

РГБ ОД

- 5 ИЮН 2009

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНАЯ АКАДЕМИЯ

*На правах рукописи*

**ХРИСТОВ Емил Крумов**

**ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ, ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК  
БОЛГАРИИ - КАК ОСНОВА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ  
РАЗМЕЩЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Специальность 04.00.12 – «Геофизические методы поисков и разведки  
месторождений полезных ископаемых»»

**Автореферат**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**доктора геолого-минералогических наук**

Москва 2000 г.

Работа выполнена в Московской геологоразведочной академии (МГГА)  
имени Серго Орджоникидзе

Официальные оппоненты

доктор технических наук, профессор В.Н. Бондаренко  
доктор геолого-минералогических наук, профессор В.К. Хмелевской  
доктор технических наук, профессор Е.Н. Черемисина

Ведущая организация: Институт геологии, петрографии, минералогии и  
геохимии рудных месторождений Российской Академии Наук.

Защита состоится 22 июня 2000 г. в 15 часов на заседании  
Диссертационного совета Д 063.55.08 Московской государственной  
геологоразведочной академии (МГГА) по адресу: Москва, ГСП-7, ул. Миклухо-  
Маклая, 23, аудитория 5-48


С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московской  
государственной геологоразведочной академии (МГГА)

Автореферат разослан

«17» мая 2000 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета

кандидат геолого-минералогических наук

 А.А. ВЕРЧЕБА

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*Актуальность работы.* Диссертация посвящена методологии оценки природных и технических условий внедрения хозяйственных объектов в заброшенных подземных выработках и, в частности, продолжительного хранения отходов (твердых и жидких) под землей. В развитых странах доказано, что, с точки зрения экологии, экономики и обороны, целесообразно строить под землей почти все хозяйственные объекты, не требующие солнечного света. В этом направлении в Республике Болгария сделано очень мало и в диссертации предлагаются концепции разработки и конкретные решения для расположения в подземных горных выработках и в глубоких скважинах хранилищ отходов, складов и холодильников, промышленных предприятий, энергетических объектов (АЭС, резервуары для сохранения теплоэнергии и сжатого воздуха), сельскохозяйственных объектов (оранжерей, производство грибов, питомники, птицефермы, винные подвалы), культурных, культовых и спортивных учреждений, больничных комплексов. Актуальность проблемы состоит также в защите земной поверхности от разрушений путем разработанных конкретных решений для расположения хозяйственных объектов в недрах земли.

Концепция расположения хозяйственных объектов в заброшенных подземных выработках разработана во исполнение Решения N 103 Бюро Совета Министров 1982 г. на основе составленного в период 1975-1994 гг. «Кадастра нарушений земных недр заброшенными подземными выработками».

*Целью работы* являются методологические основы обоснования размещения тех или иных хозяйственных объектов в заброшенных подземных выработках и глубоких скважинах, что обеспечивает сохранение земной поверхности и ведет к существенному экономическому, социальному и эстетическому эффекту.

*Задачи и методика исследования.* Для решения проблемы геоэкологической охраны земной поверхности и земных недр путем расположения хозяйственных объектов под землей, поставлены и решены следующие задачи:

1. Исследование и анализ нарушений в недрах земли от заброшенных подземных выработок и составление 13-ти томного кадастра этих нарушений

2. Разработка конкретных решений для размещения хозяйственных объектов в подходящих заброшенных подземных выработках и глубоких скважинах.

3. Разработка и внедрение методики проектирования и строительства хозяйственных объектов в подземных выработках.

4. Проектирование, строительство и эксплуатация рудника по «заданным параметрам» с целью вторичного использования для хозяйственных объектов.

5. Захоронение отходов в недрах земли (в заброшенных подземных выработках и глубоких скважинах) и, в частности, радиоактивных отходов при крупных радиационных авариях на АЭС путем их захоронения в геологических формациях.

6. Установление связи с хозяйственными объектами, расположенными в подземных выработках, путем использования геофизической аппаратуры радиоволнового просвечивания и специально сконструированной аппаратуры для сейсмической связи.

*Научная новизна исследований и результатов работы* заключается в следующем:

1. Широко обоснована геоэкологическая охрана земной поверхности и земных недр через размещение хозяйственных объектов в заброшенных подземных выработках. В этом направлении Болгария отстает в значительной степени от Западноевропейских и Скандинавских стран, США и России.

2. Составлен 13-ти томный кадастр и информационный указатель 291 заброшенных подземных выработок с общим объемом около  $2 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>.

3. Разработана концепция использования подземного пространства для хозяйственных целей; обоснована экологическая и экономическая целесообразность строительства десяти групп хозяйственных объектов в подходящих заброшенных подземных выработках.

4. Разработана идея размещения новостроящихся ядерных реакторов в Болгарии под землей, чем обеспечивается на практике полная экологическая безопасность при аварии.

5. Обоснована возможность долгосрочного хранения опасных отходов (включая радиоактивные), полученных на АЭС при больших радиационных авариях в 131 заброшенных подземных выработках (для твердых отходов) и в 9 глубоких скважинах глубиной от 1074 до 4080 м (для жидких отходов).

6. Проведено геолого-геофизическое районирование захоронения радиоактивных отходов при больших радиационных авариях на АЭС с выделением трех зон: Северо-Западная, Юго-Западная и Центральная.

7. Доказана возможность использования геофизической аппаратуры (радиоволновой и сейсмической) для установления беспроволочной связи с засыпанными подземными хозяйственными объектами; сконструирована сейсмическая аппаратура для реализации беспроволочной связи

*Практическое значение работы.* Научно-прикладные и прикладные результаты диссертации использованы при разработке:

- охраны земной поверхности от уничтожения и загрязнения путем строительства хозяйственных объектов в заброшенных подземных выработках (темы NN 479, 636, 815, 863, 1123, 2901 – ВГИ, НИС приняты МНО КОПС; МОС);

- системы для захоронения радиоактивных отходов при тяжелой радиационной аварии на АЭС (тема 1174 – ВГИ, НИС принята КИАЭМЦ);

- методов обработки и захоронения масс из окружающей среды, загрязненных опасными и слаборadioактивными веществами при авариях и инцидентах (тема 1416 ГГУ ОНМД). Принята Высшим экспертным советом Министерства Окружающей Среды Болгарии.

*Реализация работы.* Научно-прикладные результаты диссертации внедрены или внедряются посредством договоров между ГГУ, с одной стороны, и БАН, Министерством окружающей среды (МОС), Комитетом по использованию атомной энергии в мирных целях (КИАЭМЦ) и Петрошанским университетом (Румыния), с другой стороны. В приложении к диссертации указана копия о внедрении разработки «Количественные нарушения земной поверхности и земной среды вследствие добычи полезных ископаемых», София, 1990, 588 стр.

*Апробация работы.* Основные положения диссертации доложены на научных конференциях Горно-геологического университета Софии, Высшего Машинно-электротехнического Института Софии и Габрово, Медицинской Академии Болгарии, Велькотырнского Университета, Петрошанского Университета Румынии.

*Публикации.* Основные положения диссертации отражены в 36 публикациях в научных и научно-технических изданиях в Болгарии и за рубежом, в сборниках

международных и национальных форумов и научных тезисах. По теме диссертации опубликован учебник «Основы охраны окружающей среды», София, 1999г. Автор был руководителем семи договоров научных исследований, тесно связанных с темой диссертации.

*Объем работы.* Диссертация содержит: введение, 12 глав, заключение, список использованной литературы (106 наименований); в текст диссертации входят 67 рисунков и 3 таблицы.

Автор искренне благодарен за помощь и ценные советы, сделанные в процессе работы над диссертацией профессору, д.г.м.н. Г.В. Демуре, профессору, к.т.н. Е.И. Савенко, профессору, д.г.м.н. А.Ф. Зильберборд, д.э.н. А.Е. Близнакову, к.т.н. М.М. Палернову, а также выражает благодарность коллегам по работе на кафедре Инженерной геоэкологии Горно-геологического университета Софии, горных предприятий Басарбово, Русенской области, Кошава, Видинской области, Горубсо, Смолянской области Болгарии за содействие в проведении научных исследований на всех этапах.

### **ПЕРВОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ**

Установленные особенности геолого-геофизических, гидрогеологических и горно-технических условий подземных горных выработок на территории Болгарии определяют возможность их использования для хозяйственных объектов и обеспечивают эколого-геологическую безопасность окружающей среды.

Обоснование первого защищаемого положения изложено в 4 и 8 главах.

### **Особенности геологической и горно-геологической характеристики подземных выработок с учетом размещения в них хозяйственных объектов**

Из всех существующих подземных выработок самые подходящие для размещения складов, производственных и других объектов – выработки, пройденные при добыче карбонатно-сульфатного сырья (известняк, доломит, гипс). Это определяется подходящими геолого-геофизическими, гидрогеологическими, горно-техническими и экономическими условиями при проходке, эксплуатации и консервации выработок в карбонатных породах. Эти условия в самом общем виде следующие: 1) породы плотные, слабо трещиноватые, с хорошими тепло-, газо- и электроизоляционными свойствами; 2) влажность в выработках и водосодержание в

породах минимально; 3) выработки крепкие, почти не нуждаются в дополнительном креплении, залегают в большинстве случаев в одном горизонте с легко доступными входами и выходами; 4) имеют естественную вентиляцию; 5) размеры выработок большие (высота 5-30 м, ширина 10 м и более, длина от сотни метров до нескольких километров); 6) могут быть приспособлены для хозяйственных и других объектов с минимальными затратами средств в короткие сроки); 7) находятся преимущественно вблизи больших населенных пунктов и важных объектов.

**Особенности геологической и горно-технической характеристики некоторых заброшенных подземных выработок следующие:**

Заброшенные подземные выработки рудника строительного известняка «Басарбово», Русенский регион. Рельеф местности пересечен каньоном протекающей реки. Два входа рудника связаны автомобильной дорогой, которая продолжается и в выработках. Район месторождений находится в отложениях нижнего мела (барем, апг.). Пласт промышленного известняка, который мягкий и используется как облицовочный материал, почти горизонтальный (наклон 4 градуса). Его мощность 18-22 м, эксплуатация проводится только в верхней его части.

В районе месторождения нет грунтовых вод, несмотря на высокую пористость и наличие карста. Это происходит благодаря лессовой почве, которая не пропускает через себя атмосферную влагу, так как при увлажнении разбухает и становится непроницаемой, а дождевая вода стекает в углубления рельефа.

Система разработки месторождения камерно-столбовая. Эта система оптимальна, так как вмещающие породы очень устойчивы и проходка проводится без крепления. Высота выработки достигает 10 м. Основная штольня имеет ширину 11 м. Температура воздуха в выработках 12 градусов по Цельсию, влажность – до 80%. Вредных примесей и пыльных аэрозолей в воздухе нет.

Вентиляция подземных выработок осуществляется централизованно. Для этого в северо-восточной части пробурена вентиляционная скважина диаметром 800 мм, в верхней части которой смонтирован вентилятор с производительностью 3000 м<sup>3</sup> куб.м/ч. полным давлением 134 мм рт.ст. и мощностью 15 кВт. Чистый воздух поступает через главный вход штольни. Кроме этого, через дополнительный вход осуществляется естественная вентиляция.

Водоснабжение осуществляется насосом, погруженным в одиннадцатиметровую скважину. Скважина находится на расстоянии 45 м от входа в выработку. В выработке нет трубопровода, так как технология добычи не требует воды. В случае необходимости, кроме внешней скважины, можно пробурить скважину в подошве какой-нибудь выработки глубиной 5-7 м.

Электроснабжение выработки осуществляется через трансформатор 50 кВт, связанный с ЛЭП.

В заброшенных выработках можно устроить: склад, нефтехранилище, холодильник, хранилище научно-технических, культурных и финансовых ценностей, хранилище отходов, гаражи, авторемонтную мастерскую, промышленный объект, производство грибов, оранжерею, винный погреб и др. Поперечное сечение выработок позволяет доступ туда грузовых поездов, тяжелых грузовых автомобилей при двухстороннем движении.

Заброшенные подземные выработки геологоразведочного объекта «Зидарово», Бургаская область, штольня 10. Штольни 10 и 12 находятся соответственно на 2 км и 3,5 км к северо-востоку от деревни Зидарово, и на 42 км и соответственно 37 км к юго-востоку от г. Бургас. От деревни Зидарово до штольни 10 дорога проселочная, проходимая круглогодично; вход в штольню 12 находится на расстоянии 50 м от асфальтированной дороги Зидарово-Бургас.

Рельеф холмистый, предгорья заросли кустарником и широколиственным лесом. Штольня пройдена в 1982-1988 гг. для разведки зидаровского полиметаллического рудного поля. Вмещающие породы – вулканические трахибазальты, базальты, туфы. Они гидротермально слабо изменены – хлоритизированы и каолинизированы. Разведка не доказала наличие промышленного полиметаллического оруденения.

Штольня 10 имеет один вход и слегка обрушена в интервале 25 м. Штольня 12 имеет два входа, закрытых металлическими решетками: первые 250 м штольни используются для выращивания грибов.

Штольни пройдены в крепких породах без крепления. Только первые 25 м укреплены металлическими аркообразными конструкциями, которые в штольне 10 демонтированы.

Штольня 12 сухая, а водообильность штольни 10 минимальная – 0,01-0,02 л/с. Находящиеся вблизи штолен овраги сухие. В штольне 12 проведены электроэнергия и водоснабжение технической водой.

Вентиляция в штольне 10 принудительная, теперь демонтированная; главная штольня 12 имеет естественную вентиляцию, в штреках вентиляции нет.

Отвал штольни 10 имеет площадь 0,2 га, штольни 12- 0,4 га. Отвалы выровненные, но биологически не культивированы. Не могут быть использованы для разгрузочных работ и временного хранения отходов, предназначенных для захоронения в подземных выработках.

**Заброшенные подземные выработки рудника «Кошава», Видинская область.** Гижовый рудник «Кошава» находится рядом с одноименным селом в 20 км на северо-восток от г. Видин. Рудник сообщается с городом и окрестными селами сетью асфальтовых дорог. Местность равнинная с площадью 2 км (кв) и средней мощностью 17 м. Балансовые залежи гипса 47 млн.т. Вмещающие породы: мергель, известняк, глина. Крепость гипса 150 кг/см (кв). Мергелей и известняка – 250-300 кг/см (кв).

До 1987 г. месторождение эксплуатировалось камерно-столбовым методом. Опорные столбы имеют размеры – 17,5х17,5 м. Сечение эксплуатационных камер 70 м(кв). При такой технологии коэффициент изъятия 18-20%.

Транспортные и вентиляционные галереи пройдены в гипсовом пласте и имеют поперечное сечение 20 м (кв) (5х4 м). Вывоз гипса производится десятитонными грузовиками.

Горизонтальные выработки связаны с поверхностью двумя шахтами: «Капитальная» и «Вспомогательная» глубиной 260 м. Шахты имеют круглое сечение радиусом 5,6 м и площадью 93 м (кв). Светлое сечение 78 м (кв). Шахты оборудованы подъемником, лестницей, всеми необходимыми коммуникациями.

Годовая производительность рудника 340 тонн гипса, в том числе 100 тыс. тонн переработанного гипса.

Обводненность выработок всего рудника 2 л/с. Вода собирается в шахтных водосборниках и насосами откачивается на поверхность.

Температура в выработках около шахт 16-17 градусов, в транспортных и эксплуатационных выработках повышается до 24 градусов.

Влажность воздуха около шахт 80% и в выработках 85-90%.

Вредных газовыделений нет.

Все выработки электрифицированы.

Рудник проветривается принудительной вентиляцией.

Все галерей на западном участке рудника крепкие, без крепления, сухие и приспособленные для движения большегрузных автомобилей.

При использовании до 1987 г. камерно-столбовой системы добычи с ленточно-барьерными целиками, коэффициент добычи гипса составляет порядка 12%. После введения системы эксплуатации с заполнением камер коэффициент повышается до 30%. Таким образом, значительно увеличивается добыча и уменьшается опасность провалов. С точки зрения вторичного использования выработок, система с заполнением имеет ряд недостатков: 1) удорожается производство гипса примерно на 30%; 2) расходуется дефицитный стройматериал (песок); 3) более высокий коэффициент добычи не имеет существенного значения, так как запасы гипса практически не ограничены. Надо отметить также, что кварцевые и магнетитовые компоненты песка для заполнения воздействуют неблагоприятно на геохимическую среду, а далее и на гидрохимическую обстановку.

Мировая практика показывает, что гипсовые месторождения используются прежде всего для создания подземных пространств и размещения в них различных хозяйственных объектов (включая и хранилища отходов), а добытый гипс является «вторичным» и «бесплатным» продуктом. При этом созданные подземные пространства при использовании камерно-столбовой системы эксплуатации уникальны, в том числе и рудник «Кошава». Эксплуатационные камеры имеют длину 100 м, ширину 7 м, высоту 6-8 м, галереи имеют поперечные сечения 5х4 м.

Имея в виду вышензложенное, необходимо сохранить часть подземных пространств в руднике «Кошава» путем частичного использования камерно-столбовой системы добычи, сохранения галерей (подходные, транспортные, вентиляционные и др.), чем будут созданы условия для размещения хранилищ отходов и других хозяйственных объектов в заброшенных подземных выработках.

#### **Гидрогеологическая оценка подземных выработок**

Гидрогеологические условия подземных объектов характеризуются:

- силикатным интрузивным и эффузивным составом пород;
- гидротермальными образованиями рулоносной минерализации;

- кристаллизацией гидрогенетических катионов тяжелых и цветных металлов в бескислородной среде, с сульфидным и гидросульфидным анионом (сульфидные минерализации);

-постепенно раскрывающимися, эрозированными, денудированными, пенеблензированными старыми гидрогеологическими структурами, подверженными действию окислительных процессов при выветривании вследствие геолого-тектонических и физико-геоморфологических изменений в горных массивах;

-газовым составом подземных трещинных вод, дренажированн~~ым~~ горных выработок; имеет атмосферное происхождение и незначителен; воды не насыщены газом, но некоторые из них карбонатно и сульфатно агрессивны;

- ультрапресными и красными по общей минерализации, сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевыми силикатными водами;

-положением разведочных выработок над местным базисом эрозии, в водонасыщенной зоне (аэрационной), которая представляет надежную гидрогеологическую защиту от подземных вод

**Выполненное сейсмическое районирование и прогноз возможных очагов и балльности землетрясений на следующее тысячелетие и 10 тыс.лет для территории Болгарии позволило выявить районы с заброшенными подземными выработками, подходящими для хранения различных, в том числе радиоактивных отходов.**

Ожидаемая максимальная надежность ее оценки. Кроме местных очагов все подземные объекты на территории Болгарии, подходящие для хранилища отходов, как и для других хозяйственных объектов, подвержены воздействию отделенных, вне территории страны, очагов землетрясений. Поэтому обычно уязвимость объектов оценивается таким возможным воздействием, как интенсивность, которому данный объект может быть подвержен в разное время. Эта максимальная интенсивность воздействия характеризуется сотрясением и показывает, в какой период времени данный объект подвергается такому воздействию хотя бы один раз. Это правило заложено во всех нормативных документах, имеющих отношение к проектированию и строительству в районах с повышенной сейсмичностью. Как основание для такой нормативной оценки, принимается карта сотрясаемости за период 1000 лет. Эта карта дает надежную

оценку ожидаемой сотрясаемости за период 300-3000 лет, т.е. практически за время существования всех строений и сооружений в историческом аспекте (фиг. 8.37). На основании этой карты ожидаемые объекты «Джебел», «Зидарово», «Кошава», «Смоляновцы», «Мартиново» и «Маджарово» (фиг. 8.34) попадают в зону с максимальной сотрясаемостью VII баллов за данный период. «Лаки», «Бессарбово» и «Свещи плаз» – VIII баллов. «Давидково» и «Звездата» – IX баллов по 12-ти балльной шкале Медведева-Шпонхофера-Карника (MSK), а на границе VII – VIII баллов – объект Папрат. На карте (фиг. 8,37) показаны сейсмические коэффициенты (арабскими цифрами), которые используются при проектировании строения и сооружения на земной поверхности.

Одну из консервативных оценок, которая используется для определения сейсмического риска, можно взять с карты 10000-летнего прогноза (фиг. 8.38). Карта охватывает период 30000 лет и практически дает возможность определять риск возникновения опасных событий (в случае воздействия, превышающего данную степень) на весь период существования цивилизации, что является достаточной гарантией (или так принимается) для безопасного существования какого-либо сооружения. На основании этой карты (фиг. 8.38) [Вопсев. Е, 1982] объекты «Кошава», «Смолянци», «Зидарово», «Пчелояд», «Мартиново» и «Маджарово» входят в зону VII баллов, а все остальные объекты – в зону воздействия в VII баллов по шкале MSK, а объекты «Лаки», «Свещи плаз», «Звездата» и «Давыдково» относятся к зоне с ожидаемым воздействием IX баллов.

Имея в виду мировой опыт, доказывающий, что интенсивность воздействия на земной поверхности уменьшается на 2-3 балла в подземных выработках, если даже они находятся не особенно глубоко [Окомото Ш., 1982], можно сказать, что всем выработкам, предложенным под хранилища отходов, потенциально сейсмическое воздействие не угрожает. При проектировании, однако, в обязательном порядке необходимо провести детальное исследование сейсмических условий для выбранного объекта с целью произвести количественную оценку сейсмической опасности.

На базе сейсмической оценки составлена классификационная таблица с точки зрения сейсмической безопасности подходящих для отходов подземных объектов (табл. 8.21).





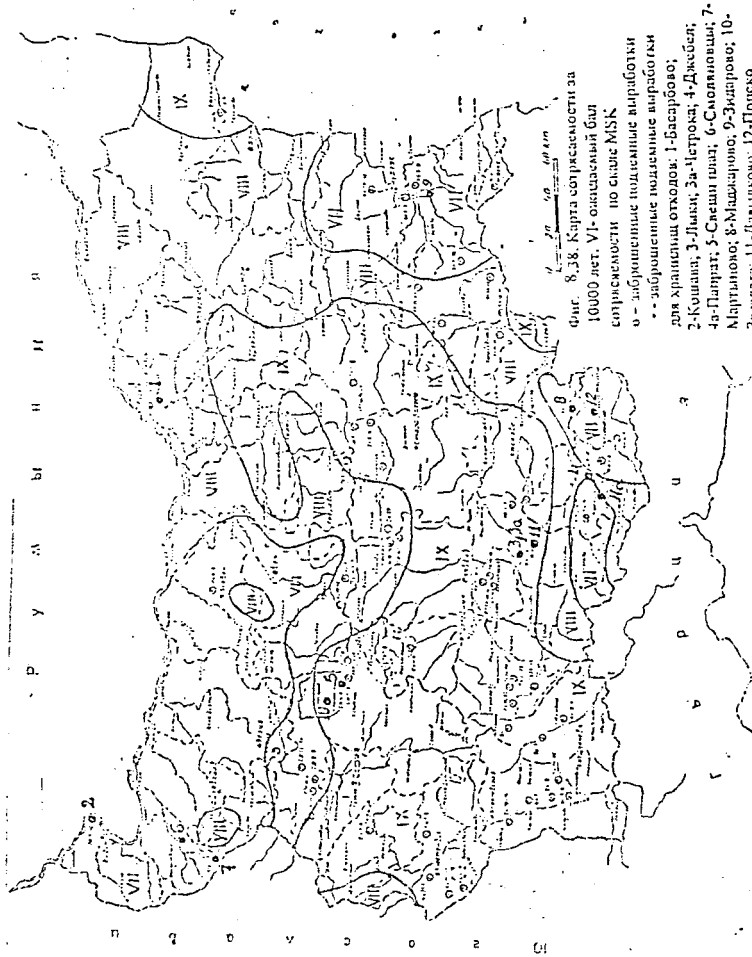


Таблица 8.21

Классификация подземных объектов, подходящих для хранилищ отходов,  
в зависимости от сейсмической безопасности

ОБЪЕКТ	ВОЗ Ммах	Ожидаемый балл сотряса- емости по MSK		Классифи- кационный Номер
		1000 лет	10000 лет	
I. Геологоразведочный объект «Джебел», Кырджалинское, участок «Папрат», гал. 1 и 2	4,5 – 5,0	VI	VIII	8 - 9
II. Геологоразведочный объект «Зидарово», «Бургаское», штольни 10 и 12	4,1 – 4,0	VI	VI	1
III. Геологоразведочный объект «Етрополе», участок «Звездата», тр. 1	6,6 – 7,0	IX	IX	13
IV. Геологоразведочный объект «Льки», гал. 178 и р-к «Четрока», штольня 780, Смолянское	4,6 – 5,0	VIII	IX	11
V. Геологоразведочный объект «Давидково», Смолянское, участок «Белевского», тр. 9 и 10	4,6 – 5,0	VIII - IX	IX	12
VI. Р-к «Басарбово», Русенское	4,1 – 4,5	VIII	VIII	6
VII. Р-к «Кошава», Видинское	4,1 – 4,5	VI	VI	4
VIII. Геологоразведочный Кырджалийское, гал. 1, 2, 3, 4, 6, 7 и 8	4,6 – 5,0	VI	VIII	8 - 9
IX. Геологоразведочный 7 объект – «Пчелояд», Кырджалийское, и-ний «Попско», тр. 3	4,6 – 5,0	VI	VI	7
X. Р-к «Маргиново», Монтанское, геологоразведочная штольня гор. 850	4,1 – 4,5	VI	VI	2
XI. Р-к «Маджарово», 3 Хасковское, тр. I и чал 85	4,1 – 4,6	VI	VI	№
XII. Геологоразведочный объект «Свеша праз», Етропольское, гал. 52	5,1 – 5,5	VIII	IX	10
XIII. Р-к «Смоляновцы», Монтанское, тр. 1 и 2 и штреки 1 и 2	4,5 – 5,0	VI	VI	5

## Второе защищаемое положение

Созданный банк геолого-геофизической, гидрогеологической и горно-технической информации в виде кадастра горных выработок является предметной основой выбора существующих горных выработок для хозяйственных объектов.

Обоснование второго защищаемого положения приведено в 4, 5, 6 и 7 главах.

### Кадастр неиспользованных горных выработок на территории Болгарии

Не все заброшенные и законсервированные подземные выработки подходят для размещения в них хозяйственных объектов. Из огромного их числа или их отдельных участков необходимо выбрать те, которые максимально отвечают требованиям к строящимся в них объектам. Кроме того, необходимо иметь ввиду соображения экономического и экологического характера, при выборе нужно соблюдать принцип оптимальности – реализовать максимальный хозяйственный и экологический эффект при минимальных затратах сил, средств и времени.

На основании анализа научных и практических достижений в других странах и собственного накопленного многолетними исследованиями опыта, могут быть сформулированы специально подобранные критерии, включающие множество показателей (геолого-геофизического, гидрогеологического, горнотехнического, экономического и экологического характера), как и критерии общего характера. В них включаются:

- Общая характеристика района предприятия (объект, рудник).
- Геолого-геофизическая, инженерно-геологическая и гидрогеологическая характеристика.
- Горнотехническая характеристика выработок
- Электроснабжение подземных выработок.
- Эколого-экономическая оценка.

При учете всех этих показателей подземные хозяйственные объекты будут значительно дешевле и более экологичны в сравнении с аналогичными объектами, построенными на земной поверхности.

Все данные исследования обобщаются и систематизируются в кадастр подземных выработок (глава 5). Кадастр содержит:

- объяснительную записку, включающую описание прежде всего тех показателей для одной или группы аналогичных выработок, которые не могут быть представлены в табличной форме (9.3.1.1., объект II и объект V);

- таблицы с описанием показателей для оценки одной или группы аналогичных выработок (табл. 9.6. и табл. 9.21); в таблицах представлены показатели, имеющие цифровое или короткое словесное выражение;

- ситуационный план выработки с продольными разрезами;

- информационный указатель подземных выработок (глава 6).

**Структура кадастра.** Кадастр нарушений в земных недрах от заброшенных подземных выработок содержит:

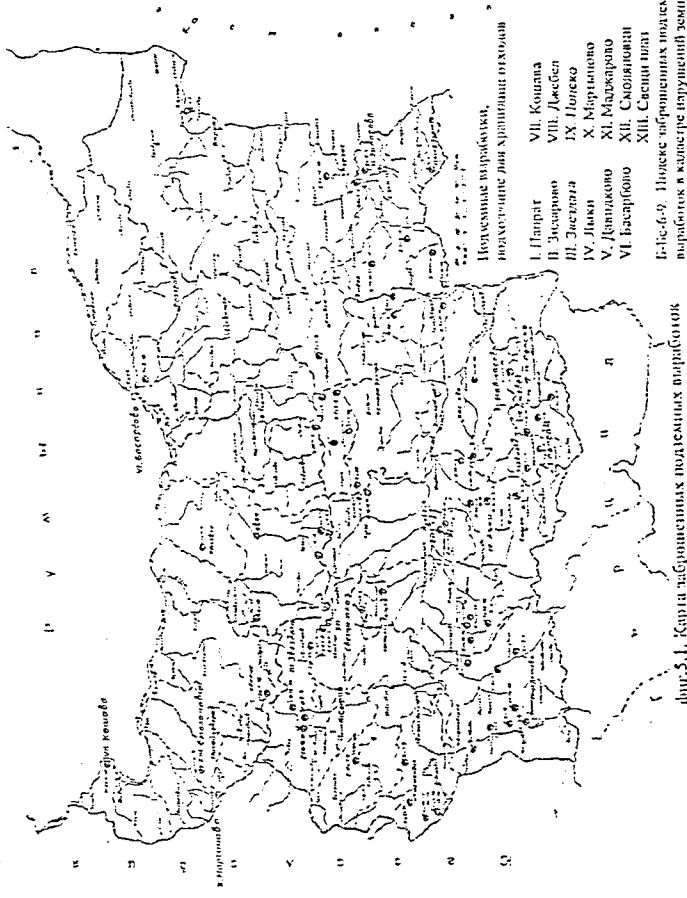
- текстовую часть объемом 1659 стр., графическую часть из 250 графических приложений, собранных в 13 томов (табл. 5.1.);

- информационный указатель нарушений (в земных недрах от заброшенных подземных выработок), описанных в кадастре (табл. 6.1.).

Кадастр содержит данные, дающие возможность сделать выбор и оценить подземные выработки с точки зрения размещения в них различных объектов, а также исходные данные для составления технико-экономических докладов и другой документации при проектировании подземных объектов.

В информационном указателе (глава 6, табл. 6.1.) каждой подземной выработке присвоен основной и указательный индексы (первая и вторая позиции) и 4 основных оценочных показателя (третья – шестая позиции): местоположение, длина, площадь и объем выработки. По этим показателям делается предварительный выбор выработки, подходящей для размещения в ней объектов; полная характеристика каждой выработки берется из текстовой и графической части кадастра, используя присвоенные индексы соответствующей выработки в информационном указателе.

До конца 1994 г. в кадастр включен 291 подземный объект с общей длиной 177344 м, площадью 514174 м<sup>2</sup> и объемом 1915293 м<sup>3</sup>. Кадастр представляет открытую систему, которая может пополняться непрерывно. Расположение всех 291 заброшенных подземных объектов показано на карте Болгарии (фиг. 5.1.) и на отдельных топографических картах в масштабе 1:100000.



Фиг. 5.1. Карта территориальных подсистем

Таблица 5.1.

Структура кадастра нарушений в земных недрах от заброшенных подземных

выработок				
Тема N	Том N	Наименование темы	Кол-во стр.	Графика, листы
1	2	3	4	5
794		1. Исследование оптимальных условий и возможности использования заброшенных горных выработок в Пернишском, Бургасском и Кардгалийском округах для защиты населения, материальных ценностей и резервов народного хозяйства. София, 1977 г.	133	31
636		1. Исследование горных выработок на территории НРБ с учетом их использования для нужд народного хозяйства и ГО. София, 1989 г.	105	3
636	1	1. Каталог заброшенных и доступных для исследования подземных выработок с учетом их использования для нужд ГО и народного хозяйства. София, 1981 г.	182	39
815		1. Охрана земной поверхности от уничтожения и загрязнения через строительство хозяйственных и других объектов в заброшенных подземных выработках. Разработка каталога заброшенных после эксплуатации подземных выработок. София, 1985 г.	306	
815	1	Охрана земной поверхности от уничтожения и загрязнения через строительство хозяйственных и других объектов в заброшенных подземных выработках. Разработка каталога заброшенных после эксплуатации подземных выработок. София, 1985 г.		41
863		1. Исследование подземных выработок с учетом их использования для нужд ГО и народного хозяйства. София, 1985 г.	271	
863	1	1. Исследование подземных выработок с учетом их использования для нужд ГО и народного хозяйства. София, 1985 г.	-	52
2901		1. Исследования состояния некоторых подземных пространств с учетом актуализации информационного указателя заброшенных после разведки и эксплуатации подземных выработок.	78	11

1	2	3	4	5
		подходящих для размещения народно-хозяйственных и других объектов, София, 1986 г.		
2901	1	1. Исследование состояний некоторых подземных пространств с учетом актуализации информационного указателя заброшенных после разведки и эксплуатации подземных народно-хозяйственных и других объектов. София, 1987 г.	65	10
1123		Исследование возможностей сохранения отходов (особо вредных веществ) в заброшенных подземных выработках. София, 1988 г.	152	13
1174		Исследование возможностей разработки системы захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях при тяжелой реализационной аварии. София, 1990 г.	160	13
1416		1. Исследование возможностей захоронения обработки массы из окружающей среды, загрязненных опасными и низкорadioактивными веществами вследствие аварии или инцидента. София, 1993 г.	98	16
1416		1. Исследование возможностей захоронения обработки массы из окружающей среды, загрязненных опасными и низкорadioактивными веществами вследствие аварии или инцидента. София, 1994 г.	109	19

**Основной индекс (табл.6.1, графа 1): Первая и вторая позиции—область и регион:**

- Б-Бс – Бургаская область, Бургаский регион;
- Б-Сл – Бургаская область, Сливенский регион;
- Б-Яб – Бургаская область, Ямболский регион;
- В-Ви – Варненская область, Варненский регион;
- В-Дб – Варненская область, Добричский регион;
- Л-Вт – Ловечкая область, Великотырновский регион;
- Л-Гб – Ловечкая область, Габровский регион;
- Л-Лч – Ловечкая область, Ловечкий регион;
- Л-Па – Ловечкая область, Плевеский регион;
- М-Вд – Монтанская область, Видинский регион;
- М-Вр – Монтанская область, Врачанский регион.

Таблица 6.1.

Информационный указатель нарушений в земных недрах от заброшенных подземных выработок по областям и регионам

Основной индекс: область, регион, объект, том N	Указательный индекс: стр, табл. N, Фиг. N	Объект	Длина	Площадь	Объем
			м	м <sup>2</sup>	м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
46		БУРГАСКАЯ ОБЛАСТЬ	4313	99934	208081
15		Бургаский район	12402	32807	81214
09	МОП «Бургаские медные минь»		5015	11676	28633
05		Рудник «Вырли бряг»	2645	5976	14213
Б-Бс-01-0479	025-00-01	Участок «Ударник» травербаны шахт 11	820	1886	4338
Б-Бс-02-0479	032-00-01	Участок «Ударник», штольня 90	400	960	2200
Б-Бс-03-0479	034-00-01	Участок «Ударник», галерея 90	300	720	1650
Б-Бс-04-0479	034-06-01	Участок «Надежда», штольня 90, гал. 52 и гал. 2	725	1960	3625
Б-Бс-05-0479	034-06-01	Участок «Капчебто», штольня и гал. I	400	960	2400
	04	МОП «Бургаские медные минь», рудник «Росен»	2050	4932	12160
Б-Бс-06-0479	073-00-01	Штольня до флотационной фабрики	120	300	600
Б-Бс-07-0479	073-00-01	Участок «Стаханов», штольня I	820	1920	4800
Б-Бс-08-0479	040-00-01	Участок «Дядо Тома», штольня I	320	790	1980
	07				
	02				
		Геологоразведочный объект «Лозен»	2000	5000	14000
Х-Хс-17-0863	170-17-01	Шахта 2	750	1875	5250
Х-Хс-18-0863	170-18-01	Шахта 3	1250	3125	8750

\* - В полном тексте диссертации перечислена 291 подземная выработка.

Использование 13-томного кадастра нарушений в земных недрах от заброшенных подземных выработок затруднительно из-за его большого объема. Для облегчения и ускорения доступа к информации из кадастра последний компьютеризирован; компьютеризация кадастра базируется на системе управления базы данных

### **Информационный указатель нарушений в земных недрах от заброшенных подземных выработок**

**Расшифровка основного и указательного индекса к информационному указателю по областям и регионам.**

М-Ми – Монтанская область, Монтанский регион;

П-Пз – Пловдивская область, Пазарджишский регион;

П-Пд – Пловдивская область, Пловдивский регион;

П-См – Пловдивская область, Смолянский регион;

Р-Рз – Русенская область, Разградский регион;

Р-Рс – Русенская область, Русенский регион;

Р-Тщ – Русенская область, Тырговищский регион;

Р-Сс – Русенская область, Силистренский регион;

С-Бл – Софийская область, Благоевградский регион;

С-Кн – Софийская область, Кюстендилский регион;

С-Пк – Софийская область, Пернишкий регион;

С-Сф – Софийская область, Софийский регион;

Х-Кж – Хасковская область, Кырджалийский регион;

Х-Сз – Хасковская область, Старозагорский регион;

Х-Хс – Хасковская область, Хасковский регион.

**Третья позиция** - номер подземного объекта для соответствующего региона;

**Четвертая позиция** – номер кадастра, где дана характеристика подземного объекта (объяснительная записка, таблицы, фигуры):

0479 – Е. Христов, Б. Дунев, Г. Генов, З. Захариев, Н. Митов. Исследование оптимальных условий и возможностей использования заброшенных горных выработок в Пернишском, Бургаском и Кырджалийском регионах для защиты

населения, материальных ценностей и резервов народного хозяйства. ВГТИ – НИС, N 479/1975, София, 1976 г., 133 стр.

0636 – Е. Христов, Г. Генев, В. Данов, С. Панчев. Исследование горных выработок на территории НРБ с учетом их использования для нужд народного хозяйства и гражданской обороны (ГО). ВГТИ – НИС, N 636/1979, София, 1981 г. (том I, 105 стр., том II, 182 стр.);

0815 – Е. Христов, А. Близнаков, К. Виков, М. Иванов, П. Захариева, И. Узунов. Охрана земной поверхности от уничтожения и загрязнения путем строительства хозяйственных и других объектов в заброшенных подземных выработках. Разработка каталога заброшенных после эксплуатации подземных выработок, ВГТИ – НИС, N 815/1983, София, 1985 г. (том I, 306 стр., том II, 41 стр.);

0863 – Е. Христов, А. Близнаков, К. Виков, М. Иванов, П. Захариева. Исследование подземных выработок с учетом их использования для нужд гражданской обороны и народного хозяйства. ВГТИ-НИС, N 863/1984, София, 1985 г. (том I, 271 стр., том II, 52 стр.);

2901 – Е. Христов, А. Близнаков, О. Гюндуров, М. Саздов, П. Захариева. Исследование состояния некоторых подземных пространств с учетом актуализации информационного указателя заброшенных после разведки и эксплуатации подземных выработок, подходящих для размещения народно-хозяйственных и других объектов. ВГТИ – НИС, N 2901/1986 (том I, София, 1986 г., 78 стр., том II, София, 1987 г., 52 стр.);

1123 – Е. Христов, К. Виков, с. Костянев, О. Гюндуров. Исследование возможности сохранения отходов (особо вредных веществ) в заброшенных подземных выработках. ВГТИ – НИС, N 1123/1988, 152 стр.;

1174 – Е. Христов, Т. Динчев, Киков, В. Баликов, Е. Дешев. Исследование возможностей разработки системы захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях при тяжелой радиоактивной аварии. ВГТИ – НИС, N 1174/1988, София, 1990 г., 160 стр.;

1416 – Е. Христов, С. Станев, Д. Ристов, Д. Пилишаров, Б. Рангелов, И. Стоянов и др. Исследование возможностей захоронения и обработки масс из окружающей среды, загрязненных опасными и низкорadioактивными веществами

вследствие аварии или инцидента. ВГГИ – НИС, N 1416/1993 (том I, София, 1993 г., 98 стр., том II, София, 1994 г., 109 стр.).

В основном индексе (табл. 6.1., графа I), против названия области (региона) и хозяйственной организации, которая разведывала и эксплуатировала объект, обозначено число подземных объектов соответствующей территориальной единицы и хозяйственной организации.

### **Указательный индекс**

**Первая позиция** – обозначенная трехзначным числом в интервале 001-300 – номер страницы тома кадастра с объяснительной запиской (текстовое описание) для соответствующего подземного объекта.

**Вторая позиция** – обозначенная двухзначным числом в интервале 01-99 – номер таблицы в кадастре для соответствующего подземного объекта.

**Третья позиция** – обозначенная двухзначным числом в интервале 01-99 – номер графического приложения в кадастре для соответствующего подземного объекта; в случае, когда для данного объекта имеется более одного графического приложения, шифр последнего записан в следующем ряду, как дополнительный.

### **ТРЕТЬЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ**

Геолого-геофизическое районирование территории Болгарии позволяет осуществить конкретное размещение подземных хранилищ радиоактивных отходов, ядохимикатов, продуктов нефтехимии и сельского хозяйства, а также промышленных, культурных, лечебно-профилактических объектов в различных по геологическому строению регионах страны.

Обоснование третьего защищаемого положения изложено в 1,2,3,9,10,11, 12 главах.

Анализируя особенности геолого-геофизической, гидрогеологической и горнотехнической характеристики 291 заброшенных подземных выработок на территории Болгарии, были подобраны свыше 60 выработок для расположения в них 14 групп хозяйственных объектов.

Во исполнение решения № 103 Бюро Совета Министров Болгарии от июля 1982 г. на основе составленного с 1975 по 1994 гг. «Кадастра нарушений в земных

недрах от заброшенных подземных выработок» была разработана «Концепция расположения хозяйственных объектов» в них. В «Концепции...» сформулированы 11 концептуальных задач:

**Задача №1. Захоронение отходов в заброшенных подземных выработках.**

Для хранилищ отходов могут быть использованы следующие заброшенные подземные выработки:

**I группа – основные подземные выработки, подходящие для хранилищ отходов.**

1. Геологоразведочный объект «Джебел», Кырджалийский регион, участок «Папрат», галерея 1 (индекс Х-Кж-08-2901, 008-03-15) и галерея 2 (индекс Х-Кж-09-2901, 010-04-15).

2. Геологоразведочный объект «Зидарово», Бургаский регион, штольня 10 (индекс Б-Бс-14-1416, 11-1ю3-1.4) и штольня 12 (индекс Б-Бс-15, 11-1.4-1.5).

3. Геологоразведочный объект «Етрополе», Ботевградский район.

4. Геологоразведочный объект «Льки», галерея 178 (индекс П-См-02-1416, 005-1.1-1.1) в рудник «Четрока», штольня 78б (индекс П-См-03-1416, 008-1.2-1.2), Смоленский регион.

5. Геологоразведочный объект «Давыдково», Смоленский регион, участок «Белевско», травербан 9 (индекс П-См-0401416, 024-1.6-1.11) и травербан 10 (индекс П-См-05-1416, 024-1.7-1.12).

**II группа – дополнительные подземные выработки, подходящие для хранилищ отходов.**

6. Часть заброшенных подземных выработок в руднике «Басарабово», Русенкий регион (индекс Р-Рс-01-0636, 085-01.-2).

7. Часть заброшенных подземных выработок в руднике «Кошава», Видинский регион (индекс М-Вд-11-0636, 006-01-02).

**III группа – подземные выработки, потенциально подходящие для хранилищ отходов.**

8. Геологоразведочный объект «Джебел», Кырджалийский регион, галереи 3,4,6,7 и 8 (индекс Х-Кж-05-2901, 013-17-16).

9. Геологоразведочный объект «Пчелояд», Кырджалийский регион, месторождение «Попско», травербан 3 (индекс Х-Кж-11-1416,033-1.8-1.4).

10. Рудник «Мартыново». Монтанский регион, геологоразведочная штольня, горизонт 850 (индекс М-Мн-01-06363, 063-02-02).

11. Геологоразведочный объект «Маджарово», Хасковский регион, травербан 1 и галерея 85 (индекс Х-Хс-01-0863, 134-01-02).

12. Геологоразведочный объект «Свещиплаз», Етрополский район, галерея 52 (индекс С-Сф-07-0636, 136-07-06).

13. Рудник «Смоляновцы», Монтанский регион, травербаны 1 и 2 и штреки 1 и 2 (индекс М-Мн-07-1176, 076-21-05).

**Задача №2. Использование заброшенных подземных выработок рудника «Басарбово», Русенский регион (индекс Р-Рс-01-0636, 85-01-02) для строительства склада ГСМ и промышленных товаров, холодильников, складов медикаментов, культурных и финансовых ценностей, больницы, завода точного приборостроения, для выращивания грибов и др.**

Исследовательские работы дадут возможность уточнить конкретные объекты для проектирования одного или нескольких объектов: проектирование и строительство объектов должно проводиться только в заброшенных выработках действующего рудника «Басарбово», чтобы не мешать добыче строительного известняка.

**Задача №3. Использование заброшенных подземных выработок в руднике «Кошава», Видинский регион (индекс М-Вд-30—0363, 6-00-02) для строительства промышленных предприятий, складов, хранилищ, выращивания грибов и др.**

Исследовательские работы должны выяснить оптимальную транспортную связь между глубоко залегающими горными выработками (260 м) и земной поверхностью; один из вариантов требует выяснения технико-экономической целесообразности строительства наклонной штольни для автомобильного транспорта. В зависимости от выбора рациональной транспортной связи будет сделан соответствующий выбор проектирования и строительства одного или нескольких хозяйственных объектов.

С точки зрения вторичного использования подземных пространств рудника «Кошава», принятая сейчас система эксплуатации с заполнением нецелесообразна.

**Задача №4. Строительство ресторана, склада и пр. В заброшенном участке «Капче», Бургас (индекс Б-Бс-05-0479, 34-06-05).**

Вход в подземный участок расположен в зоне отдыха на окраине г. Бургас в непосредственной близости от жилого комплекса «Меден рудник». Это предопределяет и возможность использования подземного объекта для двух целей: хозяйственного объекта и убежища при экологической катастрофе.

**Задача №5. Использование заброшенных подземных выработок для хранения ядохимикатов.**

Исследовательские, проектные и строительные работы должны быть проведены на трех геологоразведочных выработках с индексом Х-Кж-05-0479, 57-06-13, находящихся в непосредственной близости от ж/д станции «Джебел». Для такой же цели могут быть использованы и другие выработки, расположенные недалеко от шоссе в районах с интенсивным земледелием (рудник «Николаево», индексы Х-Сз-03-0815, 265-03-03; Х-Сз-04-0815, 265-04-04; Х-Сз-05-0815, 265-04-04; С-Сз-06-0815, 165-05-05; рудник «Скриняно», индексы С-Ки-27-0863, 121-27-03; С-Ки-29-0863, 121-00-03; С-Ки-30-0863, 121-30-03; 121-30-03; С-Ки-31-0863, 121-31-03.

**Задача №6. Использование заброшенного подземного участка «Надежда» Бургас (индекс Б-Бс-04-0479? 29-06-01) в качестве склада материальных ценностей.** Непосредственная близость подземного участка г. Бургас предопределяет возможность его использования для нужд городского складского хозяйства, а также в качестве убежища для населения при экологической катастрофе.

**Задача №7. Использование заброшенных и действующих выработок как источника воды для промышленных целей.**

Работы будут проводиться, прежде всего, в подземных выработках со значительным дебитом рудничных вод, где водозабор будет осуществляться непосредственно при выходе воды в выработку. Геологоразведочный объект «Симитли» (индекс С-Бл-110-0815, 74-10-01); МОК «Панагюрски мини» (индекс П-Пз-08-0815, 164-10-01); геологоразведочный объект «Лозен» (индекс Х-Хс-08-0863, 170-18-17); рудник «Лесово» (индекс Б-Яб-18-0863, 216-18-16, Б-Яб-05-0863, 186-05-06, Б-Яб-06-0863, 188-06-08, Б-Яб-07-0863, 190-07-09, Б-Яб-08-0863, 192-08-10).

**Задача №8. Использование заброшенных подземных выработок для складов горюче-смазочных материалов (ГСМ).**

Для складов ГСМ используются выработки, проведенные в устойчивых породах, без ограничения режима температуры и влажности, расположенные недалеко от дорог с легким доступом транспорта. Это рудник «Крумово», участок

«Крушево» (индекс Б-Яб-09-0863, 193-09-12, Б-Яб-10-0863, 197-10-12, геологоразведочный объект «Маджарово» (индексы Х-Хс-08-0863, 134-08-08, Х-Хс-08-0863, 134-01-02), геологоразведочный объект «Первенец» (индекс П-Па-13-0815, 237-09-01), рудник «Николаево» (индекс Х-Сз-03-0815, 265-03-03, Х-Сз-04-0815, 265-04-04, Х-Сз-05-0815, 265-04-04, Х-Сз-06-0815, 265-05-05).

Емкостям в складах сырой нефти должны быть непосредственно сами подземные выработки, без облицовки и использования цистерн. Для этого необходимо создать оптимально выровненные гидростатические давления подземных вод и сохраняемой нефти, чтобы не допустить смешения нефти с водой.

**Задача №9. Использование заброшенных подземных выработок для выращивания грибов.**

Для этой цели требуются подземные выработки, проведенные в крепких породах с высокой влажностью воздуха. Такие свойства имеют выработки геологоразведочный объект «Панагюрище» (индексы П-Пз-01-0815, 156-02-02, П-Пз-02-0815, 156-04-04), рудник «Скрыняно» (индексы С-Кн-30-0863, 121-30-30, С-Кн-31-0863, 121-31-03), геологоразведочный объект «Осетеново» (индекс Х-Сз-01-0815, 258-01-02).

**Задача №10. Использование заброшенных подземных выработок как зернохранилища, овощехранилища и винные погреба.**

Для зернохранилищ и овощехранилищ надо использовать сухие выработки с температурой воздуха 10-12 градусов по Цельсию и относительной влажностью воздуха 65-10%. Такие выработки находятся на геологоразведочном объекте «Панагюрище» (индекс П-Пз-03-0815, 156-04-04, П-Пз-03-0815, 164-10-10), в руднике «Красен» (индекс Р-Рс-01-0636, 85-10-02), в руднике «Брежани» (индекс С-Бл-01-0815, 44-01-01), в руднике «Бобов дол» (индекс С-Кн-01-0863, 56-01-02), в руднике «Николаево» (индекс Х-Сз-04-04), в руднике «Т. Ненков» (индекс С-Пк-01-0479, 66-00-15).

Винные погреба размещаются в крепких и влажных выработках с температурой 10-12 градусов по Цельсию и относительной влажностью 85-90%. Такими являются выработки на геологоразведочном объекте «Грынчарица», участок «Ремово» (индекс П-Пз-21-0815, 196-21-14, П-Пз-23-0815, 126-23-14, П-Пз-23-0815, 203-24-14), в руднике «Красен» (индекс Р-Рс-01-0636, 85-01-02), на

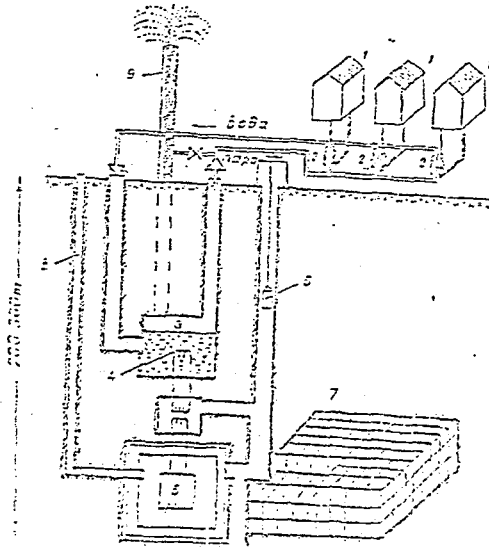
геологоразведочном объекте «Первенец (индекс П-Пд-07-0815, 233-07-04), в руднике «9-ти септември» (индекс Б-Бс-10-0479, 45-06-00, Б-Бс-11-0479, 45-06-00).

**Задача №11. Использование хозяйственных объектов, размещенных в заброшенных подземных выработках в качестве защитных сооружений при экологических катастрофах.**

Хозяйственные объекты, размещенные в заброшенных подземных выработках, кроме складов ГСМ, хранилища отходов, теплицы, водонсточники, зернохранилища, в обязательном порядке используют как защитные сооружения при экологических катастрофах.

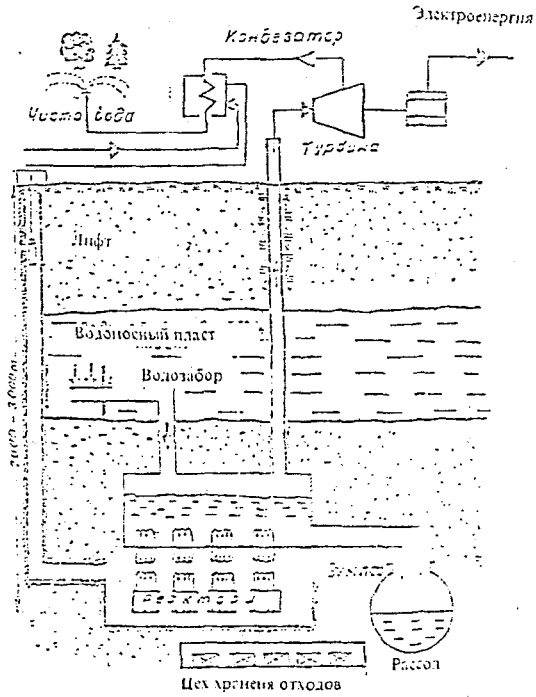
**Строительство атомных электростанций под землей.** Первая подземная АЭС мощностью 25 МВт построена в 1960 г. в Норвегии. Недалеко от г. Стокгольм (Швеция) построена такая же станция мощностью 80, а во Франции – мощностью 275 МВт. По А. Сахарову, кардинальный метод обеспечения безопасности ядерной энергетики – расположение ядерных реакторов под землей на глубине нескольких десятков метров; стоимость таких реакторов выше на 20% в сравнении с реакторами, построенными на поверхности. Большие расходы при размещении всех реакторов под землей в будущем окажутся значительно меньше расходов при устранении ущерба одной единственной радиационной аварии, какой была Чернобыльская. А. Сахаров предлагает незамедлительно и полностью запретить и прекратить строительство ядерных реакторов на земной поверхности.

Другой автор – В. Юровицкий – предлагает две схемы размещения ядерных реакторов: на глубину 200-300 м (фиг. 3.15) и 2000-3000 м (фиг. 3.16). При этих схемах размещения реакторов достигается практически абсолютная безопасность. Используется также сила гравитации для создания высокого давления 20 атм, (при глубине резервуара реактора 200 м) в паровой системе (фиг. 3.15) и сверхвысокое критическое давление, приблизительно 230·10 Па (при глубине резервуара 2300 м) (фиг. 3.16). Кроме этого, радиоактивные отходы, подлежащие нейтрализации, не выводятся, а сохраняются около резервуара навечно (фиг. 3.15). Во второй схеме (фиг. 3.16) осуществляется очистка и фильтрация нагнетенных отходных вод в тот же водоносный горизонт, из которого поступает вода в ядерный реактор. Депрессионная воронка, образующаяся около водоотборника реактора, направляет фильтрацию нагнетенных вод в направлении водохранилища. Таким образом, нагнетенная загрязненная вода фильтруется и направляется к водоотборнику. Оттуда



Фиг. 3.15. Схема атомно-гравитационной теплостанции.

1-потребители горячей воды; 2-апартаментные станции; 3-главный резервуар системы; 4-испаритель; 5-реактор; 6-лифт; 7-хранилище отходов; 8-трубы для аварийной остановки реактора; 9-труба для орошения.



Фиг. 2.16. Схема атомной гравитационно-термодинамической электростанции (АГТЭС)

вода поступает в резервуар, где подвергается испарению и окончательной очистке. а образующийся пар отвечает всем санитарным нормам.

Загрязнения, накапливающиеся в земных пластах, образуют техногенные месторождения полезных ископаемых, которые в будущем могут быть использованы.

Вокруг подземных АЭС могут быть размещены промышленные предприятия, использующие большое количество энергии и выделяющие жидкие отходы, которые отводятся в земных недрах для очистки и использования в замкнутом цикле водопотребления «ядерный реактор – промышленные предприятия».

Подземное размещение ядерных реакторов для Болгарии – единственный способ решить глобальную экономическую и экологическую задачу: ЗА или ПРОТИВ строительства АЭС «Белене». Размещение только ядерных реакторов под землей обеспечивает полную безопасность при авариях, вызванных следующими факторами:

- человеческий фактор и контрольные системы (Чернобыльская авария, авария в Айленд, США);

- сильные землетрясения VIII-IX баллов по шкале MSK;

- интенсивность землетрясений, наблюдаемая на земной поверхности уменьшается на 2-3 степени в подземных объектах, размещенных даже на небольшой глубине (Окомото, Ш, 1980);

- падение самолетов, ракет, искусственных спутников, метеоритов на реакторы;

- диверсии.

Полной безопасности для ядерных реакторов, построенных на поверхности земли, из-за вышперечисленных факторов не существует, даже если реакторы защищены толстым бетонным панцирем.

В районе г. Белене существуют благоприятные инженерно-геологические условия для размещения ядерных реакторов на глубине несколько десятков метров под землей (Е. Христов, П. Захариев, 1990 г.). Порода на глубине 36-76 м представляют аптские глины, известковые, пластичные, переходящие в плотный средне-крепкий мергель, а с 70-200 м – глинистый, пластичный мергель, местами алевролитовый, плотный сравнительно крепкий.

Недалеко от р. Дунай существуют и другие подходящие геологические формации, отвечающие инженерно-геологическим, гидрогеологическим, сейсмическим и горнотехническим условиям, в которых могут размещаться ядерные реакторы в подземных выработках. Это означает, что при современной технологической необходимости в большом количестве воды для функционирования ядерных реакторов, они могут быть размещены под землей в нескольких километрах от р. Дунай.

### **Захоронение отходов в заброшенных подземных выработках**

#### **1. Возможности захоронения отходов в подземных выработках.**

Захоронение, в том числе долгосрочное, отходов лучше всего произвести в недрах земли. Преимуществом захоронения отходов в недрах земли в сравнении с их хранением на поверхности земли является:

- земная поверхность не уничтожается и не загромождается отходами;
- в недрах герметизация хранилищ отходов намного надежнее;
- покрывающие породы намного устойчивее к выветриванию, эрозии в сравнении с маломощным покрытием утрамбованной породой при захоронении отходов на поверхности земли;
- несравнимо выше надежность при землетрясениях, наводнениях, падениях самолетов, ракет, метеоритов и при других стихийных бедствиях и катастрофах;
- поддерживается экологическое равновесие земных недр через сохранение целостности подземных выработок.

Единственным одинаковым показателем для сохранения отходов под и на поверхности земли – это риск загрязнения вод (грунтовых и подземных) при аварийном нарушении герметизации хранилищ отходов. Эта опасность значительно меньше для подземных вод (см. дальше).

2. Выбор заброшенных подземных выработок, подходящих для хранилищ отходов. Оптимальный выбор таких выработок состоит в том, чтобы их параметры совпадали в наибольшей степени с требованиями безопасного сохранения масс, загрязненных опасными и слабоактивными веществами вследствие аварий и происшествий. Согласно анализу научно-практических достижений в этом направлении основными требованиями безопасного сохранения опасных отходов являются:

- удобный доступ транспорта к подземной выработке, выбранной для хранилища отходов;

- отдаленность подземной выработки от населенных пунктов в несколько км;

- объемные возможности подземной выработки не менее 1000 м(куб);

- гидрогеологические и сейсмологические условия должны способствовать долговечному безопасному сохранению отходов;

- возможность надежной гидроизоляции подошвы, стен и кровли подземных выработок в местах сохранения отходов.

Сравнивая эти требования с параметрами 291 заброшенных подземных выработок в кадастре, подобраны 13 групп подходящих выработок для захоронения отходов

### **Методика проектирования, строительства и эксплуатации хранилищ отходов в подземных выработках**

Методика затрагивает следующие вопросы:

1. Местоположение подземных хранилищ отходов:

- подземные хранилища отходов должны быть вне населенных пунктов;

- подземные хранилища отходов должны быть вне водозащитных зон;

- подземные хранилища отходов не должны находиться в районах с 99%-ной вероятностью землетрясений с VIII баллов по шкале MSK;

- подземные хранилища отходов должны быть вне участков с доказанными невыработанными промышленными запасами минерального сырья, промышленных термоминеральных и питьевых вод;

- входы хранилища отходов и дороги к ним должны находиться вне районов оползней и лавин и располагаться на 10 м выше наивысшей точки затопления за 1000 лет

2. Обоснование пригодности скальных пород, в которых устраивается подземное хранилище отходов.

3. Построение подземного хранилища отходов (зона сохранения отходов, сосуды для аварийных выбросов жидких отходов, транспортировка).

4. Эксплуатация подземного хранилища отходов (требования к способу захоронения, количественный и качественный кадастр захороненных отходов, мониторинг состояния хранилища).

## Обращение жидких отходов путем инъецирования в геологические формации

**1. Предпосылки подземного хранения жидких отходов в геологических формациях.** Свыше 90% промышленных отходов – жидкие. Большая часть их не подлежит переработке и единственная возможность избавиться от опасных веществ – захоронить их в недрах земли. В сравнении с остальными компонентами природной среды недра земли имеют более слабую связь с биосферой. Полный водообмен в литосфере в целом осуществляется за 5000 лет, в пластах с активным водообменом – за 330 лет, тогда как средний полный водообмен атмосферной влаги реализуется за 10 дней, речной воды – за 12 дней, грунтовых вод – за 1 год. Или полный водооборот литосферы осуществляется в 11 тысяч раз медленнее, чем полный водообмен атмосферной влаги и речных вод и в 330 раз медленнее, чем грунтовые воды.

**2. Подземные методы захоронения жидких отходов.** К подземным методам захоронения жидких отходов относятся:

- использование для хранилищ отходов заброшенных выработок, пещер и других полостей; для этой цели жидкие отходы заливаются в герметически закрытые контейнеры, предварительно подвергая их битумизации, остеклению и пр.

- нагнетание жидких отходов в недра земли в скважины.

Самое большое значение для захоронения жидких отходов имеет их нагнетание через глубокие скважины в подходящие изолированные осадочные формации – пески, песчаники, известняки и доломиты. Глубина поглощающего горизонта, в зависимости от гидрогеологических условий, варьирует от нескольких сот метров до 4000 м и больше, а дебит нагнетаемых жидких отходов изменяется от 40 до 8000 л/мин.

**3. Жидкие отходы, захороненные путем нагнетания в глубокие скважины.** Захоронение жидких отходов в геологических формациях целесообразно для

- загрязненных вод, которые не подлежат очистке или очень трудно очищаемые;

- загрязненных вод, захоронение которых экономически выгоднее, чем их очистка. Особенно важно обеспечение потенциальных возможностей для подземного захоронения жидких отходов от крупных радиационных аварий на АЭС.

**4. Обработка жидких отходов до их захоронения в недрах земли.** Цель предварительной обработки состоит в удалении примесей, которые могут повредить скважины и закупорить поры в породах, используемых для захоронения. Обработка включает устранение всех твердых частиц размерами выше 1 мм путем фильтрования или отстоя.

**5. Выбор места для захоронения жидких отходов в литологических формациях.** Самые подходящие геологические характеристики для подземного захоронения имеют осадочные породы – пески, песчаники, известняки, доломиты. Они должны отвечать следующим требованиям:

а) быть пористыми и пропускать большие объемы жидкостей;

б) залегать между водонепроницаемыми пластами, причем нижний пласт должен иметь синклиналиную форму; в таких условиях не допускается загрязнения подземных вод над, под и в стороне от места захоронения;

в) залегать на 400-500 м ниже уровня подземных вод, которые используются как питьевые, промышленные или для полива [Станев С., 1980].

**6. Бурение скважин и техническое оборудование для нагнетания жидких отходов в геологические формации.** Существенное требование при бурении состоит в надежной изоляции ствола скважины от водоносных горизонтов и минеральных источников.

Оптимально подобранная литологическая формация может принять любые жидкие отходы в больших количествах без опасности загрязнения подземных вод в соседних участках. К примеру, завод для производства полиамидных смол в штате Пенсильвания (США) выбрасывает свои жидкие отходы в поглощающий пласт известняка мощностью 60-70 м на глубину 426 м. После 10-ти летней эксплуатации количество захороненных жидких отходов достигло 11,3 млн.м<sup>3</sup> – фронт нагнетенных в пласт жидких отходов продвинулся в горизонтальном направлении на 1,6 км от скважины, при этом не обнаружена инфильтрация отходных продуктов в вышележащие горизонты [Станев С., 1980].

**7. Выбор глубоких скважин в Северной Болгарии для нагнетания жидких отходов в геологические формации.** В Северной Болгарии пробурено свыше сотни глубоких скважин глубиной от 1500 до 4000 м. Большая часть их обсажена. Проведены испытания на пористость, проницаемость, кавернозность вмещающих

пород. В геологических разрезах есть хорошо поглощающие пласты радиационных и химических аварий, при которых получаются огромные количества жидких отходов

В результате оценки нескольких десятков глубоких структурных скважин в Северной Болгарии подобраны 9 скважин Монтанской области (табл. 10.1) с интервалом для захоронения глубиной от 1674 м до 4500 м. Природные ресурсы для нагнетания жидких отходов в этих скважинах привязаны к карбонатному комплексу верхней юры и нижнего мела ( $I_3 - K_1$ ), карбонатам среднего триаса ( $T_2$ ) и песчаникам нижнего триаса ( $T_1$ ) и песчаникам нижнего триаса ( $T_1$ ). Большая глубина захоронения, отсутствие разрывных нарушений в выбранных интервалах гарантирует практически полную безопасность от загрязнения мелко и глубоко залегающих подземных вод.

Таблица 10.1

Глубокие скважины для нагнетания жидких отходов

№ скважины и площадь	Объект для Нагнетания	Интервал Нагнетания, м	Поглощающая способность, л/с	Давление Нагнетания $10^4$ Ра
Р-3 Барларский геран	$I_3 - K_1$	30-70-3080	6	50
Р-4 Барларский геран	$I_3 - K_1$	2740-2765	8	50
Р-18 Барларский Геран	$I_3 - K_1$	2100-2120	10	50
Р-3 Оряхово	$I_3 - K_1$	2130-2193	15	80
Р-4 Оряхово	$I_3 - K_3$	1674-1713	5	80
Р-1 Долгодельцы	$T_2$	4006-4028	10	80
Р-1 Пишурка	$T_2$	4050-4080	6,6	65
Р-1 Мадан	$T_2$	4090-4110	4	70
Р-1 Крушовене	$T_1$	2402-2752	8,33	40

**Возможности захоронения радиоактивных отходов в геологические формации при большой аварии АЭС «Козлодуй».** Обеззараживание радиоактивных отходов (РАО) после большой радиационной аварии на АЭС значительно труднее по сравнению с технологическими отходами из-за большого количества этих отходов, полученных за короткий период времени, разнородного состава и физико-химического состояния их, тяжелой радиационной обстановки и др. Эти вопросы не исследованы, научная информация отсутствует. По политическим и социальным причинам распространение информации об авариях и обеззараживании полученных радиоактивных отходов ограничено.

В Болгарии разработка системы захоронения радиоактивных отходов при аварии на АЭС дополнительно затруднена из-за отсутствия концепции по этому вопросу систематических научных исследований.

Эта система (ВВЕР-440) разработана на основе опыта передовых стран и собственных работ.

Захоронение огромных количеств твердых и жидких РАО при большой радиоактивной аварии в геологических формациях имеет ряд преимуществ в сравнении с их сохранением на поверхности земли;

- радиоактивные отходы не подвержены ветровой и температурной эрозии и воздействию атмосферных и поверхностных вод;
- при разрушении контейнеров с РАО, при разложении и возгорании отходов воздействие на природу неизмеримо меньше (не загрязняются поверхностные воды, атмосферный воздух и биосфера), лишь подземные воды загрязняются в равной степени (как при сохранении отходов на земной поверхности);
- не занимает площадь земли;
- охрана хранилищ отходов многократно дешевле и существенно надежнее.

#### **Методика захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях при большой радиационной аварии**

Разработанная методика охватывает:

1. Этапы подготовки радиоактивных отходов для их захоронения в геологических формациях (промежуточное сохранение, переработка, упаковка, долговременное сохранение).

2. Основные требования к хранилищам радиоактивных отходов в недрах земли.

3. Районирование территории Болгарии по перспективности захоронения радиоактивных отходов.

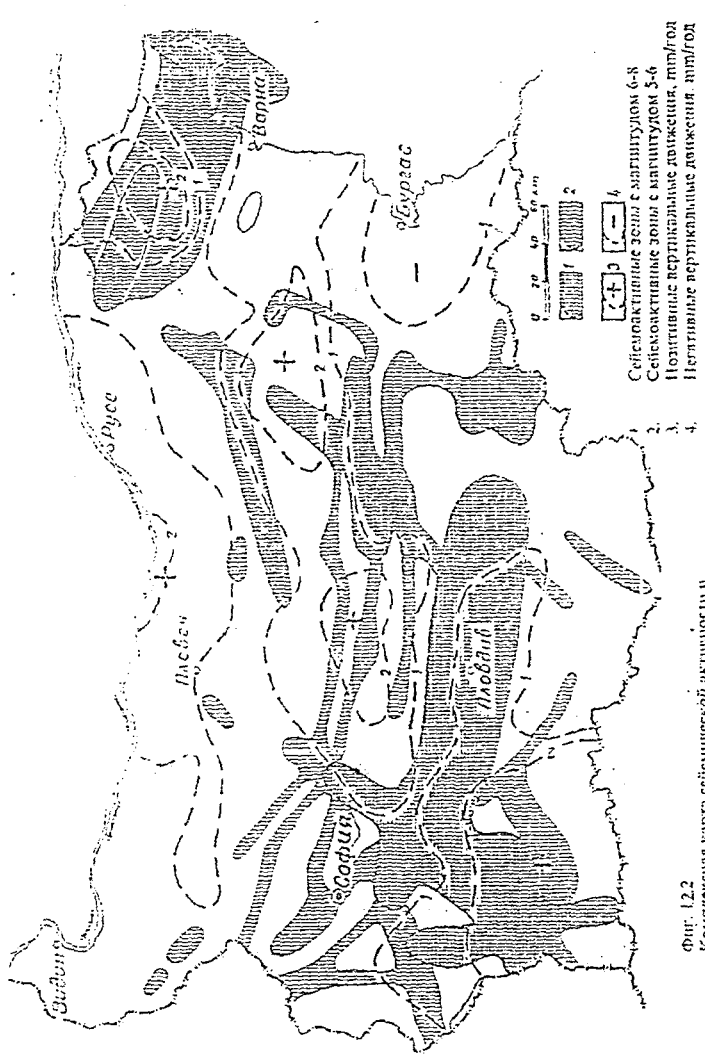
Перспективными считаются районы с подходящими геолого-геофизическими параметрами, в которых риск утечки радиоактивных элементов из хранилища минимален. Такой геологической средой могут быть граниты, метаморфические породы, гнейсы, сланцы, соляные штоки и глинистые породы с небольшим содержанием карбонатов, плутонические тела и вулканические породы (фиг. 12.1). Основным качеством этих пород является устойчивость к денудационным процессам. Такие породы подходят для захоронения отходов, только если находятся в районе отсутствия неотектонической деятельности. Глинистые породы и соль пластичны и не разрываются, а гнутся. Они подходят для хранилищ, если находятся в районах с нисходящими вертикальными движениями. Допускается их расположение в районе со значительной сейсмической активностью (фиг. 12.2). Также благоприятными считаются блоковые структуры и площади, в которых вертикальные движения менее 2 мм в год, а возможные землетрясения – с магнитудой менее V баллов, сравнительно слабобразломочные и мощностью 1000 метров.

**По условиям захоронения отходов на территории Болгарии выделяются 3 основные зоны:**

1. Северо-западная зона. Включает Северо-западную Болгарию западнее г. Плевна. Основным интерес в зоне представляют глинистые формации с эвапоритами. Глины чистые, алевролитовые или битуминозные, местами переслаивающиеся с известняками. Эвапориты – соляные породы, состоящие из химически отложенных сульфатов и хлоридов кальция и натрия (гипс, ангидрит).

Их мощность достигает 40 м. Средняя мощность глинистой формации с эвапоритами составляет 1000 м, изменяется от 300-500 до 2000 м. В большей части она совпадает с Ломской депрессией, что является благоприятным фактором с точки





зрения региональной гидрогеологии. Самыми благоприятными в структурном отношении являются негативные кольцевые структуры в районе г. Лон, г. Свиштов и г. Свиштов и г. Бяла Слатина (фиг. 12.3). Зона не сейсмична, вертикальные движения менее 1 мм в год, эрозионные процессы слабо выраженные, вулканический риск отсутствует. Налицо все благоприятные геологические, тектонические и геодинамические признаки.

**2. Юго-восточная зона.** Она включает горы Странджа и Сакар и части Восточных Родоп. Вертикальные движения нисходящие, седиментационная активность слабая. Благодаря магматическому «цементу» пород верхнего мела, дифференциальных движений нет. Зона является благоприятной в геологическом и тектоническом отношении.

**3. Центральнo-восточная зона.** Она совпадает с Восточными Балканами и Предбалканьем. Основным интерес представляют эвапориты по данным бурения в районе г. Преслав [Георгиев Г.В., 1981] и глинистые породы в Восточном Балкане. Вертикальные движения 2-3 мм/год около г. Преслав и 1-2 мм в остальной части. Сейсмичность слабая.

На остальной территории Болгарии условия для захоронения РАО считаются неблагоприятными по отсутствию подходящих геологических формаций и наличию неподходящих геодинамических, тектонических и геоморфологических факторов. Например, Юго-Западная Болгария (горы Рила, Западные Родопы), несмотря на наличие мощных метаморфических комплексов и крупных гранитных тел, не подходит из-за высокой сейсмичности, большой тектонической расчлененности и дифференцированных вертикальных движений.

Самая подходящая для устройства хранилищ для РАО Северо-западная зона (рудники «Кошава», «Смолянoвцы», «Мартиново», - глава 11, и глубокие скважины Бардарски Геран, Оряхово Долгоделин, Пищурка, Мадан Крушовене – глава 10. Здесь и расходы по транспортировке РАО к предполагаемым хранилищам будут минимальными. Расположенные в этой зоне подземные выработки следует считать основными для захоронения любых категорий радиоактивных отходов, включительно и высокорadioактивных. Специально для этой цели могут быть построены дополнительно и хранилища для низких, средне-radioактивных отходов



в негативных структурах Ломской депрессии, где мощность глинистых формаций достигает 2200 м.

Юго-восточная зона, несмотря на наличие необходимых условий захоронения, имеет один существенный недостаток – большая отдаленность от основных источников РАО (АЭС). Выработки в зоне следует считать потенциально подходящими.

Подземные выработки, расположенные вне намеченных зон (глава 8), могут использоваться как альтернативные решения в случае необходимости при авариях на АЭС, принимая положение, что загрязнение земных недр менее опасно для жизни людей, чем заражение земной поверхностью.

В заброшенных подземных выработках могут быть захоронены как твердые, так и жидкие РАО, помещенные в герметически закрытых контейнерах, которые должны быть долговременными, устойчивыми к коррозии и физико-механическому разрушению.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации защищаются нижеперечисленные вклады в научные, методические и прикладные области:

1. Исследованы геологические, гидрогеологические и горнотехнические особенности и специфики заброшенных подземных выработок на территории Болгарии, которые определяют возможность их использования для размещения хозяйственных объектов, в том числе:

1.1. Сформулированы основные требования к подземным выработкам с учетом их использования для хозяйственных объектов : геолого-геофизические, гидрогеологические, инженерно-геологические, горнотехнические. Исходя из этих требований, разработана методика оценки подземных выработок, включающая 30-40 оценочных показателей.

1.2. Составлен кадастр нарушений в земных недрах от заброшенных подземных выработок (базирующийся целиком на собственных исследованиях) объемом 1659 страниц текста и 250 графических приложений, собранных в 13 томах. Этот кадастр включает описание и разностороннюю оценку по 30-40 показателям 291 подземного объектов общей длиной 177344 м, площадью 517174 м<sup>2</sup> и объемом 1915293 м<sup>3</sup>. На основании кадастра составлен информационный указатель

нарушений от заброшенных подземных выработок в земных недрах, который представляет направленную систему поиска оптимального целевого выбора конкретных подземных выработок для размещения хозяйственных объектов. Информационный указатель и часть кадастра компьютеризированы.

1.3. На базе информационного указателя и кадастра заброшенных подземных выработок разработана концепция строительства 11-ти конкретных хозяйственных объектов в определенных выработках, указанных в указателе и описанных в кадастре. Концепция предлагает способы поэтапного строительства хозяйственных объектов в заброшенных выработках в следующие 10-15 лет.

1.4. Сформулированы основные положения, определяющие целесообразность использования заброшенных подземных выработок для хозяйственных объектов.

1.5. Обоснованы типы подземных выработок, подходящих для размещения хозяйственных объектов.

1.6. Сформулированы типы хозяйственных объектов, расположение которых под землей целесообразно с экологической и экономической точки зрения (склады, холодильники, хранилища нефти, газа, воды, отходов, больничные заведения, промышленные и сельскохозяйственные объекты, транспортные сооружения).

То есть в подземных пространствах могут строиться все объекты, за исключением тех, которые нуждаются в солнечной энергии – жилые комплексы, сельскохозяйственные, парковые и лесные насаждения.

1.7. Особое внимание обращено на возможность строительства ядерных реакторов под землей, что при теперешней общественно-политической обстановке в Болгарии имеет большое значение для строительства АЭС «Белене», поскольку ядерные реакторы под землей обеспечивают практически полную безопасность при авариях, вызванных человеческим фактором, землетрясением или падением ракет, самолетов, метеоритов и др.

2. Выполнено сейсмическое районирование и прогноз возможных очагов и балльности землетрясений на следующее тысячелетие и 10 тысяч лет для территории Болгарии. На базе сейсмической оценки составлена классификационная характеристика с точки зрения сейсмической безопасности на 13-ти подземных объектах, подходящих для хранилищ отходов.

3. Исследованы возможности и разработана технология, включающая методику проектирования, строительства и эксплуатацию хранилищ отходов в подземных выработках и скважинах, в том числе:

3.1. Обоснована возможность долговременного сохранения (захоронения) опасных отходов в трех группах заброшенных выработок, описанных в кадастре и информационном указателе:

Первая группа – основные подземные выработки, подходящие для хранилищ отходов: геологоразведочные подземные выработки в районе населенных пунктов Папрат, Зидарово, Звездата, Лакни и Давидково с общей длиной 14397 м, площадью 37681 м<sup>2</sup> и объемом 94394 м<sup>3</sup>.

Вторая группа – дополнительные подземные выработки, подходящие для хранилищ отходов: часть заброшенных выработок в рудниках «Басарбово» и «Кошава» с общей длиной 8485 м, площадью 54175 м<sup>2</sup> и объемом 304700 м<sup>3</sup>.

Третья группа – потенциально подходящие для хранилищ отходов подземные выработки: геологоразведочные объекты в районе населенных пунктов Попско, Мартиново, Свещи плаз и часть площадей рудников «Маджарово» и «Смоляновъ» с общей длиной 11106 м, площадью 27397 м<sup>2</sup> и объемом 65761 м<sup>3</sup>.

3.2. Доказана возможность захоронения жидких отходов в определенных геологических формациях. Подобраны 9 глубоких скважин в обл. Монтана (Р-1, Р-2, Р-3, Барларски герен, Р-3, Р-4-Оряхово, Р-1 – Долгоделии, Р-1 – Пишурка, Р-1 – Мадан, Р-1 – Крушовене). Природные резервуары для захоронения жидких отходов в этих скважинах привязаны к:

- верхнеюрско-валантинскому карбонатному комплексу;
- среднетриасским карбонатам;
- нижнетриасским песчаникам.

Интервалы для захоронения отходов находятся на глубинах от 1674м до 4500м. Большая глубина захоронения и отсутствие разрывных структур в интервалах для нагнетания обеспечивают практически полную безопасность от загрязнения подземных вод.

4. Разработана технология обработки радиоактивных отходов от большой радиационной аварии путем захоронения в геологических формациях. Проведено районирование территории Болгарии в отношении перспективности захоронения радиоактивных отходов в трех зонах:

4.1. Северо-западная зона – с преобладающим глинистым составом и наличием эвапоритов (гипс, ангидрит) и негативных кольцевых структур в районе г. Лом, Бяла Слатина и Свиштов. Вертикальные движения менее +1 мм/год.

4.2. Юго-восточная зона (Странджа – Сакар, Восточная Родопы) – с преобладанием глинистых пород (глина, аргиллиты, филиты), метаморфических пород (гнейсы, сланцы и граниты). Вертикальные движения +1 до  $\approx 2$  мм/год; слабая сейсмичность.

4.3. Централью-восточная зона – с преобладанием эвапоритов, соляных осадочных пород и глины; вертикальные движения +1  $\approx$  2 мм/год; слабая сейсмичность.

В этих трех зонах для хранилищ радиоактивных отходов могут быть использованы заброшенные подземные выработки, заброшенные подземные полости, оставшиеся после добычи соли выщелачиванием, нефтегазоразведочные скважины.

Актуальность как диссертации в целом, так и отдельных конкретных решений подтверждается воспринятой в развитых странах научно обоснованной теории, что через 10-15 лет, с экологической и экономической точки зрения, будет целесообразно строить все хозяйственные объекты в недрах земли, за исключением тех, которым необходим солнечный свет. Таким образом, земная поверхность вернет себе первоначальную Экологическую функциональность как сбалансированная среда обитания живых организмов (человек, животные, растения).

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ АВТОРА:**

1. Христов Е. Количествени нарушения върху земната повърхност и земната среда от експлоатацията на полезни изкопаеми, София, 1990, 588 стр.
2. Христов Е. Основи на опазването на околната среда. МГУ, София, 1999, 201 стр.
3. Христов Е. Възможности за използване на изоставени подземни изработки за болнични заведения. Научни тезиси на Мез.Организация на МСЗ и биол. Заш., МА, София, 1981, с.17-22.
4. Христов Е. Предприятия на машиностроенето, електроенергетиката и електропромишлеността в подземни изработки. Сб. Трудове на юбил. Науч. Сесия на ВМЕИ «Ленин», секция I, София, 1895.
5. Христов Е. Информационен указател на изоставени подземни изработки, подходящи за разпологане на стопански и други обекти с оглед опазване на земната повърхност. Год. На ВМГИ, т. XXXII, св. III, София, с.221-229.
6. Христов Е. Защита на земната повърхност чрез подземно строителство на стопански обекти. Сб. «Как да решим екопроблемите на България», В. Търново, 1992, с. 76-83.
7. Христов Е. Рекартивация на земните недра чрез вторично оползотворяване на изоставени подземни изработки.- Сб. тр. Науч.сес. на НВИЦ при КОПС, София, 1987.
8. Христов Е. Стопански обекти в подземни изработки София, 1991, 41 с.
9. Христов Е. Намалване риста от аварии в ядрени реактори чрез разполагането им в подземни тространства при бедствия и аварии. София, 1993.
10. Христов Е. Погребване на радиоактивни отпадъци в земните недра. Сб. докл. На науч. Конф. По радиационна защита. Център по радиобиологична защита. София, 1993.
11. Христов Е. Делониране в земните недра на маси от околната среда, запърсени с опасни вещества при аварии и инциденти. Науч. Конф. «Опознаване на неживата природа», София, 1993.
12. Hristov E. Cînsoltrații privind aplicarea unor metode geotizice în subteran la explorarea geologică a zăcămintelor de plumb și zinc din Munții Rodopi/ Studii tehnicesi economice seria D, Prospect, uni geofixice, 1976, П Bucuresti, p. 63-82.

13. Hristov E. Depozitarea deseurilor radioactive in caz de mare avarie nucleara, in formatiuni geologice. Simpozion stiintific..., partea a IV-a, Petrosani, 1995, p. 250-255.

14. Hristov E/ Earth reclamation by erection of ecologi in abandoned tunnels and other underground workings. Tradition development in underground constructions. Brasov, 1996, p. 183-188/

15. Hristov E. Aplicacion de guegues elements de la teorie des jeux strategiques a l'optimisation din reseau de recherches comprenant des metodiques sunterraines. Rev. Roum. Dt Geol, Geofis, et Geogr., Serie de Geophys., 1975, p. 63-63.

- в статьях в соавторстве:

16. Христов Е., В. Александров, А. Близнаков. Возможности за ефективно използване на изоставени подземни изработки за гъбопроизводство. Юбил.науч.конф. «ВМГИ-35», Смолян, 1988.

17. Христов Е. К. Виков. Погребане на радиоактивни отпадъци в геоложки формации на територията на страната. Сб.мат. от науч. Конф., Варна, 1989, 1989, МНЦ, София, 1990, с.90-93.

18. Христов Е., П. Захариев. Възможности за разполагане на ядрени реактори под земята. Сб. мат. От науч.конф. с преподавателски състав от ВУЗ, София, 1990, с.181-188.

19. Христов Е. Ц. Цанков. Уредостроителни заводи в подземни изработки. Сб. трудове на науч.сесия на ВМЕИ-Габрово, 1986.

20. Hristov E. R., J. Padure. Probleme ecologice in regiunea Dunarii in sectorul de frontiera intre Romania si Bulgaria. Simpozion stiintific..., partea a IV-a, Petrosani, 1995, p. 256-258.

21. Hristov E., M. Georgescu. Posibilitati a golurilor subterane abandonate. Simpozion stiintific..., partea a IV-a, Petrosani, 1995, p. 237-240.

22. Hristov E., G. Buia. Recultivarea subsolului. On lucrari subterane abandonate. Lucr.stiimt. ale UTP – Petrosani – Romania. Vol-XXVI, Fascicula 2, 1994.

23. Hristov E.K.? U. Belcev, E.V. Hristov. Aplicarea metodei de radiogoniometrie ptntu interceptarea sondelor cu lucrarile mimiere. Studii tehnice si ecjnomice, seria D, Prospectiuni geofizice, 1976, II, p. 95-102.

24. Белчеви , Е.К. Христов. Е.В. Христов. Использование метода радиоволнового просвечивания на обнаружение скважин при их сбйках с горными выработками. Изв. Высш.уч.завед. Геология и разведка. № 8. Москва. 1973, с. 106-111.

25. Бялчев И. Е.К. Христов. Использование подземных геофизических методов при подземной геологической разведке в рудниках НРБ. Revue Roumaine de Geologie, Geophysique et Geographie serie de Geophysique, 172, Bucarest, 1972, p. 229-240.

26. Виков К., Е. Христов, О. Гюндуров. Възможности за депониране на радиоактивни отпадъци в подземни изработки в сондати, разположени на територията на България. Науч. сесия на ВНЕИ 89, секция «Инженерна екология».

27. Рангелов Б., Е.Христов. Повишаване устойчивостта на геологопроучвателен обект при силно земетресение. Сб.юбил.науч.сес.40 г. ВНЕИ, секция П, София, 1985, 6с.

28. Севрюкова С., И. Лозенски, Е. Христов. Аппаратура за сейсмична връзка. Сп. «Радио, телевизия, електроника», №7, София, 1983, с. 19-21.

29. Хайдуров П., Е.К. Христов, Е.В. Христов. Конструирани на апаратура за радиоволново просветяване. ВПГИ, София, 1974, 74 с.

в тезисах докладов в соавторстве

30. Христов Е., Г. Генов, В. Данов, П. Петров, С. Пенчев. Изследване на минни изработки на територията на НРБ с оглед използването им за нуждите на ГО и народното стопанство. ВМГИ-НИС, № 636, София, 1981, (том I-105 с., том II-182 с.).

31. Христов Е., А. Близнаков, Ц. Узунов, К. Виков, М. Иванов, П. Захариева. Опознаване на земната повърхност от унищожаване и замърсяване чрез построяване на стопански и други обекти в изоставени подземни изработки. Разработване на каталог на изоставени след експлоатация подземни изработки. ВМГИ-НИС, 815, София, 1986, том I - 306 с., том II - 41 с.).

32. Христов Е., А. Близнаков, Ц. Узунов, К. Виков, М. Иванов, П. Захариева. Изследване на подземни изработки с оглед използването им за нуждите на гражданската отбрана и народното стопанство, ВМГИ-НИС, № 863. София, 1985, (том I - 271 с., том II - 52 с.).

33. Христов Е., А. Близнаков, О. Гюндуров, М. Саздов, П. Захариева. Изследване състоянието на някои подземни пространства с оглед актуализиране на информационния указател на изоставен след проучване и експлоатация подземни

изработки, подходящи за разполагане на народностопански и други обекти, ВМГИ-НИС, № 2901, София, 1986, (том I – 78 с., том II – 65 с.).

34. Христов Е., К. Виков, С. Костянев, О. Гюндюров. Изследване възможностите за съхраняване на отпадъци (особено вредни вещества) в изоставени подземни изработки, ВМГИ-НИС, №1123, София, 1988, 152 с.

35. Христов Е., Т. Димчев, К. Виков, В. Балинов, Е. Дешев. Проучване на възможностите и разработване на система за депониране на радиоактивни отпадъци при тежка радиационна авария, ВМГИ-НИС, № 1174, София, 1990, 160 с.

36. Христов Е., С. Станев, Д. Пилишаров, Б. Рангелов и др. Проучване на възможностите за депониране и третиране на маси от околната среда, замърсени с опасни и нискордиолактивни вещества при аварии и инциденти, ВМГИ-НИС, № 1416, София, 1994 (том I – 98 с., том II – 109 с.).

Лицензия № 020849 от 04.01.94г.

Подписано в печатъ 24.04.2000 Печ. л. 3,5 Тираж 100 экз.

Редакционно-издателският отдел МГГА