровень этноэкологического кризиса на территории Северной Осетии.

Взаимодействие российского варианта техногенной цивилизации и традиционного уклада жизни коренного населения порождает целые комплексы негативных явлений и острых проблем. Быстрое экстенсивное развитие добывающих отраслей промышленности, транспорта, строительства привели на грань экологической катастрофы горные и предгорные ландшафты на обширных территориях, что серьезным образом разрушило основу функционирования традиционных отраслей – горное земледелие, плодоводство и пастбищное овцеводство [5].

Производимая горцами продукция, в основном сельскохозяйственная, в экономическом балансе республики на фоне промышленных объемов стала почти незаметной.

Значительная часть горцев, переселенная в крупные поселки и города, окончательно порвала с традиционным хозяйством. Другая часть оказалась удаленной от производственных участков – горных пастбищ и сенокосов.

Можно перечислить ряд конкретных негативных последствий для жителей Северной Осетии в результате промышленного освоения мест их проживания.

В результате запуска ЗарамагГЭС были затоплены не только исторические памятники, но и была деформирована вся экологическая система района. Чем серьезнее нарушение экосистемы, тем больше репрезентативная площадь его влияния. В качестве последствий от запуска ГЭС прогнозируется увеличение сейсмичности данного района.

Запуск Зарамагской ГЭС также повлияет на богатство растительного и животного мира. Каскад Зарамагской ГЭС начат строительством в Кассарском ущелье, по которому протекает река Ардон в своем верхнем течении. Около н.п. Бурон в р. Ардон впадает река из Цейского ущелья – Цейдон. После запуска ЗарамагГЭС естественный режим стока, а значит и естественные условия водной среды реки, коренным образом нарушатся. Соответственно нарушится и фаунообмен между реками Ардон и Цейдон [2].

Для восстановления горных экосистем и уменьшения степени и скорости деградации необходимо серьезное вмешательство со стороны самых разных государственных и не государственных структур. Без вмешательства извне есть большая угроза их потери. Для этого необходимо совершенствовать систему управления всеми видами человеческой деятельности на горных территориях [4].

В районах горно-добывающей и горно-рудной промышленности, а также в зонах влияния крупных промышленных предприятий, происходит значительное техногенное нарушение естественного состояния земель, их химическое загрязнение.

Деятельностью горно-добывающих предприятий нанесен прямой вред. Объем отходов горно-добывающей промышленности составляет сотни миллионов кубических метров. Очагами экологически неблагоприятных районов на Северном Кавказе являются участки по добыче угля, ртути, сурьмы, золота и другие месторождения. В этих местах расположены отвалы, хвостохранилища, насыпи пустых горных пород и огромные карьеры, с которыми связаны ареалы особо опасных, токсичных, ядовитых и других видов загрязнений.

Чрезмерна рекреационная нагрузка на горные ландшафты. В последние десятилетия в горы хлынули не только потоки техники и «покорителей» гидроэнергетических и минерально-сырьевых ресурсов, но и не организованные массы туристов. Горно-лыжный бум, захлестнувший горные территории, и стал, по мнению экспертов, одной из главных причин резкой деградации горных ландшафтов. Туристы оставляют следы своего пребывания всюду – от подножия гор до ледников. По оценкам природоохранных организаций, одному туристу для полноценного отдыха в горах требуется от 100 до 300 м<sup>2</sup> земли и каждый из них оставляет после себя до 1 кг твердых отходов и «производит» до 80 л загрязненных стоков.

Рекреация является одним из существенных источников деградации горных экосистем, который ведет к загрязнению территорий и водных источников, характерен сбором окаменелостей и гербариев, и ценных растений, отловом животных, и т. д.

Значительные людские нагрузки на природно-ресурсный потенциал некоторых горных ущелий (Цейское, Кассарское, Куртатинское и др.) дали знать о себе, и поэтому со временем здесь стало гораздо меньше травянистой, кустарниковой и древесной растительности.

Многие туристские базы в горных ущельях не имеют очистных сооружений, а там где они есть, сброс канализационных стоков почти постоянно идет в реки напрямую, без очистки.

Рост социальной незащищенности горных жителей, как правило, ведет к социальной пассивности населения. Сегодняшняя экономическая отсталость горных районов ведет к массовой миграции населения на равнины. Проблемы, присущие и равнинным районам – рациональное использование природных и трудовых ресурсов, рациональное размещение социальной инфраструктуры, выравнивание уровня жизни, охрана окружающей среды и т. д. – стоят здесь еще острее.



Всем известно, что в недавнем прошлом значительная часть жителей Северной Осетии обитала в горах, где ценой колоссального труда многих поколений были созданы жилые, хозяйственные и боевые сооружения, упорным и многолетним трудом были освоены склоны гор для выращивания здесь зерновых и овощных культур, картофеля и даже плодовых. Характерно, что в горной зоне в прошлом выращивался довольно серьезный объем земледельческой продукции [9].

Что касается животноводства, то это – многовековая форма хозяйственной деятельности в горах, и продукцией этой отрасли горцы удовлетворяли не только собственные продовольственные нужды, но и вывозили в больших объемах ее излишки для торговли на равнинные территории Северного Кавказа и даже за его пределы.

Но ради более успешного развития производительных сил в равнинной части республики с начала XX века несколько раз предпринимались меры по переселению горцев на плоскостные земли Осетинской наклонной равнины, в результате чего появилось несколько довольно крупных сел [8].

Часть переселенцев обосновалась в уже существовавших селах, в городах, что, безусловно, дало серьезный толчок развитию промышленности и сельского хозяйства нашей республики.

Но нельзя забывать и об отрицательных последствиях такого миграционного процесса. Опустели ранее многолюдные горные аулы, заросли террасные посадки картофеля, ржи, овса и других культур. Гораздо меньше стало на горных склонах овец, коз, коров, лошадей. Все это сопровождается высокими ценам на сельхозпродукцию. Понятно, что продукцией равнинной территории, где сосредоточены основные населенные пункты, мы не можем создать продовольственное изобилие. Именно поэтому у нас значительный объем потребляемой продовольственной продукции приходится на долю ввозимой из других регионов России и даже из-за рубежа.

На горных территориях Осетии, которая составляет 56,9 % от общей площади республики, численность постоянного населения в настоящее время 10700 человек, что составляет 1,5 % от всего населения. Плотность населения в горах 2,3 чел./км<sup>2</sup>. Проживает население в 82 сельских поселениях. За 1989–2010 гг. было покинуто 6 сел.

К середине 90-х гг. XX века в Северной Осетии были созданы объективные предпосылки для приостановления процесса депопуляции гор. Новые взгляды на экономические возможности горных регионов, наплыв беженцев, разработки различных проектов («Горы Осетии») приостановили отток населения в ряде горных ущелий.

Однако стихийные природные явления начала XXI века внесли свои довольно весомые коррективы. Селевые потоки в Садонском ущелье, сход ледника Колка, привели к гибели людей и животных, разрушили поселения, дороги, мосты и др. объекты. Тем самым был приостановлен процесс реанимации горного расселения не только в пострадавших ущельях, но и в других [6].

Резко обострились застаревшие проблемы горного населения и, прежде всего, значительная территориальная дифференциация уровня и условий жизни населения гор и равнин. Отставание уровня жизни горцев обусловлено несколькими причинами, среди которых выделяются, прежде всего:

- крайне ограниченный рынок труда, безработица;
- проблемы со сбытом продукции;
- транспортная проблема;
- проблемы со строительством (в условиях Северной Осетии затраты на строительство дома в горах примерно в 2,5 раза выше, чем на равнине);
- проблема с энергоснабжением;
- проблема со связью;

- низкий уровень социальной инфраструктуры;
- ухудшение экологической обстановки.

Задержать население в горах в таких условиях практически невозможно, а для решения всего комплекса проблем необходимы значительные финансовые и материальные ресурсы.

#### Расселение горной части Северной Осетии в 1897–2010 гг.

| Показатель                                | Год   |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1897  | 1914  | 1926  | 1959  | 1989  | 1996  | 2010  |
| Численность населения, чел.               | 39970 | 47613 | 22027 | 24661 | 14036 | 13606 | 10700 |
| Плотность населения, ед.                  | 13,5  | 16,1  | 7,5   | 8,3   | 4,7   | 4,6   | 2,3   |
| Число сельских поселений, ед.             | 170   | 163   | 171   | 111   | 85    | 89    | 82    |
| Средняя людность сельских поселений, чел. | 235,0 | 292,1 | 128,8 | 135,9 | 62,8  | 59,6  | 130,5 |

Задача сегодняшнего дня требует научно-обоснованных путей решения дальнейшего развития и рационального размещения народно-хозяйственного комплекса нашей республики с учетом горных территорий, поскольку равнинная часть перегружена как производством и инженерными коммуникациями, так и людскими ресурсами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Авербух М. С.* Этноэкология в России. М., 2000.
2. *Бадов А. Д., Тавасиев В. Х.* Социально-демографические проблемы Северной Осетии. Владикавказ: СОГУ, 1998. 137 с.
3. *Берозов Б. П.* Переселение осетин с гор на плоскость (XVIII–XX вв.). Орджоникидзе, 1972. С. 240.
4. *Макоев Х. Х., Тавасиев В. Х.* Экологические проблемы г. Владикавказа и поселков городского типа в Северной Осетии // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 4. С. 19–24.
5. *Тавасиев В. Х.* Заселение территории Северной Осетии и численность ее населения в начале XX века // Вестник университета (Государственный университет управления). 2008. № 9 (47). С. 143–146.
6. *Тавасиев В. Х.* Историко-демографический анализ национального состава и численности населения Северной Осетии в XX веке: Дис. ... канд. истор. наук. Владикавказ, 2006. 186 с.
7. *Тавасиев Г. В., Тавасиев В. Х.* Этнодемографические проблемы в Республике Северная Осетия-Алания // Современные проблемы науки и образования. Владикавказ. 2014. № 6. С. 1511.
8. *Тавасиев В. Х.* Анализ численности населения Северной Осетии в XX веке // Современные проблемы науки и образования. Пенза: Академия Естествознания. 2013. № 6. С. 830.
9. *Тавасиев В. Х.* Социально-демографическое развитие Северной Осетии в XX веке // Вестник университета (Государственный университет управления), № 23. М.: 2013. С. 282–286.
10. Теория и методика географических исследований экологии человека. М., 1974.

УДК 502.58(234.9.05); 551.24(234,9)

### **О МЕРОПРИЯТИЯХ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СХОДОВ ЛЕДНИКА КОЛКА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ)\***

**Тавасиев Р. А.**, член-корреспондент МАНЭБ, заслуженный спасатель России  
Северо-Осетинский поисково-спасательный отряд МЧС РФ  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: tavasglacio@mail.ru*

*В статье рассмотрены предложения различных авторов по проведению необходимых мероприятий для предотвращения набора критической массы на леднике Колка и недопущения его катастрофических сходов. Исходя из особенностей ледника Колка и строения его ложа, автором предлагается иное решение этой проблемы – разрушение и ликвидация ригеля на окончании ледникового ложа, из-за которого происходит накопление критической массы льда.*

### **ABOUT ACTIONS FOR THE PREVENTION OF THE CATASTROPHIC KOLKA GLACIER DESCENTS (CENTRAL CAUCASUS MOUNTAINS)**

**Tavasiev R. A.**, Corresponding member of IAELPS, Honored rescuer of Russia, North Ossetian Ministry of Emergency Situations search and rescue group Russian Federation  
Vladikavkaz, the Russian Federation  
*e-mail: tavasglacio@mail.ru*

*Proposals of various authors on carrying out necessary actions for prevention of the set of critical mass on the Kolka glacier and prevention of its catastrophic descents are critically considered in the article. Proceeding from features of the Kolka glacier and structures of its bed, by the author is proposed other solution of this problem – destruction and elimination of a crossbar on the termination of a glacial bed because of which there is an accumulation of a critical mass of ice.*

20 сентября 2002 г. произошел катастрофический сход ледника Колка в Геналдонском ущелье. Каменно-ледовый лавинообразный поток со скоростью до 240 км/час промчался по Геналдонскому ущелью, полностью уничтожил развалины старого санатория Кармадон, поселок Нижний Кармадон, ванный корпус санатория Кармадон, весь транспорт вместе с людьми, находившийся в это время на дороге, и уперся в скалы Скалистого хребта. Транзит этого потока от очага его зарождения составил около 19 км. Отложившаяся в Кармадонской котловине каменно-ледовая масса была длиной 3,8 км, до 900 м шириной, площадью 2,1 км<sup>2</sup>, мощностью до 160 м и объемом около 115 млн м<sup>3</sup> [3] (рис. 1). Далее, через каньон в Скалистом хребте, вниз по Геналдонскому и Гизельдонскому ущельям пронесся каменно-ледовый сель объемом около 5 млн м<sup>3</sup>, который на своем пути разрушил все автомобильные тоннели, мосты, базы отдыха Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова и Министерства Юстиции РСО-А (рис. 2), весь транспорт

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-05-00794

на автодороге. Транзит этого селевого потока составил около 17,5 км. В общей сложности площадь зоны поражения составила около 15,7 км<sup>2</sup>, а в длину протянулась приблизительно на 37 км [3]. В этой катастрофе погибло и пропало без вести 124 человека. Образовавшееся в Кармадонской котловине подпрудное озеро полностью затопило дачный поселок в нижней части селения Горная (Старая) Саниба (рис. 3).



Рис. 1. Каменно-ледовые массы в Кармадонской котловине 25.09.2002 г. Аэрофото НПП «ИнфоТЕРРА» и МЧС



Рис. 2. Местоположение уничтоженных селем баз отдыха СОГУ и Министерства юстиции 22.09.2002 г. Аэрофото НПП «ИнфоТЕРРА» и МЧС



Рис. 3. 2002.09.25 Подпрудное озеро в селении Горная Саниба 25.09.2002 г.  
Аэрофото НПП «ИнфоТЕРРА» и МЧС

Такие колоссальные катастрофы на памяти человечества происходили здесь три раза: в 1752, 1902 и 2002 гг. Кроме этого, в периоды 1834–1835 гг. и 1969–1970 гг. на леднике Колка происходили неоднократные пульсации без катастрофических последствий [4]. Вполне вероятно, что такие катастрофы могут повториться и в будущем. Поэтому самые большие проблемы с безопасностью жизнедеятельности в Геналдонском и Гизельдонском ущельях непосредственно связаны с процессами, происходящими на леднике Колка. В связи с этим в научной печати появились сообщения, авторы которых обращают внимание на необходимость проведения работ по предотвращению катастрофических пульсаций ледника Колка и предлагают возможные пути решения этой проблемы.

Так, М. Г. Бергер утверждает: «Однозначно и неопровержимо установлено, что катастрофа на леднике Колка и в Геналдонском ущелье, происшедшая 20 сентября 2002 г., представляла собой взрывоподобный внезапный газодинамический выброс ледника со всеми характерными именно для внезапных газодинамических выбросов весьма специфическими особенностями» [2, с. 184–185]. Он предлагает проект искусственного регулирования динамики ледника Колка, основная цель которого «предотвращение, прежде всего, катастрофических пароксизмальных пульсаций (газодинамических выбросов) этого ледника, подобных природной катастрофе, происшедшей 20 сентября 2002 г., а в идеале – полное исключение любых аклиматических пульсаций ледника Колка» [2, с. 185]. Его проект сводится к двум основным комплексам методов: 1) дегляциации ледника и 2) разгерметизации и дегазации его подледного пространства. В соответствии с этими комплексами методов необходимо проведение следующих основных видов работ:

- 1) срезание наступивших частей языков боковых притоков;
- 2) срезание льда, накопившегося в цирке ледника;
- 3) зачистка поверхности ледника в зоне абляции от моренного покрова (разморенивание);

4) рыхление, дробление льда, повышение неровности его поверхности;  
 5) «зачернение» (запыление) открытой и заснеженной поверхности ледника;  
 6) проведение комплекса работ по дегазации и понижению давления газа в подледных ловушках (проходка дегазационных выработок, бурение дегазационных скважин и пр.) [2, с. 187].

Но у нас к этому автору возникает целый ряд вопросов.

По видам работ 1, 2, 3 и 4 – чем и как срезать лед, чем его дробить и рыхлить? В связи с особенными свойствами льда (скользкость и сравнительно высокая прочность) работа бульдозеров и экскаваторов будет малоэффективна. А как доставить в ложе ледника Колка необходимое количество техники? Прокладывать дорогу в таких сложных геологических условиях? Что будет со срезанными массами льда и моренным материалом? Эта работа быстро не выполнима. А если в этом районе пройдет сильный дождь, то все эти массы станут очагами зарождения мощных каменно-ледовых селевых потоков!

Что касается «зачернения» (запыления) поверхности ледника (п. 5), можно, конечно, согласиться с тем, что оно вызовет быстрое таяние самого верхнего тонкого слоя льда, но поверхностные воды сразу же смывают это «зачернение» и его придется часто восстанавливать. Кроме того, как и чем производить это «зачернение»? И как оно повлияет на прилегающие склоны? Если много и часто проводить «зачернение», то вода в реках Геналдон и Гизельдон окрасится в черный цвет. Далее, на берегах и поливных сельскохозяйственных угодьях появится слой «чернозема»! Как это оценить с точки зрения экологии?

Мы также не видим необходимости проведения работ по дегазации и понижению давления газа (п. 6), т. к. категорически не согласны с утверждением М. Г. Бергера о том, что катастрофа представляла собой взрывоподобный внезапный газодинамический выброс ледника [2, с. 184–185]. Нет ни одного достоверного факта, подтверждающего правоту его утверждений! (Но об этом будет изложено отдельно).

В одной статье группа соавторов предлагает следующие мероприятия: «Чтобы не дать разрастись массе ледника Колка, следует осуществлять ее периодический (5–10 лет) принудительный выброс по подобию и схеме лавинного обстрела и именно в сентябре месяце ... Принудительный спуск осуществлять авиаобстрелом или другими мощными артиллерийскими орудиями с привлечением военных специалистов в период первых экспериментальных обстрелов». И далее: «Поскольку раздробленная ледниковая масса будет устремляться по известному маршруту – руслу реки, то на определенном удалении от ледникового очага следует выстроить земляную плотину для остановки и аккумуляции ползучей ледниковой массы» (рис. 4) [5, с. 59].

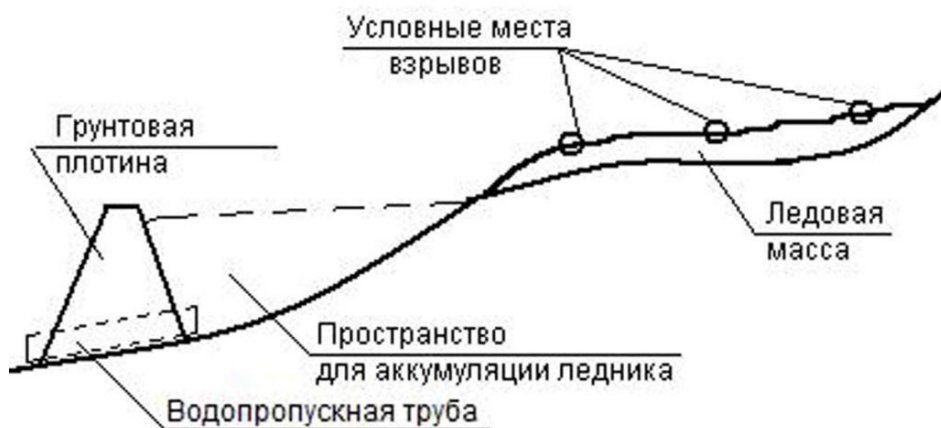


Рис. 4. Сооружение для аккумуляции ледниковой массы при защите населения и его хозяйственной инфраструктуры

Но эти авторы не учитывают особенные свойства снега и льда. Далеко не каждый артиллерийский выстрел вызывает принудительный спуск снежных лавин. Еще хуже в этом плане бывает со льдом. Мы неоднократно были свидетелями того, как достаточно мощные взрывные работы на льду не приносили сколько-нибудь значимых результатов. Так, попытка с помощью взрывов добраться до погребенного льдом тоннеля, в котором якобы оказалась киносъёмочная группа Бодрова-младшего, хотя было потрачено несколько тонн взрывчатки и несколько месяцев работы не принесли результата. Не увенчалась успехом и попытка с помощью взрывов спустить подпрудное озеро около селения Горная Саниба, или размывать лед брандспойтами.

Даже если взрывные работы имели бы успех, то «ползучая ледниковая масса» в соответствии с уклоном дна ущелья должна трансформироваться в каменно-ледовую лавину. А она пошла бы с такой скоростью, что с легкостью могла бы снести земляную плотину. Сама же плотина, чтобы остановить движущуюся на достаточно высокой скорости большую массу камней и льда, должна быть большой высоты (порядка сотен метров), большого объема и достаточной прочности! А где взять такие объемы грунта и как возводить такую плотину в достаточно узком и крутосклонном ущелье? И надо еще учесть, что эти каменно-ледовые массы с большой вероятностью забьют водопропускную трубу в плотине. Тогда образовавшийся из-за этого подпрудный водоем при прорыве может вызвать мощнейший селевой поток! А утверждение о том, что исследованием чрезвычайных происшествий на горных дорогах «...в России, кроме авторов этой статьи, никто не занимается» [5, с. 59] выглядит, мягко говоря, не совсем корректно.

Интересное, на первый взгляд, решение проблем с ледником Колка предлагает архитектор Р. Х. Аликов: «Мемориальный комплекс Кармадонского ущелья представляется нам в виде стройных рядов из зеркальных щитов на восточной створке Кармадонских ворот, поворачивающихся за солнцем и направляющих лучи на поверхность ледника Колка». По авторскому замыслу, зеркала, направляющие солнечные лучи на поверхность ледника, должны стать отличительной особенностью почти всех сооружений Кармадонского ущелья – жилых, общественных, технических» [1, с. 2].

Далее автор пишет: «Запрограммированный поворот зеркал вокруг вертикальной и горизонтальной осей может выполняться за счет энергии смонтированных с зеркалами солнечных батарей. От направленных лучей солнца ледник будет таять, процесс накопления ледовой массы замедлится, а по мере увеличения числа отражателей, может прекратиться полностью. В идеале, угроза катастрофических сходов ледника Колка станет достоянием истории. Невзрачный, малозаметный ледник Колка, высвеченный большим солнечным зайчиком, перейдет в категорию самых заметных ледников Кавказа и станет еще одной достопримечательностью Республики... В ложе ледника, находящегося на высоте более 3000 метров, за счет направленных солнечных лучей создастся особый благоприятный микроклимат, что позволит разместить там приют для адаптации альпинистов перед восхождениями на вершины Казбека, Джимарайхох, Саухох и Майли» [1, с. 2].

На странице 3 [1] представлена Функциональная схема ущелья, где показаны объекты, на которых будут размещены системы зеркал. Это санаторий на источниках, научно-музейный центр, турбаза, альплагерь, скала с зеркалами, селения Майрамыкау, Кани, Тменикау и санаторий Кармадон. (Примечание: селения под названием Майрамыкау здесь нет).

Но как писал Лев Николаевич Толстой, «гладко вписано в бумаге, да забыли про овраги...». Все эти объекты находятся в Кармадонской котловине на высотах от 1400 до 1984 м над уровнем моря и на удалении от ледника Колка от 13 до 17,5 км по прямой линии. Само ложе ледника Колка находится в ущелье на высотах от 2950 до 3400 м между хребтом Майлихох–Джимарайхох и восточным гребнем, отходящим на восток от вершины Саухох. Этот гребень, а также гребень, отходящий на юго-восток от вершины Геодезист,

полностью закрывают прямую видимость ледника Колка от указанных на схеме мест установки зеркал! Самые верхние части висячих ледников, питающих ледник Колка и с которых на него происходят обвалы, расположены на гребне Майлихох–Джимарайхох на высотах 4160–4300 м. Даже эти ледники будут недоступны для лучей, отраженных с зеркал, установленных на вышеуказанных объектах. На днище и склонах Кармадонской котловины нет ни одного места с прямой видимостью не только самого ледника Колка, который Р. Х. Аликов предлагает растапливать отраженными солнечными лучами, но и тех ледников, которые питают ледник Колка. Это наглядно видно по представленным фотографиям (рис. 5 и 6). Зато эти лучи наверняка будут ослеплять горных туристов и альпинистов, совершающих восхождения в этом районе. Они также будут ослеплять экипажи пролетающих здесь вертолетов и самолетов.



Рис. 5. Вид Геналдонского ущелья от дороги в с. Верхний Кани. Стрелкой показан хребет, за которым расположен ледник Колка. Фото Р. Тавасиева



Рис. 6. Вид Геналдонского ущелья от с. Нижний Кани. Стрелкой показан хребет, за которым расположен ледник Колка. Фото из интернета



На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что все эти проекты, направленные на предотвращение будущих катастрофических сходов ледника Колка, неосуществимы.

Для того чтобы разработать план проведения работ по предупреждению и недопущению в дальнейшем катастрофических сходов ледника Колка, необходимо исходить из его особенностей, прежде всего, морфологического строения.

Карово-долинный ледник Колка имеет асимметричное питание, а в соответствии с этим и асимметричное строение. Его питание происходит главным образом от ледовых притоков, ледовых обвалов с висячих ледников и от снежных лавин в тыловой части ледника и с правого борта ущелья на всем его протяжении (рис. 7, 8).

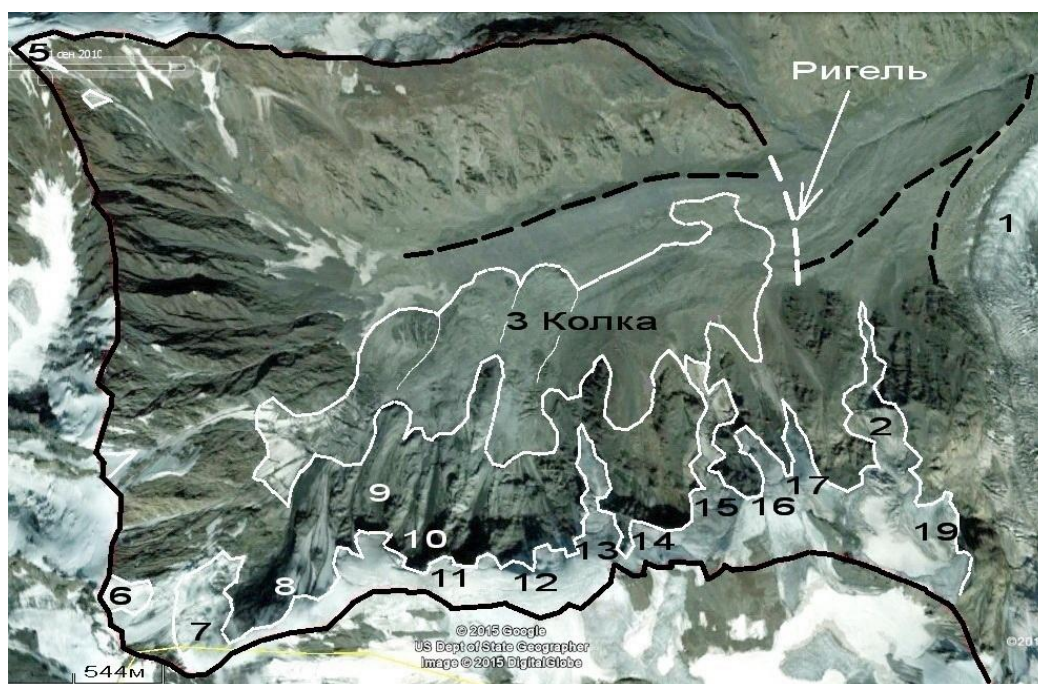


Рис. 7. Состояние ледника Колка и его притоков на 1.09.2010 г. Космоснимок из Google Планета Земля. Условные обозначения: номера ледников даны по Рототаеву и др. [6]; 8, 9 и 10 – местоположение ледников до их полного обрушения в 2002 г.; сплошная линия – гребни хребтов, ограничивающих бассейн ледника Колка; черная прерывистая линия – береговые морены

До катастрофы 2002 г. здесь было 12 ледников [6]. После этой катастрофы их осталось 9 [7]. Мощная левая береговая морена практически ограничивает поступление лавинного снега с левого борта. Левых притоков у ледника Колка нет. Правые притоки ледника стекают с достаточно крутого склона на почти пологое ложе ледника (рис. 7, 8, 9). По мере сползания скорость движения льда уменьшается и под крутыми склонами мощность льда значительно возрастает. В соответствии с таким движением льда и его мощностью наибольшая экзарация ложа ледника Колка происходит под его правой частью. При этом каждый приток вырабатывает здесь свою экзарационную ложбину. Из-за этого ложе ледника Колка под правым бортом в продольном профиле приобретает ступенчатое строение. Из-за ступенчатого строения и большой мощности льда правая часть ледника имеет и наибольшую устойчивость к сдвиговым деформациям.

С таким односторонним питанием связано и течение ледовых масс: оно направлено наискосок от правого борта к левому. Чем дальше от устья притоков, тем меньше мощность льда и в соответствии с этим, меньше его экзарационная деятельность.

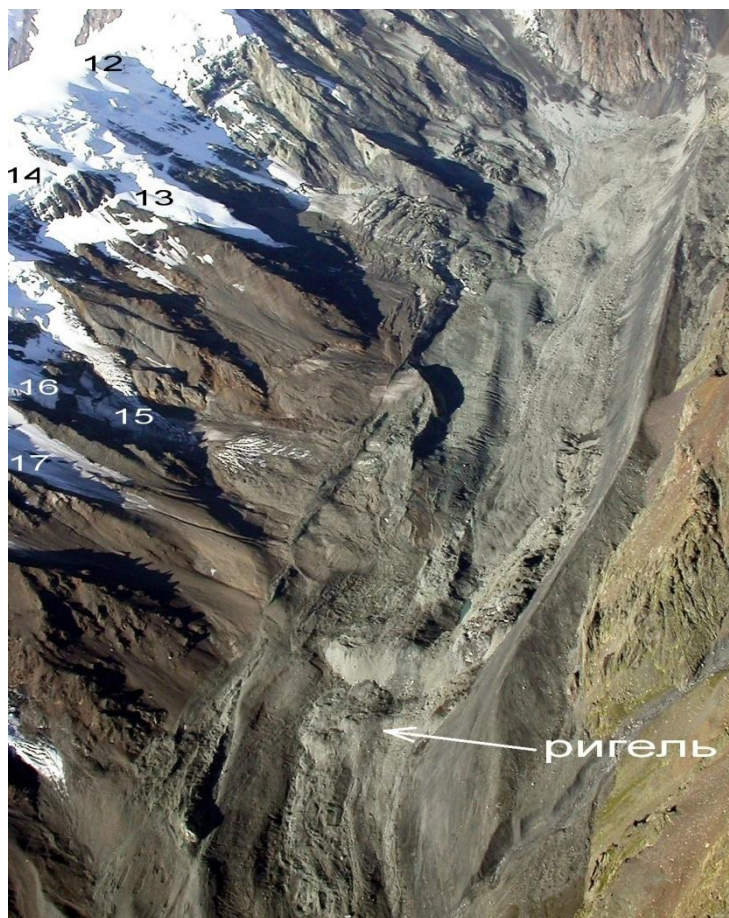


Рис. 8. Ледник Колка 25.08.2003 г. Аэрофото ИнфоТЕРРА и МЧС

Поэтому под левым берегом ледника профиль его ложа более ровный. Здесь, из-за сравнительно ровного дна и малой мощности льда, левая часть ледника имеет и наименьшую устойчивость к сдвиговым деформациям. Различная устойчивость отдельных частей ледника Колка к сдвиговым деформациям четко проявилась при катастрофическом сходе этого ледника 20 сентября 2002 г. Тогда значительные ледовые массы правой части ледника остались в его ложе (рис. 8), где находятся и до настоящего времени (рис. 9, О).



Рис. 9. Ледник Колка 10.08.2014 г. Условные обозначения: О – мощные притоки льда, которые не изменили своего положения, Н – нижний, С – средний, В – верхний притоки, достигшие левой береговой морены. Фото предоставил С. Черноморец, МГУ

По мере накопления льда и упора его в левую береговую морену, лед начинает стекать вниз по ложу. Этому течению частично препятствуют потоки льда с расположенных ниже правых притоков. Но самое главное препятствие для плавного стока ледовых масс – это ригель, расположенный на дне окончания ложа ледника Колка на высоте около 2930 м. Его отразил В. Н. Дробышев на своей «Реконструкции продольного вертикального сечения тела ледника Колка на конец августа 2002 г. и положение ледово-каменной брекчии, играющей роль сдерживающей дамбы» [3, с. 30, рис. 15]. По всей видимости, под этой ледово-каменной брекчией расположен останец коренных пород, являющийся продолжением гребня хребта, отходящего на восток от вершины Саухох и спускающегося в ущелье Колка (рис. 7, 8). Здесь уже нет правых притоков льда, и этот останец по сравнению с вышерасположенным ложем ледника не был подвержен экзарации. Так образовалось переуглубленное ложе ледника Колка, в котором каждый раз происходит накопление критической массы льда. При достижении критической массы ледовое тело, упирившееся в ригель, преодолевает его и происходит или очередная подвижка (пульсация), или катастрофический сход большей части ледника.

Наличие ригеля подтверждается тем, что долгие годы позиционирование конца ледника бывает именно в этом месте. Так, как утверждают К. П. Рототаев, В. Г. Ходаков, А. Н. Кренке, на фотографиях Л. А. Варданянца, «снятых им в 1926–1928 гг., зафиксировано положение языка ледника Колка вблизи отметки 2900–3000 м» [6, с. 17]. Его активизация началась только за два года до пульсации в 1969–1970 гг. [6]. Такое же положение конца ледника было и с 80-ых годов прошлого века до 20 сентября 2002 г. (рис. 10; рис. 11).



Рис. 10. Окончание ледника Колка в 1985 г. Аэрофото Р. Тавасиева



Рис. 11. Окончание ледника Колка 30.10. 2001 г. Аэрофото ИнфоТЕРРА и МЧС

Этот же ригель частично задержал ледовые массы при катастрофическом сходе ледника 20 сентября 2002 г. (рис. 7 и 8). А если бы здесь не было ригеля, то при положительном балансе ледовых масс происходило бы их плавное стекание в нижнюю часть ущелья, а не катастрофическое увеличение длины ледника. По нашему убеждению, *этот ригель является главным препятствием для плавного постепенного оттока льда в нижележащую часть ущелья и способствует накоплению ледником критической массы!* Значит, для предупреждения пульсаций и катастрофических сходов ледника Колка необходимо проведение работ по разрушению и полному уничтожению ригеля ложа этого ледника. Эту работу можно выполнить путем проведения небольших по мощности взрывных работ с последующей зачисткой небольшим бульдозером. Каменно-ледовая брекчия и коренные породы легче разрушаются при взрывных работах, чем чистый лед. А небольшой бульдозер можно доставить сюда вертолетом. Ввиду того, что сразу же из-под ригеля вытекает река (один из двух истоков р. Геналдон), а уклон ущелья резко возрастает, при проведении работ по разрушению ригеля, массы будут обваливаться и смываться этой рекой. Эту работу необходимо проводить в паводковый сезон – летом, чтобы обвалившиеся массы легко смывались рекой и равномерно откладывались в нижних частях ущелья.

По сравнению с проектами, предложенными другими авторами, разрушение только ригеля ложа ледника Колка – это наименее трудоемкий и малозатратный объем работ, необходимых для предупреждения и недопущения в будущем катастрофических сходов этого ледника.

К настоящему времени три самых верхних притока льда сползают в ложе ледника Колка и уже почти достигли левой береговой морены (рис. 9, Н, С, В). Средняя скорость сползания этих притоков от 85 (нижний) до 132 м/год (верхний приток) [7, с. 44]. На других притоках изменения незначительные (рис. 9, О). В дальнейшем, по мере накопления и упора в левую береговую морену, верхние три потока начнут поворачивать вниз по ложу ледника и сползать до упора в ригель.

На основании вышеизложенных фактов мы пришли к выводу: для предупреждения пульсаций и катастрофических сходов ледника Колка необходимо проведение работ по

разрушению и полному уничтожению ригеля в ложе этого ледника. Кроме того, желатель-но срезать и окончание левой береговой морены.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аликов Р. Х.* Архитектурные аспекты решения проблем Кармадонского ущелья в связи со сходом ледника Колка // *Материалы VII Международной научной конференции «Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений»* [электронный ресурс]. Владикавказ: Терек СКГМИ (ГТУ), 2010. <http://www.skgmi-gtu.ru/mauntain2010/old.skgmi-gtu.ru...Napravlenie3/Section4/Аликов.pdf>.

2. *Бергер М. Г.* О необходимости проведения работ по предотвращению катастрофических пульсаций ледника Колка (К 5-й годовщине катастрофы на леднике Колка в Геналдонском ущелье) // *Материалы VI Международной конференции: Инновационные технологии для устойчивого развития горных территорий 28–30 мая 2007 г.* Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2007. С. 184–194.

3. *Дробышев В. Н.* Гляциальная катастрофа Северной Осетии 20 сентября 2002 года // *Вестник ВНИЦ РАН и РСО-А*, 2012. Т. 12. № 3. С. 20–36.

4. *Комжа А. А.* Катастрофические пульсации ледника Колка и возможность их фитоиндикации в каньоне реки Геналдон (Центральный Кавказ) // *Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа / Труды Международной научно-практической конференции.* Владикавказ, 20–23 сентября 2007 г. Владикавказ, 2008. С. 374–385.

5. *Кортиев Л. И., Иванов В. А., Кортиев А. Л., Иванов Д. В.* Оценка природно-техногенного риска ледника Колка в Осетии и идеи защиты от подобных катастрофических обрушений // *Вестник ВНИЦ РАН и РСО-А*, 2009. Т. 9. № 1. С. 56–59.

6. *Рототаев К. П., Ходаков В. Г., Кренке А. Н.* Исследование пульсирующего ледника Колка. М.: Наука, 1983. 168 с.

7. *Тавасиев Р. А.* Ледники Майли и Колка (Центральный Кавказ) // *Вестник Владикавказского научного центра РАН.* Т. 12, № 3. 2012. С. 37–45.

УДК 551.32

## КАМЕННЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ КАК РЕЗЕРВУАРЫ И ИСТОЧНИКИ ЧИСТОЙ ПРЕСНОЙ ВОДЫ\*

**Тавасиев Р. А.**, член-корреспондент МАНЭБ, научный сотрудник  
Национальный парк «Алания»  
*e-mail: tavasglacio@mail.ru*

Владикавказ, Российская Федерация

**Тебиева Д. И.**, канд. географ. наук, доцент кафедры физической  
и социально-экономической географии

Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация

*e-mail: d\_tebieva@mail.ru*

*Рассматривается проблема дефицита пресной воды и каменные глетчеры, как природные резервуары и фильтры чистой пресной воды, формирующие собственный высотный пояс. Приведены примеры возможного использования талой воды каменных глетчеров для водоснабжения населения и хозяйственных объектов.*

**Ключевые слова:** каменные глетчеры, источники, чистая пресная вода, водоснабжение.

*The problem of deficiency of soft water and rock glaciers as the natural tanks and filters of clear soft water forming characteristic altitudinal belt are considered. Examples of possible use thawed snows of stone glaciers for potable water supply and nonpotable water service are given.*

**Key words:** rock glaciers, wellhead, clear fresh water, watersupply.

Чистая пресная вода имеет решающее значение для жизнеобеспечения населения Земли, в то время как во многих районах мира все сильнее ощущается дефицит этого важнейшего экологического фактора. В связи с важностью и необходимостью решения этой глобальной проблемы на 58-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН была принята резолюция 58/217, которая провозгласила период 2005–2015 годов Международным десятилетием действий «Вода для жизни».

В течение прошедших десяти лет мы проводили исследование современного оледенения в Республике Северная Осетия-Алания (далее РСО-Алания), представленного ледниками и каменными глетчерами. В процессе исследований были уточнены размеры и количество ледников, их границы и динамика оледенения. Так, нами отмечена устойчивая тенденция к сокращению площади оледенения: многие ледники распались на отдельные элементы либо полностью исчезли. Одновременно наблюдается интенсивный рост каменных глетчеров, представляющих собой «крупные скопления в горах сцементированного льдом грубообломочного материала, по форме напоминающие ледники, а иногда лавовые потоки, обладающие способностью к самостоятельному движению» [9, с. 57]. Каменные глетчеры образуются ниже современной снеговой линии, формируя своеобразный высотный пояс вслед за отступающими ледниками.

---

\*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 14-05-00794

Ледники и каменные глетчеры являются основными истоками питания всех горных рек и ручьев, но до настоящего времени не проведена дифференциация этих источников, так как понятие «каменный глетчер» пока не вошло в научный оборот из-за своей «молодости». Главное отличие талых вод ледников и каменных глетчеров заключается в том, что во время летнего таяния ледниковые воды несут огромные массы взвешенных частиц, мути, а воды каменных глетчеров остаются чистыми круглый год.

Запасы льда в каменных глетчерах подсчитать практически невозможно, особенно в высокогорьях Большого Кавказа, из-за их труднодоступности и селеопасности некоторых из них. Но приблизительные оценки можно дать, если опираться на приходную часть водного баланса ледников. Во всяком случае, каменные глетчеры следует рассматривать как неучтенный водный ресурс и неочененный источники пресной воды [2].

На территории Северной Осетии к настоящему времени выявлено 178 каменных глетчеров и их комплексов. Большинство из них – это активные каменные глетчеры Алибекской стадии оледенения (стадия фернау по альпийской системе) и их древние голоценовые генерации. По влиянию на устойчивое развитие горных территорий каменные глетчеры можно условно разделить на две группы: каменные глетчеры, являющиеся очагами зарождения селевых потоков, и каменные глетчеры, являющиеся постоянными источниками чистой пресной воды [5, 6].

К первой группе относятся каменные глетчеры, фронтальные откосы которых расположены на ригелях каров или горных долин. Во время ливневых и затяжных дождей они становятся очагами зарождения селевых потоков.

Ко второй – каменные глетчеры, расположенные на днищах пологих долин. Общий уклон поверхности таких глетчеров не превышает 5–10°. В таких долинах обычно хорошо сохраняются и древние генерации каменных глетчеров, поросшие хорошо развитой травянистой и кустарниковой растительностью. Даже при продолжительных жидких осадках они не подвержены поверхностной эрозии. Атмосферные осадки, талые воды со склонов и вышележащих ледников, пройдя сквозь тело такого каменного глетчера, фильтруются. К ним присоединяется вода, образующаяся при таянии внутренних льдов. Даже селевые потоки, сошедшие на них с бортов долин, теряют скорость и останавливаются. Их водная составляющая легко проникает внутрь каменного глетчера, а твердые массы откладываются на поверхности каменного глетчера, увеличивая мощность «брони». Такие каменные глетчеры и их комплексы на всем протяжении представляют собой природные фильтры талой и атмосферной влаги. Эти воды обладают высокими питьевыми качествами, не требуют дополнительной очистки от механических примесей и микроорганизмов [5, 6].

Нами выявлены источники, давно используемые для водоснабжения горных поселений, но принимаемые за обычные родники. Кауридонский комплекс каменных глетчеров расположен под небольшими ледниками. Он состоит из пяти активных каменных глетчеров, их древних генераций (рис. 1). На поверхности этого комплекса видны остановленные им селевые потоки. Кауридонский комплекс каменных глетчеров является истоком реки Кауридон (бассейн р. Геналдон, рис. 2). Зона фильтрации этого комплекса 4,5 км! Вода отличается высоким качеством, имеет слабую минерализацию. До Кармадонской катастрофы 2002 г. эта вода вывозилась цистернами и использовалась в пищевой промышленности. Но в результате обвала ледника Колка все Геналдонское ущелье и автодорога, ведущая по нему на равнину, а также вход в боковое ущелье, где расположено селение Горная Саниба, были перекрыты ледово-каменными массами. На сегодняшний день вывозить воду можно только через Суаргомский перевал, но груженные автоцистерны не могут его преодолеть. В настоящее время водой из этой реки запитана водопроводная система вышеназванного селения. Положительное заключение Пятигорского НИИ курортологии о качестве Кауридонской воды позволило в самом селе открыть небольшой цех по розливу питьевой воды под одноименным названием и поставлять ее в розничную торговую сеть (рис. 3).

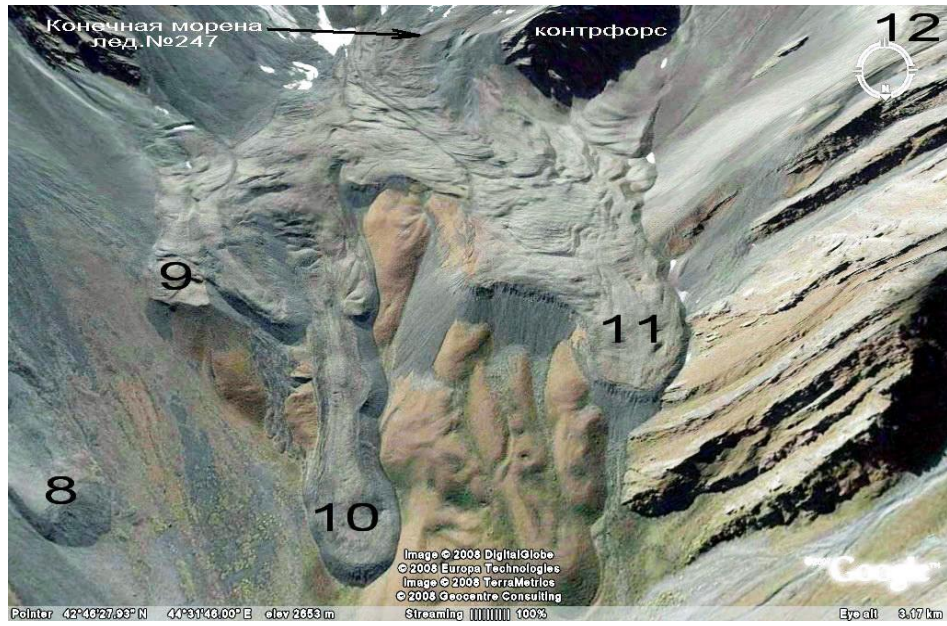


Рис. 1. Кауридонский комплекс каменных глетчеров



Рис. 2. Бассейн р. Геналдон



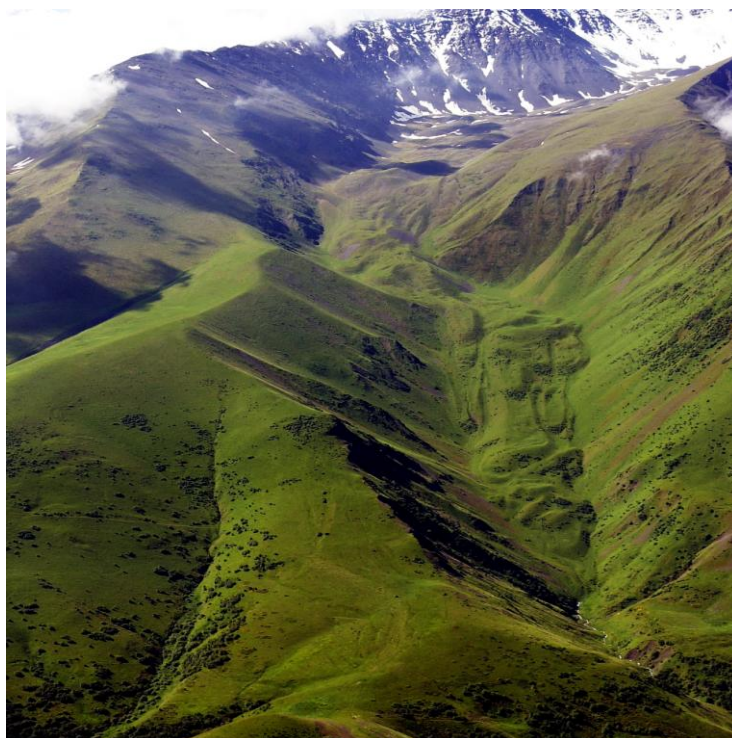
Рис. 3.



«Дебит источника в разные периоды года колеблется от 120 до 243 л/с. Каптажным устройством выход источника не оборудован. Создан лишь водосбор, позволяющий с помощью рамочного водослива производить замеры дебита источника» [1, с. 9].

Канидонский древний голоценовый каменный глетчер является источником реки Канидон (левый приток р. Геналдон). Зона фильтрации 2 км [4]. В истоках этой реки расположен каптаж водозабора Кармадонского водопровода, снабжающий санаторий Кармадон, селения Верхний и Нижний Кани. Длина водовода около 5 км.

Уаллагдонский активный каменный глетчер и его древние голоценовые генерации являются истоком реки Уаллагдон (правый приток р. Гизельдон (рис. 4)). Зона фильтрации 4,7 км [4]. В истоках этой реки расположен каптаж водопровода селений Даргавс и Хуссар Хинцаг. Общая длина водовода около 5,5 км.



*Рис. 4. Правый приток р. Гизельдон*

Под Табилдонским древним каменным глетчером расположен каптаж второго Даргавского водопровода.

Перспективным является источник, находящийся под комплексом активного каменного глетчера и его древней генерации, расположенного между высотами 3489,4 м (г. Байры-Сырт) и 3836,0 м (пик Добза Гогаева). Вода источника попадает в реку Мидаграбин (Гизельдон) в двух километрах выше по ущелью от с. Джимара.

Под этими же вершинами, но уже со стороны Куртатинского ущелья (бассейн р. Фиагдон), расположены два комплекса каменных глетчеров: Лацедонский северный и Лацедонский южный, – которые могли бы снабжать высококачественной водой поселок Фиагдон и его рекреационные учреждения. В настоящее время к Фиагдонскому поселению подается вода из ущелья Цариутдон, отличающегося повышенной селевой опасностью. Каптаж этого водовода не отвечает санитарно-гигиеническим и техническим требованиям, так как периодически загрязняется часто сходящими селями.

От источников Лацедонских каменных глетчеров проложен водовод к селению Цмити, расположенному на противоположном склоне р. Фиагдон.

В газете «Северная Осетия» за 24 сентября 2015 г. была опубликована статья жителей селения Нижний Унал под названием «Унальские страсти», где они пишут, что в последние годы в их селе возникли большие проблемы с водоснабжением. Чистую воду они вынуждены возить с соседних сел, хотя через это с. Нижний Унал протекает река Кутардон (правый приток реки Ардон).

Проблемы с водоснабжением целой группы населенных пунктов в долине реки Ардон (селения Нижний и Верхний Унал, поселок Холст и поселок Джимидонского рудника) можно решить, проложив водовод длиной 8 км от истока реки Кутардон, берущей начало под комплексом каменных глетчеров и протекающей в непосредственной близости от названных пунктов.

При строительстве федерального горно-спортивного комплекса «Мамисон» для его водообеспечения было пробурено 8 скважин и планировалось строительство 20 бетонных емкостей. 4 емкости уже построены. Но из всех пробуренных скважин изливается минеральная вода, которая сразу же дает осадок. К хранению и дальнейшему использованию эта вода не пригодна. Ею даже нельзя мыть полы – они покроются ржавым налетом. А рядом несколько источников чистой пресной воды, вытекающей из-под каменных глетчеров [3, 7, 8]. Этих источников вполне достаточно для обеспечения чистой пресной водой всех запланированных здесь гостиниц и других объектов с одновременным проживанием около 50 тысяч человек.

Самый большой на Северном Кавказе активный каменный глетчер расположен в восточной части Дигорского ущелья (бассейн р. Урух, рис. 5). Его длина 2875 м [5, 6]. Из-под его фронтального откоса вытекает река Донисардон. Воду этой реки можно будет использовать для водоснабжения планируемого здесь горно-спортивного комплекса «Уаллагком». Этой же водой можно обеспечить и все нижерасположенные населенные пункты восточной части Дигорского ущелья.



Рис. 5. Каменный глетчер в восточной части Дигорского ущелья

Истоки реки Билягидон (бассейн р. Урух) отличаются большим количеством каменных глетчеров. Так, по левому борту этого ущелья расположено 8 комплексов, по правому борту – 5 комплексов каменных глетчеров. Хотя в верховьях и находится два небольших каровых ледника, но основной объем стока дают профильтрованные каменными глетчерами талые воды. Этими водами питается родник, от которого идет 8-километровый водовод

до селения Ахсау. Эта вода используется в пищевой промышленности для розлива и реализации в торговой сети в виде лечебно-столовой воды под названием «Ахсау» и «Суганские Альпы» (рис. 6).



Рис. 6.

Особый интерес представляют активные каменные глетчеры и их древние генерации под южными скальными стенами Кионхохского массива. Они формируются на высотах 3200–3250 м. Фронтальные откосы активных каменных глетчеров постоянно осыпаются и резко отличаются по цвету. Поверхности и активных и древних генераций перехватывают потоки небольших селей. На высоте около 2500 м на поверхности древних генераций наблюдается массовый выход грунтовых вод. Особенно это проявляется на склонах, подрезанных автодорогой. Даже в самое засушливое для этих мест время года (сентябрь-октябрь) со склонов южной экспозиции продолжают стекать ручьи! Это свидетельствует о продолжающемся таянии льда в каменных глетчерах, расположенных выше по склону. Зимой здесь образуется масса наледей.

Химический анализ Кионхохских источников не проводился. Однако можно предположить, что в соответствии со слагающими их породами – юрскими известняками – вода будет отличаться высоким содержанием кальция и магния, в отличие от источников, стекающих с каменных глетчеров, сложенных кристаллическими породами. Кионхохские источники используются для водоснабжения поселка Верхний Згид.

Следует особо подчеркнуть, что сток с каменных глетчеров по общему объему сопоставим с ледниковым. Например, аргентинский ученый Корте установил, что в Андах Мендосы, в верховьях бассейна реки Куэнас, сток с каменных глетчеров составляет 56 %, а с ледников – только 44 % [10]. По нашим данным, в Северной Осетии более 80 малых рек вытекает из-под каменных глетчеров. Сток с этих образований по общему объему также сопоставим со стоком с ледников.

В связи с продолжающимся потеплением климата деградация ледников будет продолжаться и на их месте будут формироваться каменные глетчеры, талые воды которых могут длительное время компенсировать нарастающий дефицит чистой пресной воды.

## Заключение

В результате проведенных исследований на территории Северной Осетии выявлено 178 каменных глетчеров, закономерно образующих собственный высотный пояс. Указанная закономерность проявляется во всех горных странах, когда-либо подвергавшихся оледенению.

По влиянию на устойчивое развитие горных территорий выделены каменные глетчеры, являющиеся очагами зарождения селевых потоков. Они расположены на ригелях каров или подвешенных долин и имеют большую крутизну поверхности – от 25 до 40°.

Впервые каменные глетчеры Северной Осетии рассмотрены как природные фильтры и источники чистой пресной воды. Такие каменные глетчеры обычно расположены на днищах пологих долин, крутизна уклона которых не превышает 5–10 градусов. Часть источников спонтанно используется для водоснабжения горных поселений и в пищевой про-

мышленности. Нами предлагается целенаправленно использовать талые воды каменных глетчеров для водоснабжения населения и в хозяйственных целях, учитывая при этом хрупкость горных экосистем.

Каменные глетчеры следует рассматривать как естественные резервуары питьевой воды, которые будут отдавать свою воду даже при полном стаивании ледников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Джгмадзе А. К. Особенности оценки запасов пресных подземных вод по источнику Кауридон (РСО-Алания) // Геология и геофизика Юга России. № 4. 2014. С. 9–14.

2. Донцов В. И., Цогоев В. Б. Водные ресурсы / Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания. Владикавказ: Проект-Пресс. 2001. С. 368.

3. Тебиева Д. И., Тавасиев Р. А. Водоснабжение высокогорных туристско-рекреационных комплексов (на примере высокогорного туристско-рекреационного комплекса «Мамисон») / Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Рекреационная география и инновации в туризме». Иркутск. Изд-во. Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН. 2014. С. 81–83.

4. Тавасиев Р. А. Каменные глетчеры Даргавса и Кармадона // Вестник Северо-Осетинского отдела ВГО. № 13. Владикавказ, 2010. С. 7–13.

5. Тавасиев Р. А. Каменные глетчеры Северной Осетии и их значение для устойчивого развития горных территорий // Вестник Владикавказского научного центра. Т. 11. № 3. Владикавказ, 2011. С. 48–54.

6. Тавасиев Р. А., Тебиева Д. И. Каменные глетчеры Северной Осетии (обзор и перспективы их исследования) / Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа: Труды III Международной научно-практической конференции, приуроченной к 10-летию схода ледника Колка 20 сентября 2002 г. Владикавказ: ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2012. С. 170–176.

7. Тавасиев Р. А., Тебиева Д. И. Каменные глетчеры как источники водоснабжения рекреационного комплекса Мамисон. Развитие регионов в 21 веке / Материалы I Международной научной конференции. Часть 1. Северо-Кавказский государственный университет им. К. Л. Хетагурова. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2013. С. 417–420.

8. Тавасиев Р. А., Тебиева Д. И. Альтернативные источники водоснабжения высокогорного курорта Мамисон // Международный научный журнал «Устойчивое развитие горных территорий». 2014. № 4 (22). С. 79–83.

9. Тутков С. Н. Геокриология горных стран. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 136.

10. Haerberli V. Каменные глетчеры (Rock Glaciers). – <http://sites.google.com/site/rockglacier/>.

## ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОГО СПИРТОПРОИЗВОДСТВА РСО-АЛАНИЯ

**Хацаева Ф. М.**, канд. географ. наук, доцент  
Северо-Осетинский  
государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: hacaevafm@mail.ru*

**Юлдашев З. Н.**, аспирант  
Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова  
Владикавказ, Российская Федерация  
*e-mail: yzaur@inbox.ru*

*Развитие спиртового производства в РСО-Алания приводит к снижению запасов пресных вод, загрязнению поверхностных и грунтовых вод.*

**Ключевые слова:** спиртовое производство, ресурсы, пресная вода, водозабор, динамика водопотребления, дефицит, загрязнение вод, барда, экологическое состояние, снижение риска.

## WATER SCARCITY IN AREAS OF INTENSE SPIRTOPROIZVODSTVA NORTH OSSETIA-ALANIA

**Hatsaeva FM, Ph.D.**, associate professor  
North Ossetian State University of C. L. Khetagurov  
Vladikavkaz, the Russian Federation  
*e-mail: hacaevafm@mail.ru*

**Yuldashev Z. N.**, a graduate student  
North Ossetian State University of C. L. Khetagurova  
Vladikavkaz, the Russian Federation  
*e-mail: yzaur@inbox.ru*

Северная Осетия-Алания – наиболее промышленно специализированный регион среди республик Юга России, по объему промышленного производства уступающий лишь Республике Дагестан. Промышленная база Северной Осетии достаточно диверсифицирована.

Высоко развита спиртовая промышленность, которая является крупнейшим потребителем водных ресурсов и загрязнителем поверхностных вод.

В РСО-Алания насчитывается 24 предприятия по производству спирта, из которых 17 имеют лицензию.

Общая проектная производительность спиртзаводов составляет 97 дал спирта в сутки, или 29100 тыс. дал в год. Такое широкое развитие спиртовая промышленность в РСО-Алания получила в последние 10–15 лет.

При общей проектной производительности спиртзаводов 97 тыс. дал в сутки, или 29100 тыс. дал этилового спирта в год, может образоваться около 12610 тонн в сутки, или 3783 тыс. тонн в год, послеспиртовой барды.

Практика показала, что для потребления такого количества барды в виде кормов необходимо иметь 252 тыс. голов скота.

Даже если учесть, что у населения в личных подсобных хозяйствах имеется около 164 тыс. голов скота, из которых только для 15–20 % используется барда, ежедневно ее излишки составляют 8260 тонн.

Одно из требований – необходимое наличие очистных сооружений и мощностей по переработке отходов спиртового производства. Но со времени критической публикации в «СО» годичной давности практически никаких перемен к лучшему на наших алкогольпроизводящих предприятиях не произошло.

Вода участвует во всех физиологических и биологических реакциях. Свойства используемой воды различны на разных спиртовых предприятиях.

Дефицит пресной воды становится причиной кризисов и социальных катастроф. В традиционном обществе дефицит воды случался в локальных масштабах, и обусловленные им кризисы тоже оставались локальными. Но по мере развития человечества увеличивались масштабы и воддефицита, и кризисов.

Водный кризис приобретает глобальные масштабы. По данным ООН, уже сейчас более 1,2 млрд людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно (в сухой сезон и т. п.). По прогнозам, к середине третьего десятилетия XXI в. численность людей, живущих при перманентной нехватке воды, превысит 4 млрд человек. При экстраполяции учитывались, естественно, только сложившиеся тенденции, уже действующие факторы негативного антропогенного воздействия на водные источники (загрязнение, истощение вследствие недопустимо высокого водозабора, осушение верховых болот с неизбежным снижением уровня вод в питаемых ими малых рек, сведение лесов на водосборе и т. д.).

В последние десятилетия все чаще дефицит пресной воды возникает в регионах, где его раньше не было, и повсеместно усиливается. Очевидная причина этого расширения водопотребления объясняется увеличивающимся населением и растущей экономикой. Однако, если бы дело ограничивалось только этой причиной, то ухудшались бы лишь относительные показатели водообеспеченности (не обязательно реального потребления): объем водных ресурсов в расчете на душу населения и на единицу производимого продукта. Однако пресной воды удовлетворительного качества становится меньше не только в относительном, но и в абсолютном измерении. Это обстоятельство часто недооценивается, подчас и вовсе остается незамеченным. Тем не менее, именно оно позволяет понять сущность процесса нарастания воддефицита и определить основные принципы стратегии, которая позволит развивающемуся человечеству решить проблему. Для его анализа необходимо начать с естественно-научного аспекта, чтобы затем перейти к экономическому и политическому аспектам.

Северная Осетия располагает значительными ресурсами поверхностных и пресных подземных вод, которые являются неразрывной частью агроклиматических, энергетических и рекреационных ресурсов. Водные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания являются благоприятным фактором развития региона в условиях постепенного нарастания дефицита этого вида ресурса на Юге России.

Северная Осетия-Алания – наиболее промышленно-специализированный регион среди республик Юга России. Промышленная база Северной Осетии достаточно диверсифицирована.

### **Динамика использования грунтовых вод**

В республике большое количество водозаборов, техническое состояние которых оставляет желать лучшего. На многих водозаборах запасы не оценены или требуется их пе-

реоценка. Контроль уровней и количества добываемой воды на скважинах должным образом не ведется.

Экологическое состояние Редантского, Балтинского, Длинно-Долинского, Чернореченского и Южного водозаборов Орджоникидзевогo месторождения пресных питьевых вод не отвечает требованиям природоохранного законодательства.

В основном из-за систематического превышения допустимых объемов водоотбора на месторождении сложилась весьма сложная гидродинамическая ситуация. К тому же продолжается бесконтрольная подпитка водоносного горизонта водами р. Терек. Результаты анализа удельных гидрогеологических показателей свидетельствуют об истощении водоносного горизонта. При этом около половины питьевой воды теряется безвозвратно из-за неудовлетворительного состояния водопроводных сетей.

*Таблица 1*

**Основные показатели использования воды за 2006-2010 гг. млн м<sup>3</sup>**

| № | Показатель   | Год    |         |          |          |         |
|---|--|--------|---------|----------|----------|---------|
|   |  | 2006   | 2007    | 2008     | 2009     | 2010    |
| 1 | Количество водопользователей, охваченных госучетом                           | 273    | 234     | 213      | 211      | 210     |
| 2 | Забор воды из природных объектов   | 1150,1 | 1392,04 | 1170,2   | 1179,34  | 1083,18 |
|   | В т.ч.   |        |         |          |          |         |
|   | - поверхностных  | 1006,1 | 1256,08 | 1028,451 | 1050,041 | 955,06  |
|   | - подземных  | 144,0  | 135,96  | 41,75    | 29,3     | 128,12  |
| 3 | Потери воды при транспортировке  | 178,36 | 216,23  | 182,054  | 177,803  | 111,37  |
| 4 | Использование воды всего   | 249,21 | 230,11  | 230,263  | 233,777  | 221,53  |
|   | В т.ч.   |        |         |          |          |         |
|   | - на производственные нужды  | 49,57  | 25,44   | 22,193   | 20,821   | 27,44   |
| 4 | - на хозяйственные нужды   | 74,76  | 83,3    | 85,432   | 83,249   | 77,71   |
|   | - сельхоз водоснабжение  | 1,1    | 0,5     | 0,32     | 0,288    | 0,18    |
| 4 | - орошение   | 54,31  | 40,96   | 37,442   | 35,217   | 44,38   |
| 4 | Обводнение   | 13,14  | 20,24   | 3,78     | 4,57     | 2,26    |
| 4 | - прочие нужды   | 56,54  | 59,67   | 56,08    | 89,692   | 69,56   |
| 5 | Расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения | 58,95  | 31,27   | 39,44    | 30,87    | 29,9    |