МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНАСЯН СТЕПАН РОБЕРТОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ В СВЯЗИ С КРУПНЫМИ ВОДОЗАБОРАМИ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности: 24.04.01 «Геоэкология»
Ереван - 2013

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՄԻՆԱՍՅԱՆ ՍՏԵՓԱՆ ՌՈԲԵՐՏԻ

ԽՈՇՈՐ ՋՐԱՌՆԵՐԻ ՀԵՏԵՎԱՆՔՈՎ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԵՐԿՐԱԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԿԱՆԽԱՏԵՍՈՒՄ

ԻԴ. 04.01«Երկրաբնապահպանություն» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 2013

Тема диссертации утверждена в Ереванском Государственном Университете

Научный руководитель: **доктор технических наук, профессор В. П. ВАРДАНЯАН**

Официальные оппоненты: **доктор технических наук Г.Ш. АЛАВЕРДЯН**
кандидат геолого-минералогических наук, доцент С.Г.АЙРОЯН

Ведущая организация: **Институт Водных проблем и гидротехники имени академика И.В. Егиазарова**

Защита диссертации состоится 31 мая 2013г. в 14 ^{30} часов на заседании Специализированного совета 005 „Науки о Земле„ при Ереванском Государственном Университете

Адрес:0025, Ереван, ул. Алека Манукяна 1.

С диссертацией можно ознакомится в библиотеке ЕГУ.
Автореферат разослан 30 апреля 2013 года.

Ученый секретарь Специализированного совета,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент **М.А. ГРИГОРЯН**

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի Պետական Համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝ **Տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Վ.Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ**

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ **Տեխնիկական գիտությունների դոկտոր Գ.Շ.ԱԼԱՎԵՐԴՅԱՆ**
Երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ՝ Ս.Հ.ՀԱՅՐՈՅԱՆ

Առաջատար կազմակերպություն՝ **Ակադեմիկոս Ի.Վ.Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտ**

Պաշտպանությունը կայանալու է 2013թ.-ի մայիսի 31-ին ժամը 14.^{30}-ին Երևանի Պետական Համալսարանում գործող Երկրագիտության 005 Մասնագիտական խորհրդի նիստում

Հասցեն՝ 0025, ք. Երևան, Ալեք Մանուկյան 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ-ի գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է՝ 2013թ ապրիլի 30-ին

Մասնագիտական խորհրդի
գիտական քարտուղար,
երկրաբանա-հանքաբանական գիտ. թեկնածու, դոցենտ՝ **Մ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время можно считать, что взаимоотношение “человек-природа” привело к значительным изменениям экосферы и что активная техногенная деятельность человека, является заметным геоэкологическим фактором. Именно в пределах экосферы встречаются многие негативные геоэкологические последствия, которые обусловлены, в частности, влиянием карстовых процессов, оседаниями и проваламы поверхности земли, оползневыми и селевыми явлениями, во многих территориях недопустимые водозаборы приводят к истощению эксплуатируемых месторождений подземных вод. Изучение указанных процессов и явлений, их прогнозирование и разработка соответствующих “защитных” инженерных мероприятий в настоящее время считаются актуальными экологическими задачами.

Цель исследований. Геоэкологическая оценка **влияния водного фактора** на опасные геологические процессы и явления (карст, оползни, просадки, сосредоточенные водозаборы), прогноз их последствий на природную среду и разработка соответствующих рекомендаций по их устранению или уменьшению.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- Изучить влияние сосредоточенного отбора подземных вод на активизацию карстово-суффозионных процессов и провалообразований.
- Разработать расчетно-аналитический метод прогнозирования карстово-суффозионных проявлений и его практическая проверка по установленным расчетным критериям.
- Обосновать необходимость переоценки эксплуатационных запасов отдельных месторождений подземных вод (скважинные водозаборы) РА с учетом их экологического аспекта.
- Установить возможности дополнительного отбора подземных вод из отдельных эксплуатируемых месторождений РА на основании применения гидродинамического метода в сочетании с математическим моделированием (на примере Карбинского месторождения подземных вод, Арагацский массив).
- Усовершенствовать методологию определения прочностных показателей грунтов в естественных условиях (метод выпирания призм) в связи с расчетами устойчивости геологической среды.

Научная новизна:

- В исследованных регионах на основании анализа существующих материалов и данных вновь выполненных работ **установлены** негативные последствия, обусловленные влиянием водного фактора, приводящего к активизации ряда природно-техногенных процессов и явлений.
- Впервые для определения основных параметров карстообразований (тип усеченного конуса) аналитическим методом получены расчетные формулы, позволяющие прогнозировать параметры и ход развития провалообразований. Для практических инженерно-строительных расчетов составлены специальные

номограммы для разных типов геологических (геотехнических) разрезов.

- Впервые выполнено геоэкологическое районирование исследованной территории (г. Рас Аль Айн, бассейн р. Хабур, САР) по степени карстоопасности.
- Обоснована необходимость переоценки эксплуатационных запасов месторождений подземных вод (скважинные водозаборы) РА на основании применения гидродинамического метода в сочетании с математическим моделированием.
- На основании переоценки запасов подземных вод Карбинского месторождения (восточные склоны массива горы Арагац) доказана возможность дополнительного их отбора для целей водоснабжения.
- Усовершенствована методология по определению прочностных параметров грунтов в естественных условиях – уточнены расчетные формулы, предложен специальный комплекс измерительной аппаратуры для выполнения полевых экспериментов.

Научные положения, выносимые на защиту:

- **Геоэкологическая оценка влияния водного фактора** на опасные геологические процессы и явления (карст, оползни, просадки, сосредоточенные водозаборы).
- Расчетно-аналитический метод прогнозирования карстово- суффозионных провалообразований и результаты геоэкологического районирования исследованной территории по степени карстоопасности.
- Необходимость переоценки эксплуатационных запасов месторождений подземных вод (скважинные водозаборы) РА с учетом их экологического аспекта.
- Обоснование возможностей дополнительного отбора подземных вод на основании применения гидродинамического метода в сочетании с математическим моделированием (исходя из результатов, полученных для Карбинского месторождения).
- Усовершенствованная методология определения прочностных параметров грунтов в естественных условиях (метод выпирания призм) в связи с расчетами устойчивости геологической среды, нарушенной техногенными воздействиями.

Практическая значимость работы:

- Результаты прогнозирования карстово - суффозионных провалообразований и карта геоэкологического районирования по степени карстоопасности территории г. Рас Аль Айн переданы Губернаторству провинции Хассаке (САР) для использования их при проектировании новых зданий и сооружений.
- Результаты определения прочностных параметров грунтов, полученных в естественных условиях, переданы Дирекции водных ресурсов провинции Тартус (САР) и использованы в расчетах устойчивости откосов проектируемой плотины Аль Хуссейн.
- Дополнительный отбор подземных вод из Карбинского месторождения можно использовать при решении задач водоснабжения.

- В целом результаты определения параметров карстово-суффозионных провалообразований, прогноз их развития, переоценка эксплуатационных запасов подземных вод скважинных водозаборов, данные по определению прочностных параметров грунтов в естественных условиях могут быть использованы проектными, производственно-строительными, водохозяйственными и другими заинтересованными организациями при решении целевых задач.

Исходные материалы. В основе диссертационной работы положены материалы теоретических исследований автора при разработке аналитического метода прогнозирования карстовых провалообразований и методики определения прочностных параметров грунтов в естественных условиях. Использованы также полевые данные исследовательских работ компании “Гидроскоп” РА, выполненных в САР (в работах которой принимал участие и автор). и фондовые материалы НИИ водных проблем и гидротехники по математическому моделированию. Проанализированы также работы по теме диссертации, опубликованные в открытой печати.

Апробация работы. Основные научные положения диссертации и полученные результаты опубликованы в 10 научных статьях. Отдельные разделы работы представлены и докладывались на Международных и Республиканских конференциях и научных семинарах: на XXIX конгрессе Международной Ассоциации по гидравлическим исследованиям, Пекин, сентябрь, 2001; на 5-ой Международной конференции “По исследованию плотин”, Лисабон, Португалия, февраль 2007; на конференции “Проблемы геоморфологии и неотектоники горных областей Альпийско-Гималайского пояса”, Ереван, октябрь 2007, на Международной конференции, посвященной 500 -летию Армянского книгопечатания и 65-летию СНО ЕГУ, Ереван октябрь, 2012. Основные положения работы доложены на Ученом совете географического и геологического факультета ЕГУ, на совместном семинаре кафедр геофизики и инженерной геологии и гидрогеологии ЕГУ.

Обьем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и заключения. Работа изложена на 121 страницах, содержит 29 рисунка, 13 таблиц, список использованной литературы содержит 120 наименований. К работе приложен специальный альбом фотоснимков.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю д.т.н., профессору В.П. Варданяну за полезные советы и постоянное внимание в ходе выполнения работы. Автор признателен декану географического и геологического факультета, доценту М.А. Григоряну, а также сотрудникам кафедры геофизики и работникам компании “Гидроскоп” за содействие при выполнении данной работы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении обоснована актуальность выполненной работы, цель и решенные задачи, дана характеристика основных научных положений, вынесенных автором на защиту, приведана научно - практическая значимость работы и ее апробация.

В главе 1 рассмотрены вопросы "Влияния водного фактора на опасные геологические процессы и явления (карст, оползни, просадки, водозаборы). Отмечается, что значение геоэкологических проблем, в особенности начиная с середины XX столетия, непрерывно возрастает. Нарастает потребность в изучении и анализе процессов техногенеза и его последствий на окружающую среду. Отмечается, что воздействие человека на природу может быть прямым или косвенным. Прямые действия обусловлены непосредственным изменением человеком структуры и свойств геологической среды. Они реализуются в процессе строительства сооружений, обводнения и осушения территорий, извлечения из недр подземных вод и т.д.. Косвенные взаимодействия обусловлены изменением структуры и свойств других сред: атмосферы, гидросферы, биосферы, которые взаимодействуют с природной средой, вызывая в ней разные инженерно-геологические и техногенные процессы. Особенно сложным является строительство и эксплуатация обьектов различного назначения в карстовых районах. Важным аспектом хозяйственной деятельности человека является использование водных ресурсов, однако значительный отбор подземных вод часто приводит к нарушению их природного режима, что естественно влияет на состояние гидросферы. Ожидаемая интенсификация использования подземных вод в Республике, в особенности из скважинных водозаборов, требует выполнения специальных исследований по выявлению их эксплуатационного состояния и прогнозированию возможных негативных экологических последствий.

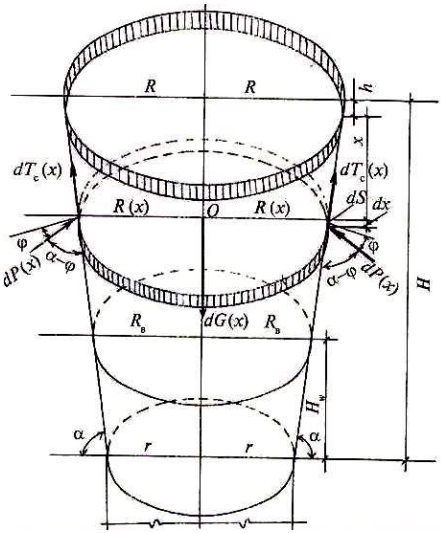
В главе 2 рассмотрены вопросы "Геоэкологических последствий, связанных с карстовыми процессами и прогноз возможных провалообразований, обусловленных техногенными воздействиями". Карстовый процесс рассматривается, как один из опасных геоэкологических процессов, влияние которых отражается в дневном рельефе, глубинном строении территории, изменении режима поверхностных вод, формировании особого типа подземных карстовых вод. По данным ряда авторов [Максимович Г.А., Миланович Р. и др] карстующиеся породы-карбонатные, сульфатные, соляные распространены во всех геологических системах земной коры и в мировом масштабе их занимаемая площадь составляет более 50 млн.км^2 (около 35% сущи).

В Республике Армения карбонатный карст развит в ее северо-восточной части, главным образом, в Тавушской области, в бассейнах среднего течения рек Агстев, Ахум и Тавуш . Карбонатные отложения широко развиты в Урцском, Айоцдзорском и Базумском хребтах, а также в бассейнах рек Веди, Мармарик, Раздан, озера Севан и в Горисском районе (Асланян А.Т., Мандалян Р.А.). Особенности Тавушского карста, в частности, заключается также **в его сочетании с оползневыми процессами**, максимально проявленными по левобережней части реки Ахум. Карст как геологическое явление и процесс является обьектом исследований разных специалистов-инженер-геологов, гидрогеологов, геофизиков, геоморфологов, строителей и экологов. Изучению карста и карстовым процессам посвящены многочисленные работы, опубликованные в разных странах. Они отражены в работах Ф.П. Саваренского, Д.С. Соколова, Н.В. Родионова, И.В. Попова, А.Т.Лыкошина, Л.А. Молокова, Н.А. Гвоздецкого, Г.А. Максимовича, И.А. Саваренского, Н.А. Миронова , А.А. Огильви , Corbel J., Jardin J., Bogli A.,Lieskowski K.,

Prinz N.,Toulemont M., Calembert Z., Herman A., Pulina M., Jakucs L., Trimmel H., Reuter F. и других. Основными недостатками существующих способов оценки карстоопасности заключается в том, что не учитываются возможные диаметры карстовых провалов, тогда как от их значения зависит размер ущерба при образовании провала в основании сооружений. Многие существующие классификации карста опираются на деление их территории одновременно по двум не взаимосвязанным признакам - диаметром и глубиной провалов. Этих недостатков лишены расчетно-аналитические методы прогноза. Один из методов прогнозирования провалообразования, на базе детерминированной модели, предложен Г. М. Шахунянцем . Метод основывается на расчете критической величины мощности перекрывающих пород, при которой под воздействием собственного веса и веса сооружения, происходит их обрушение в карстовую полость **по круглоцилиндрической поверхности**. Расчетные схемы образования круглоцилиндрического провала, близкие к расчетной схеме Г.М. Шахунянца, приводятся также в работах В.П. Огоноченко, Ф.Каммерера, М. Пенцеля и др.

Известно, что провалы приняты условно делить по их форме в разрезе на **сводообразные, цилиндрические и конические**. Наши расчеты касаются провалам **конической формы**, которые имеют широкое распространение и для которых практически нет соответствующих расчетных формул для определения (прогнозирования) их основных параметров.

Модель для такого типа провалообразования приведена на рис. 1.



Пояснения к рисунке:
H- глубина верхней части карстового провала, h–осадка дневной поверхности грунта, R, r, R(x), $R_в$ - радиусы провала соотвественно верхний (приведенный), нижний, переменный по глубине на уровне подземных вод, dS - ширина элементарной части перемещаемого грунта, x-переменная величина, dG(x)- элементарный вес смещаемого грунта, $dT_c(x)$ – элементарная сила сцепления на скользящей поверхности, dP(x)– элементарная боковая поддерживающая сила, α – угол обрушения грунта, H_W – уровень подземных (грунтовых) вод, ξ - коэффициент бокового давления, $m = \frac{R-r}{H}$ (обозначение).

Рис. 1. Схематическая модель для расчета провалообразования (тип-усеченный конус).

Рассматриваемая прогнозная задача нами решена для следующих практических случаев:

- Провалообразование отсуствует, но на определенной глубине в карбонатных породах имеется пустота с минимальным радиусом r, среда находится в равновесном состоянии.

- Ожидается возникновение провала при больших значениях радиуса r, т.е. случай когда условие равновесия среды нарушается $R_{пр}>r$, ($R_{пр}$ - предельный радиус при котором ожидается провал).

- **Случай, когда провал отсуствует.** Зная действующие силы G(H), P(H) и $T_c(H)$ можно составить уравнение равновесия среды:

$$G(H) - P(H)\cos(\alpha-\varphi) - T_c(H)\sin\alpha = 0 \qquad (1)$$

После постановки величин действующих сил и решения данного уравнения окончательно для условия равновесия получим:

$$\eta^2 - \eta(m+\xi) + \frac{m}{3}(m+2\xi) = \frac{C}{\gamma_{гр}H}(2\eta - m), \qquad (2)$$

где $\eta=R/H$.

- **Случай провалообразования.** Если вес грунта над карстовыми пустотами больше, чем поддерживающие их силы, тогда нарушается условие равновесия и грунт перемещается вниз, т.е. происходит провалообразование. Если осадка грунта в глубину обозначить h, то новое условие равновесия можно найти, используя величины G(H), P(H) и Tc(H) с учетом измененного веса грунта и его удерживающих сил. Для искомых уравнений получены:

$$G(H,h) = \overline{\gamma_{гр}}\frac{\pi}{3}\left[3R^2(H-h) - 3mR(H^2-h^2) + m^2(H^3-h^3)\right]; \qquad (3)$$

$$P(H,h) = \overline{\gamma_{гр}}\frac{\pi}{3}\xi\left[3R(H^2-h^2) - 2m(H^3-h^3)\right]\frac{1}{\sin\alpha}\ ; \qquad (4)$$

$$T_c(H,h) = \pi C\left[2R(H-h) - m(H^2-h^2)\right]\frac{1}{\sin\alpha}\ . \qquad (5)$$

С учетом уравнения равновесия окончательно для определения (оценки) параметров провалообразования получено:

$$\left[R^2 - mR(H+h) + \frac{m^2}{3}(H^2+hH+h^2)\right] = \xi\left[R(H+h) - \frac{2m}{3}(H^2+hH+h^2)\right] + \frac{C}{\gamma_{пр}}\left[2R - m(H+h)\right], \qquad (6)$$

$$где\ \ \gamma_{пр} = \sum_{i=1}^{n}\frac{\gamma_i h_i}{h_i},\ \ \gamma_{гр} \approx \gamma_{пр}$$

- **Случай дополнительной пригрузки на карстовую полость.**

Когда намечается строительство здания или оно уже построено, а в глубине имеется карстовая пустота, то естественно, что в этом случае важен вес здания. Для определения допустимого (предельного) значения веса здания $(G)_{зд}$, используется известная зависимость между напряжениями на основании фундамента здания и допускаемой величиной напряжения $(\sigma)_{з.ос}$ на грунт: $[\sigma]_{з.ос.} \le R_{гр}$ (расчетное сопротивление грунта).

Таким образом $(G)_{зд} = [\sigma]_{з.ос.}A_ф \le R_{гр}\times l_ф\times b_ф$ (7) ,

где $l_ф$ и $b_ф$ - соответственно периметр и ширина фундамента здания.

Преобразуя это выражение с учетом вышеприведенных уравнений окончательно получено:

$$2\left(\frac{\sigma_{гр}}{\gamma_{гр}}\right)b_{ф}R_{пр} + H\left[R^2 - mRH + \frac{m^2H^2}{3}\right] =$$

$$= \xi H^2\left[R - \frac{2}{3}mH\right] + 3\frac{C}{\gamma_{гр}}H(2R - mH), \qquad (8)$$

где $\gamma_{гр}$ - обьемный вес грунта, $\sigma_{гр}$- напряжение в основании здания, ξ - коэффициент бокового давления.

В заключении отметим, что для инженерных расчетов нами составлена специальная компютерная программа на основании которой расчитаны около 10-ти номограмм, которые позволяют для конкретных инженерно-геотехнических условий ускорить и облегчить выполняемые расчеты. На рисунке 2 приведен пример такой номограммы, которая позволяет определить (прогнозировать) такие основные параметры провалов, как возможные их диаметры (радиусы), глубины и оценить ожидаемые процессы развития провалообразований.

Вариант 1

$\varphi = 30^0$; $\gamma_{гр.} = 1.6$тс/м^3, C =0.2тс/м^2, H=15÷30м

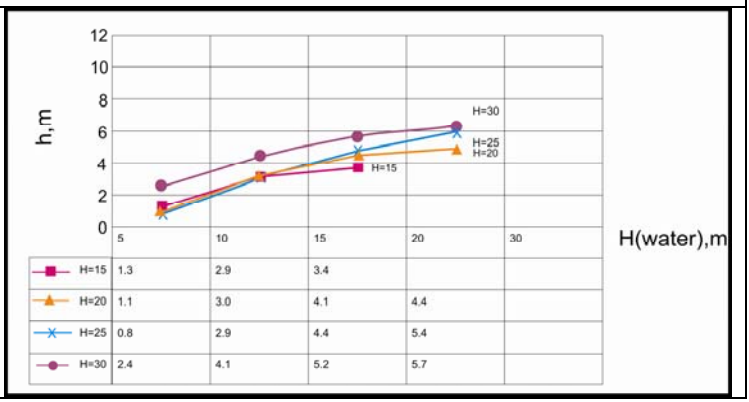


Рис. 2 Пример типичной номограммы для расчета параметров провалообразования

В главе 3 приводятся “Результаты экспериментальной проверки предложенного расчетного метода прогнозиро-вания карстово - суффозионных провало-образований”. Предложенний автором аналитический метод прогнозирования карстово-суффозионных провалообразований проверен в ходе комплексных полевых

исследований, выполненных в пределах водосборного бассейна реки Хабур (САР), где в результате антропогенного воздействия активизировались карстовые процессы, которые в переделах города Рас Аль Айн (с населением более 40.000 человек), сопровождались образованием провалов в среднем глубиной до 20-25м и диаметром до 10-15м (рис.3).

Рис. 3 Пример карстового провала в пределах города Рас Аль Айн, 2008

В исследованном районе в связи с значительными водоотборами и недопустимыми понижениями уровней вод, в разных горизонтах многоэтажного водоносного бассейна, возникли неравномерные градиенты напора, под влиянием которых возникла вертикальная фильтрация вод. В целом в результате **антропогенной деятельности** были нарушены гидрогеологические (гидродинамические) условия района, что явилась одной из основных причин активизации карстово-суффозионных процессов.

Ниже приводятся результаты проверки предложенного нами расчетного способа прогнозирования параметров для образовавшихся здесь карстовых провалов. Выполнено сравнение расчетных данных с фактическими параметрами провалообразований. Основными параметрами сравнительной задачи были: R-радиус карстового провала; h – просадка дневной поверхности; H–глубина карстовой полости. Проверка провалообразований выполнена: а) на участках известных(видимых) поверхностных провалов; б) путем сравнения с данными скважин, которые на разных глубинах вскрыли карстовые пустоты. При этом учтены следующие установленные прогнозные критерии: (1) Если расчетная величина глубины карстовой пустоты $H \leq 0$ - провал не ожидается.
(2) Если расчетная величина H равна примерно глубине провала, то фактически его дальнейшее развитие не ожидается. (3) Если расчетная величина H больше, чем глубина провала, то следует ожидать дальнейшее ее увеличение по сравнению с фактической

глубиной. Результаты проверки параметрож карстовых провалов в обобщенном виде приведены ниже в таблице 1.

Результаты проверки карстовых провалообразований, предложенным расчетным методом (участок исследования - г. Рас Аль Айн)

Таблица 1

NN	Место и номер провала	R,м	γ, тс/м^3	C, тс/м^2	φ^0	α^0	r,м	ζ	m	h,м	Hp, м	Прогноз
1	Сад Тишрин, N 1	5	1.8	0.2	60	75	3.0	0.07	0.27	8.0	8.6	(+)
2	Сад Тишрин, N 2	2.8	1.8	0.2	60	81	2.5	0.021	0.145	12.5	14	(+)
3	Сад Тишрин, N 3	4.75	1.8	0.2	60	67.5	3.0	0.17	0.414	2.0	3.0	(0)
4	Школа Дрбасие	4.5	1.8	0.2	55	77	2.75	0.053	0.23	12.0	12.5	(+)
5	Зимний ресторан	2.5	1.8	0.2	60	81	-	0.21	0.145	1.5	22	(-)
6	Улица Захлул N1	0.4	1.8	0.2	60	81	0.2	0.21	0.145	2.0	1.6	(+)
7	Улица Захлул N2	0.6	1.8	0.2	60	81	0.4	0.21	0.145	0.8	4.5	(-)
8	Провал N10	1.7	1.8	0.2	60	81	1.7	0.21	0.145	3.0	13.3	(-)
9	Провал N11	4.35	1.8	0.2	60	81	4.0	0.20	0.145	5.5	8.2	(-)
10	Провал N13	4.25	1.8	0.2	60	81	3.5	0.21	0.145	4.5	16.0	(-)
11	Провал N14	0.45	1.8	0.2	55	81	0.35	0.21	0.145	0.7	1.1	(0)

Примечание*Hp≤0 – провал не ожидается (0), Hp≈h – провалообразование завершено (+), Hp >h - провалообразование не завершено (-)

В целом сравнение расчетных и практических данных (в том числе и с данными специально пробуренных скважин) провалообразований показало, что в основном получены вполне удовлетворительные результаты и что предложенные расчетные формулы могут быть использованы на стадиях проектирования и эксплуатации зданий и сооружений в карстоопасных районах.

На основании обобщения результатов комплексных инженерно-геологических, геотехнических, гидрогеологических, инженерно-геофизических исследований и **по данным** прогнозных расчетов выполнено геоэкологическое районирование

исследованной территории г.Рас Аль Айн и составлена специальная карта карстоопасности (рис.4). На карте выделены следующие 3 региона.

Регион I - данная территория относится к менее карстоопасной и занимает в основном северную часть города и частично его северо-восточный участок.

Регион II - наиболее карстоопасная территория, которая занимает большую часть города: его северо-западные, центральные и южные районы.

Регион III - территория по карстоопасности относительно устойчива и занимает северо-восточную часть города.

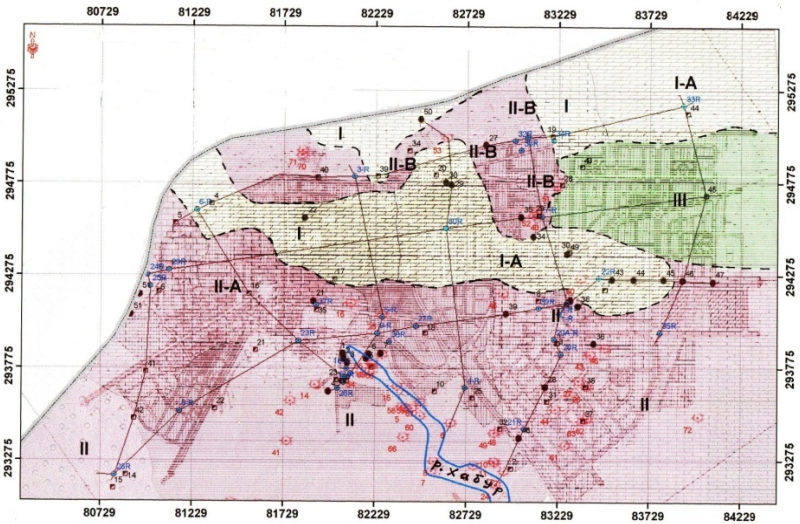


Рис. 4 Схематическая карта геоэкологического районирования территории г. Рас Аль Айн (САР) по степени карстоопасности

В заключении главы для исследованной территории города и прилегающих его частей приводятся рекомендации по противокарстовым мероприятиям.

В главе 4 рассмотрены вопросы "Геоэкологических последствий, связанных с недопустимыми отбо-рами подземных вод (на примере эксплуатации скважинных водозаборов в РА)". В настоящее время в Республике подземные воды широко используются в народном хозяйстве - для водоснабжения населенных пунктов, орошения земель, а также для промышленных и лечебных целей (минеральные воды). Опыт многих стран показывает, что значительные отборы подземных вод и недопустимые понижения их уровней могут привести к негативным влияниям на окружающую среду. Следует отметить, что до настоящего времени в Республике целенаправленных научно-исследовательских работ или каких-либо специальных работ по оценке возможных изменений геологической среды под воздействием эксплуатации подземных вод не проводились. В недостаточном количестве выполняются наблюдения за расходами водозаборных сооружений и за изменениями в них уровней подземных вод.

В работе рассмотрены последствия техногенных процессов на изменение основных компонентов окружающей среды, которые установлены на некоторых скважинных водозаборах в РА. Наиболее контрастно это влияние установлено на водозаборах Араратской равнины, где имеются результаты фактических наблюдений для эксплуатируемого месторождения Гай-Айкашен. Здесь сравнительный анализ состояния эксплуатации подземных вод для периода 1981-2005гг показывает следующее. Расход в ряде водозаборных скважин уменьшился в среднем на 31л/с, что привело к снижению пьезометрических уровней в среднем на 5.1м. Об изменениях (уменьшениях) уровней вод свидетельствуют также гидрогеологические данные территории истоков реки Мецамор - озеро Акна. Неблагоприятные геоэкологические изменения установлены также на участках сел Гай, Айкашен, Овташат, Сипаник, Сис и др. Следует особо отметить, что на гидродинамические параметры эксплуатируемого водоносного горизонта значительное негативное влияние оказывают, в первую очередь, существующие здесь рыбные хозяйства. Каждое из них использует в секунду в среднем 80-100л пресной воды. Следовательно, если учесть их значительное число, то станет ясным , что в ближайшем будущем ожидается экологически опасные последствия – возможен полный потерь положительного гидростатического напора продуктивного водоносного горизонта с его негативными влияниями на природную среду. Ожидается также, что в водном балансе Араратской межгорной впадины - его расходное составляющее станет больше приходного, а это уже путь к истощению самого месторождения. Негативные экологические изменения установлены также на территории Акунк-Катнахпюрского скважинного водозабора. Следует отметить также о негативных изменениях в **ландшафтных условиях** территории, связанные с отбором подземных вод. На отдельных участках Армавирского, Эчмиадзинского, Арташатского районов отбор подземных вод привел к снижению уровня первого от поверхности водоносного горизонта, что соответственно привело к иссушению почвенного покрова, а следовательно, к угнетению или даже к гибели растительности и переосушению прилегающих сельскохозяйственных угодий. Следовательно, в перспективе необходимо учитывать возможные природоохранные изменения, что предъявляет новые требования к оценке эксплуатационных запасов подземных вод. Одним из таких вопросов, наиболее ответственным и наименее разработанным с точки зрения учета экологического и экономического риска, является **оценка влияния эксплуатации подземных вод на окружающую среду.** В связи с этим ряд специалистов требуют уточнения и самого понятия “эксплуатационные запасы подземных вод”, и считают, что в формулировке, в обьязательном порядке, должно найти отражение природоохранные ограничения. Известно, что большинство скважинных водозаборных месторождений РА эксплуатируются в среднем более 30-35 лет. Следовательно, естественно-антропогенные факторы не могли не отразится на их гидрогеолого- экологические условия. При этом следует также иметь ввиду, что при ранее выполненных подсчетах запасов (ресурсов) месторождений подземных вод Республики использован, в частности, воднобалансовый метод. В то же время комплексный характер антропогенного воздействия водохозяйственных систем на гидросферу требует ввести новую задачу – сопоставление наличия водных ресурсов и потребности в них ***в пределах ограниченных территорий***. Инструментом решения такого рода задачи – это **уравнение водохозяйственного баланса(в.х.б)**. Вводимые в в.х.б. величины, ограничивающие расходы, имеют большое значение, так как именно с их помощью может быть выполнено условие сохранения экологического равновесия территории с учтом комплексного характера водопользования. Выражение ограничивающих расходы задается следующим образом (Невечерия И.К., Зеленцов Л.И. и др.) :

$$Q_{заб} \le Q_{огр} \le Q_{пр} \quad ,$$

где $Q_{заб}$ - количество воды, которое необходимо забрать из природного стока для различных нужд (зависит от числа водохозяйственных мероприятий и потребителей воды); $Q_{огр}$ - количество воды, которое необходимо оставить, исходя из различных соображений, в особенности, санитарного и экологического характера; $Q_{пр}$- количество воды, реально существующее в пределах балансового участка. Следует особо отметить, что при подсчете эксплуатационных запасов (ресурсов) подземных вод отдельных месторождений Республики сделано следующее допущение- для расчетного водосборного бассейна принято пространственное совпадение (унаследованность) современных и древних (погребенных) водоразделов. В то же время, как показывают результаты наших исследований, это допущение не всегда правомерно. Известно, что подсчет эксплуатационных запасов многих месторождений подземных вод РА выполнен сочетанием балансового и гидравлического методов. Основным достоинством использованного гидравлического метода является то, что при оценке эксплуатационных запасов не требуется определения расчетных гидрогеологических параметров водоносного горизонта. Это достоинство гидравлического метода, по видимому, предопределило их широкое использование в Республике, особенно в сложных гидрогеологических условиях, когда возникают большие трудности при определении параметров водоносных горизонтов и составлении расчетной фильтрационной схемы. В то же время гидравлический метод имеет и **существенные недостатки**. Основным из них является то, что этим методом нельзя оценить **обеспеченность** восполнения эксплуатационных запасов подземных вод, так как используемые эмпирические экстраполяционные зависимости не включают элементов баланса подземного стока. В свою очередь, это обуславливает **невозможность** их применения для прогнозирования понижений уровней вод в скважинах в процессе эксплуатации водозабора.

Нами для переоценочных гидрогеологических расчетах скважинных водозаборов рекомендуется использовать гидродинамический метод в сочетании с математическим моделированием. Теоретические основы гидродинамического метода оценки эксплуатационных запасов подземных вод рассмотрены в работах Ф. М. Бочевера, Н. Н. Биндемана, Н. И. Плотникова, Шестаков В.М., Язвина Л.С. и др. Метод основан на достаточно строгих математических решениях, вытекающих из теории движения подземных вод в пористых и трещиноватых породах. Достоинством описываемого метода состоит в том, что дифференциальные уравнения гидродинамики, лежащие в основе метода учитывает баланс потока подземных вод, т. е. сработку и возобновляемость запасов при эксплуатации. Следовательно, результаты оценки запасов с помощью гидродинамического метода не требуют определения источников их восполнения.

В целом основными доводами для обоснования переоценки эксплуатационных запасов скважинных водозаборов Республики мы считаем следующие: 1. Необходимость выполнения ориентировочных расчетов, определяющих возможное развитие депрессионных воронок в пределах эксплуатируемых месторождений, что может привести к изменению их производительности. 2.Необходимо учесть, что при длительной эксплуатации продуктивного водоносного горизонта существенное влияние на формирование эксплуатационного дебита водозаборов оказывает изменение во времени граничных условий территорий, что часто приводит к занижению их эксплуатационных возможностей. 3.На участках действующих водозаборов, часто расчетное понижение уровня подземных вод в скважинах оказывается намного больше фактически установленного. Пересчет позволит увеличить общую производительность действующих водозаборов без выполнения дополнительных разведочных работ. 4. При переоценочных

расчетах в обязательном порядке необходимо учесть корреляционную связь между современным и древним водосборными бассейнами. 5.Необходимо на крупных водозаборных объектах организацию мониторинговых наблюдений для изучения режима подземных вод с целью принятия оперативных мер по предотвращению негативных природно-техногенных воздействий на природную среду.

В работе рассмотрен пример переоценки запасов (ресурсов) подземных вод Карбинского месторождения на основании использования рекомендованного гидродинамического метода в сочетании с математическим моделированием. Детальные поисково-разведочные гидрогеологические работы, выполненные бывшей организацией "Армгипрозем" на Карбинском участке (Аштаракский район) показали возможность использования существующих здесь подземных вод в целях водоснабжения. На основании применения ***гидравлического метода*** были подсчитаны и представлены на утверждение ТКЗ "Армгеологии" следующие обьемы пресных подземных вод: по категории В – 364л/с и C_I -230л/с (последнее количество без права на проектирование). Однако результаты последующих исследовательских работ, выполненных в Институте водных проблем и гидротехники и частично в Ереванском государственном университете показали, что имеется возможность увеличить обьем представленного на утвержденние подземных вод. В связи с этим были решены следующие основные задачи:

- Методом водного баланса определена величина общего питания естествнных ресурсов подземных вод, поступающих в Карбинский участок.
- Методом математического моделирования выполнена переоценка запасов подземных вод и показана возможность дополнительного их отбора. Обоснована и составлена рациональная схема размещения новых водозаборных скважин.
- Оценено возможное влияние отбора подземных вод на дебит разгружающихся здесь родников, и в целом на природную среду.

Сопоставление модельных понижений напорных вод с природными показало их хорошую сходимость. Пример карты, составленной на основании решения прямой задачи с отбором подземных вод 1030л/с и возможные при этом понижений их уровней, приведен на рис. 5. В целом получены следующие основные результаты:

- Установлена величина допустимого понижения уровня напорных вод.
- Математическое моделирование выполнено для трех вариантов водоотбора подземных вод - 364(утвержденные запасы), 970 и 1030л/с.
- По результатам переоценки эксплуатационных запасов подземных вод установлена, что возможный общий отбор составляет около 1000л/с.Следовательно, дополнительный (свыше утвержденного) отбор подземных вод составляет примерно 660л/с.

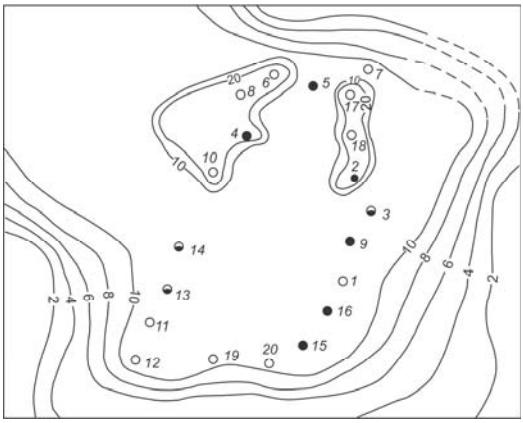


Рис.5 Карта понижений напорных вод Карбинского месторождения (решение прямой задачи с отбором подземных вод 1030л/с)

●14-фактические эксплуатационные скважины; ○ 11- проектные эксплуатационные скважины; ~ 8 ~ изолинии понижений уровней подземных вод, метр.

Таким образом результаты рассмотренного примера опыт других стран показывает высокую эффективность применения гидродинамического метода в сочетании с математическим моделированием для переоценки эксплуатационных запасов и установления возможностей дополнительного отбора подземных вод из действующих скважинных водозаборов. При этом, как уже отмечалось, необходим учет экологического аспекта проблемы.

В главе 5 рассмотрены вопросы "Усовершенствования методологии по определению прочностных свойств грунтов в естественных условиях в связи с расчетами устойчивости природной среды". Известно, что искусственные откосы каналов, дамб, карьеров, дорог, а также естественные склоны гор и карстоопасносные участки всегда находятся в напряженно-дефформированном состоянии (НДС) под воздействием собственного веса и таких сил, как гидродинамические, фильтрационные, вибрации, сейсмические и др. Опасные экзогенные явления и процессы возникают, как под действием **природных, так и антропогенных факторов** и они активны в особенности в горноскладчатых областях, к числу которых относится и территория Армении. При исследовании устойчивости **нарушенной природной среды** одним из основных вопросов является определение прочностных свойств грунтов **в естественных условиях их залегания**.Знание прочностных параметров грунтов нужны при расчетах устойчивости, как естественных склонов (оползни), так и искусственных откосов (плотины, дамбы), а также для прогнозирования возможных карстопроявлений (провалообразований). Необходимо отметить, что сопротивление сдвигу различно не только у разных пород, но у одной и той же породы при изменении ее физического состояния. Например, в горных районах Армении хорошо известны факты нарушения устойчивости среды на склонах и образование оползней в периоды интенсивного их увлажнения атмосферными, поверхностными и подземными водами. При определении прочностных показателей грунтов наибольший интерес представляют **полевые методы измерения**, так как полученные при этом величины характеризуют грунт наиболее близким к его естественным условиям. Из известных полевых методов нами использован метод выпирания призм, который предложен Екатеринбургским (бывшым Свердловским) НИИ по строительству. Экспериментальные работы этим методом нами были выполнены

в связи с определением прочностных параметров гравийно-галечных грунтов, намечаемых для сооружения призм проектируемой плотины Аль Хуссейн (САР). Однако практическое использование данного метода потребовало решить ряд вопросов, связанных с усовершенствованием методики полевых испытаний и выбором измерительного комплекса полевой аппаратуры. По результатам предворительно выполненных модельных работ было установлено, что смесь из галечно-гравийного грунта для намечаемых строительных целей **должна иметь оптимальное значение плотности скелета p_{dmax} =2,30г/см^3 при содержании заполнителя m < 5мм - 18 - 20%.**Учитывая то обстоятельство, что в нормативных рекомендациях по данному методу нет указаний для какого-типа грунта какие должны быть размеры целика и какие величины прикладываемых нагрузок, то нами, были проведены специальные аналитические расчеты по обоснованию выбора этих показателей. Для решения задачи намечаемый срез грунта рассмотрен в виде расчетной схемы, приведенной на рис. 6. Решение задачи показало, что на испытуемую призму действуют следующие силы: внешняя нагрузка P, вес призмы G, сила трения T_n (которая действует на месте опирания металлической плиты) и нормальная сила Qn. Для определения зависимостей между действующими силами нами составлены следующие уравнении равновесия статики:

$$\sum F_y = -G + N\cos\alpha_c - T\sin\alpha_c + Q_n = 0 \qquad (9)$$

$$\sum F_x = P - N\sin\alpha_c - T\cos\alpha_c - T_n = 0 \qquad (10)$$

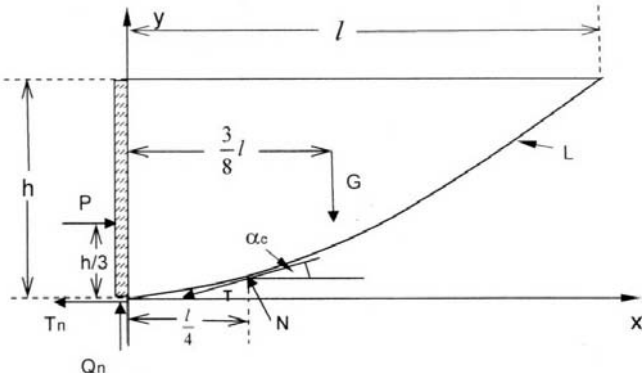


Рис 6. Расчетная схема сдвигового опыта для определения прочностных параметров грунтов в естественных условиях.

В приведенных уравнениях $T = f_0 N + CA_{cp}$ и $T_n = fQ_n$, где f_0 =tgφ_0 и φ_0 соответственно коэффицент и угол внутреннего трения грунта; C -удельное сцепление грунта; A_{cp} =$b_e \times L_c$ - площадь среза (b_e- ширина, L_c- длина поверхности среза). На основании совместного решения уравнений (9) и (10) установлено:

$$P = \frac{G\sin\left(a_c + \varphi_0\right) + CA_{cp}\cos\varphi_0 + Q_n \sin\left(a_c + \varphi_0 - \varphi\right)/\cos\varphi}{\cos\left(a_c + \varphi_0\right)} \qquad (11)$$

Полученное уравнение позволило, до проведения полевых опытов, рассчитать следующие необходимые параметры: высота целика h=50см; длина a=130-140см; ширина b=100-110см; мощность используемого домкрата - 10-12т. Для выполнения экспериментальных сдвиговых опытов нами был укомплектован специальный измерительный блок, который схематически приведен на рис. 7.

Результаты обработки экспериментальных данных приведены на рисунках 8 и 9. В целом по данным полевых испытаний определены следующие прочностные показатели гравийно-галечных грунтов: сцепление (С) и угол внутреннего трения (tgφ):

$$C = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{bL} \qquad tg\varphi = \frac{\frac{P_{\max}}{G}\sum_1^n g_i.\cos\alpha_i - \sum_1^n g_i.\sin\alpha_i - \left(P_{\max} - P_{\min}\right)}{\frac{P_{\max}}{G}\sum_1^n g_i \sin + \sum_1^n g_i.\cos\alpha_i} \qquad (12)$$

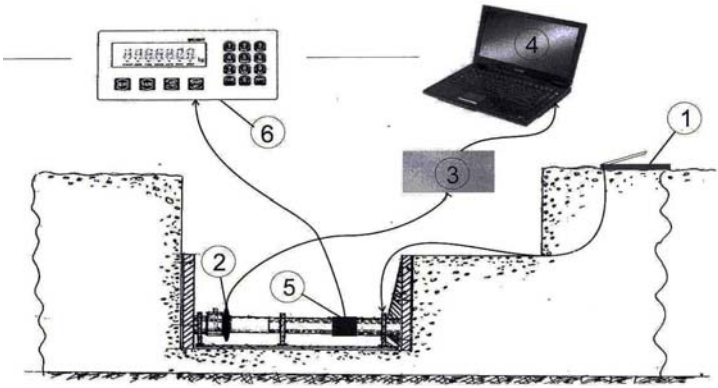
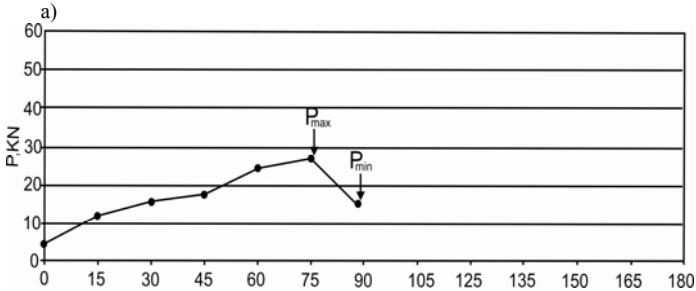


Рис.7 Схема измерительной аппаратуры для выполнения сдвиговых экспериментов:

1- гидравлический домкрат (OMCN-Titanik); 2 - электрическое нагрузочное устройство(Electric Anchor Load Cells); 3 - устройство Datalogger CR500, переводящее механические напряжения в цифровой код; 4 - компютер Notebook-Multilogger- для сбора и обработки данных эксперимента; 5 - устройство, передающее механические нагрузки; 6- прибор, показывающий величину механической нагрузки (Digital Indicator).

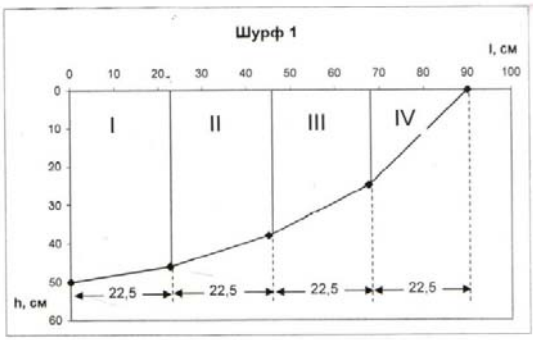
а)



б)

t, мин.	0	15	30	45	60	75	88
КГ	500	1000	1500	2000	2500	2750	1600

Рис. 8 Обобщенные результаты сдвигового испытания целика в шурфе 1:
а) график результатов непреривных измерений процесса механических нагружений во времени (установка Electric Anchor Load Cells -компютер Notebook)
б)величины механических нагружений по отдельным ступеням согласно прибору Digital Indicator SI 3000



P_{max} KN	P_{min} KN	g кг	l см	sinα	cosα	gsinα	gcosα
27,0	15,50	248,4	22,9	0,175	0,983	43,5	244,2
		217,4	23,9	0,335	0,941	72,8	204,6
		163,0	26,0	0,500	0,865	81,5	141,0
		64,7	33,6	0,744	0,700	48,1	45,3
Сумма		693,5	105,4	-	-	245,9	635,1
Фактический вес сдвинутого грунта 683 кг							
$\varphi=34^0 10'$ C= 0,0108 МПа							

Рис.9 Расчетная схема прочностных параметров (φ,C) и сводная таблица результатов испытаний гравийно-галечных грунтов (баласта) в шурфе 1

Краткие результаты определения прочностных свойств гравийно-галечных грунтов по данным полевых опытов в 9 шурфах обобщены в таблице 2.

Таблица 2

Сводная таблица результатов полевых сдвиговых экспериментов

N шурфа	ρ_s, г/см^3	ρ, г/см^3	$W_{<5}$, %	ρ_d, г/см^3	W, %	ε	ρ^d_{min}, г/см^3	Сопротивление сдвигу	
								tgφ	C, МПа
1	2.78	2.40	8.6	2.33	3.0	0.193	1.74	0.683	0.0108
2	2.78	2.33	10.3	2.25	3.6	0.236	1.95	0.696	0.0800
3	2.77	2.36	11.9	2.30	2.6	0.204	1.76	0.869	0.0095
4	2.78	2.36	8.2	2.30	2.6	0.209	1.83	0.795	0.0175
5	2.78	2.31	7.3	2.25	2.7	0.236	1.85	0.805	0.0169
6	2.78	2.30	10.0	2.23	3.1	0.247	1.74	0.869	0.0111
7	2.78	2.34	11.7	2.25	4.0	0.236	1.83	0.864	0.0223
8	2.77	2.31	11.8	2.25	2.7	0.231	1.77	0.763	0.0202
9	2.78	2.33	9.3	2.26	3.1	0.230	1.73	0.815	0.0140

С учетом вновь полученных данных нами для баласта призм плотины Аль Хуссейн определены нормативные и расчетные показатели сопротивления сдвигу (см. таблицу 3).

Таблица 3

Нормативные и расчетные показатели сопротивления сдвигу галечно-гравийных грунтов

$tg\varphi^н$ / $\varphi^н$	$tg\varphi^р$ / $\varphi^р$	$C^н$,МПа	$C^р$,МПа
0.755 / $38^0 30'$	0.751 / $36^0 54'$	0.0145	0.0114

Данные прочностных показателей галечно-гравийных грунтов, как наиболее близких (точных) к естественным условиям их залегания переданы в проектную организацию и использованы в расчетах устойчивости откосов проектируемой плотины Аль Хуссейн (САР).

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Выполненные научно-исследовательские работы по изучению **влияния водного фактора** на отдельные опасные геологические процессы и явления, оценка их геоэкологических последствий привели к следующим основным выводам и рекомендациям:

- В карстовых районах многолетний сосредоточенный отбор подземных вод часто приводит к недопустимым понижениям их уровней, что является причиной активизации карстовых процессов, сопровождающихся опасными провалообразованиями и просадками. Это требует внести соответствующую корректировку в строительных планах инфраструктур городов и населенных пунктов.
- Для прогнозирования карстопроявлений, определения параметров возможных провалообразований (радиус, глубину, прогноз их развития) нами аналитически получены соответствующие расчетные формулы. В целях ускорения и облегчения проектно-строительных расчетов, для разных типов геологических (геотехнических) разрезов, составлены специальные номограммы.
- Практическая проверка предложенного аналитического метода прогноза и определения пределов его применения выполнено сравнение расчетных параметров с данными фактических провалов, которые произошли в пределах г. Рас Аль Айн (бассейн р. Хабур, САР). Получены приемлемые результаты, позволяющие рекомендовать расчетные формулы в инженерно-строительных целях.
- На участках отдельных скважинных водозаборов РА подтверждено наличие негативных гидрогеолого-экологических последствий на природную среду, связанных с многолетними отборами подземных вод и недопустимыми понижениями их уровней.
- На основании анализа данных исследований сделан вывод о необходимости переоценки эксплуатационных запасов (ресурсов) подземных вод отдельных скважинных водозаборов РА, что диктуется, исходя из следующих обстоятельств:

  - Время эксплуатации многих месторождений скважинных водозаборов, предусмотренных нормативными требованиями, истекли: срок их эксплуатации превышает установленные 25-27 лет; имеется технический износ используемого оборудования, наблюдаются случаи изменения качества отбираемой воды и т.д:

  - Для повышения точности расчетов эксплуатационных запасов (ресурсов) месторождений подземных вод предлогается вместо использованного гидравлического метода применить гидродинамический метод в сочетании с математическим моделированием. При этом в обязательном порядке необходимо учесть взаимосвязь поверхностных (современных) и погребенных (древних) водоразделов. Предложенный комплекс расчетных методов (гидродинамического и математического моделирования) позволит: установить взаимное влияние водозаборных скважин, плановое распространение их депрессионных воронок, определить величины допустимых понижений уровней подземных вод и возможностей дополнительного их отбора. В новых расчетах в обьязательном порядке необходим учет экологического аспекта проблемы.

- Для расчета устойчивости природной (геологической) среды нарушеной, в частности, влиянием экзогенных процессов, усовершенствована методология по определению прочностных показателей грунтов в естественных условиях (метод выпирания призм) - выполнены специальные аналитические расчеты и предложен специальный комплекс аппаратуры для полевых опытов.

По данным проведенных исследовательских работ полученны следующие **практические результаты**:

- Для территории г. Рас Аль Айн (САР) по данным результатов комплексных полевых исследований и аналитических прогнозных оценок о возможных провалообразованиях, выполнено геоэкологическое районирование города и составлена соответстующая карта по степени карстоопасности. Выделены следующие три региона: I - территория, которая считается менее карстоопасной; II- территория, которая является наиболее карстоопасной; III- территория, которая устойчива в отношении карстоопасности. Рекомендованы соответствующие инженерные мероприятия по уменьшению влияния негативных экологических последствий.
- В случае необходимости, полученные расчетные формулы прогнозирования карстовых провалообразований могут быть использованы для карстовых районов в РА.
- Результаты переоценки эксплуатационных запасов (ресурсов) подземных вод Карбинского месторождения (массив горы Арагац), на основании применения рекомендованного комплекса расчетных методов - гидродинамического в сочетании с математическим моделированием, показали возможность дополнительного отбора подземных вод для целей водоснабжения. Рекомендуется данное сочетание методов использовать для переоценки эксплуатационных запасов подземных вод других скважинных водозаборов РА.
- Результаты определения прочностных параметров грунтов в естественных условиях использованы в расчетах устойчивости откосов проектируемой плотины Аль Хуссейн (САР).
- Рекомендуется усовершенствованная нами экспериментальная методология по определению прочностных свойств грунтов в естейственном залегании использовать при расчетах устойчивости искусстсвенных откосов плотин и естественных склонов оползней на территории РА.

ԽՈՇՈՐ ՋՐԱՌՆԵՐԻ ՀԵՏԵՎԱՆՔՈՎ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԵՐԿՐԱԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԿԱՆԽԱՏԵՍՈՒՄ

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ներկայումս “մարդ-բնություն” փոխհարաբերությունը բերել է էկոսֆերայի զգալի փոփոխությունների և մարդու տեխնածին գործունեությունը համարվում է երկրաէկոլոգիական գործոն: Հատկապես էկոսֆերայի սահմաններում են հանդիպում բազմաթիվ երկրաէկոլոգիական երևույթների բացասական հետևանքները, պայմանավորված մասնավորապես կարստային պրոցեսներով, երկրի մակերևույթի նստումներով, փլուզումներով և սողանքային երևույթներով, ոչ թույլատրելի քանակի ջրառների արդյունքում ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի շահագործական պաշարների հնարավոր սպառումով:

Իրականացված ուսումնասիրությունների նպատակն է եղել վտանգավոր երկրաբանական (այդ թվում էկզոգեն) պրոցեսների և երևույթների վրա **ջրային գործոնի ազդեցության** ուսումնասիրությունը, ստեղծված երկրաէկոլոգիական վիճակի գնահատումը, կանխատեսումը և դրանց ազդեցության նվազեցման նպատակով համապատասխան ինժեներական միջոցառումների մշակումը:

Իրականացված գիտահետազոտական աշխատանքները բերել են հետևյալ եզրահանգումների և առաջարկությունների.

- Կարստային շրջաններում ստորերկրյա ջրերի երկարաժամկետ կենտրոնացված ջրառները, նրանց մակարդակի ոչ թույլատրելի իջեցումները բերել են կարստային պրոցեսների ակտիվացմանը, որն ուղեկցվել է երկրի մակերևույթի վտանգավոր փլուզումներով, նստումներով ու պահանջում է համապատասխան ճշգրտումներ քաղաքների և այլ բնակավայրերի շինարարական նախագծերում:

- Ուսումնասիրված տարածքի կարստաձևավորումների զարգացման կանխատեսումների և սպասվող փլզումների հիմնական ցուցանիշների որոշման (գնահատման) նպատակով անալիտիկ եղանակով ստացված են համապատասխան հաշվարկային բանաձևեր: Կատարված է առաջարկված անալիտիկ մեթոդի գործնական ստուգում և որոշված են մեթոդի կիրառման սահմանները: Հաշվարկային պարամետրերը համեմատված են փաստացի փլզումների տվյալների հետ, որոնք տեղի են ունեցել Ռաս Ալ Այն քաղաքի (Խաբուր գետի ջրավազան, ՍԱՀ) տարածքում: Ստացված են ընդունելի համեմատական արդյունքներ:

- Համալիր ուսումնասիրությունների տվյալների հիման վրա իրականացված է Ռաս Ալ Այն քաղաքի տարածքի երկրաէկոլոգիական շրջանացում և կազմված է կարստավտանգավորության քարտեզ: Առաջարկված են համապատասխան ինժեներական միջոցառումներ, որոնք կթուլացնեն տարածքի վրա նեգատիվ էկոլոգիական ազդեցությունները:

- Հանրապետությունում շահագործվող հորատանցքային ջրառների տարածքների ջրաերկրաբանական և էկոլոգիական ուսումնասիրությունների տվյալների վերլուծությունը ապացուցում է դրանց շահագործական պաշարների (ռեսուրսների) վերագնահատման անհրաժեշտությունը:

- Շահագործական պաշարների (ռեսուրսների) մեծությունների ճշգրտման նպատակով առաջարկվում է նախկինում կիրառված հիդրավլիկ հաշվարկային եղանակի փոխարեն օգտագործել հիդրոդինամիկ մեթոդը մաթեմատիկական մոդելավորման հետ համատեղ: Վերագնահատումների ժամանակ հարկավոր է հաշվի առնել ջրհավաք ավազանների ժամանակակից և թաղված (ջրամերժ) ռելիեֆների փոխհարաբերությունը:

- Հարկավոր է որոշել ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառների հնարավորությունը և դրանց մակարդակի թույլատրելի իջեցումները: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել խնդրի էկոլոգիական ասպեկտը:

- Կարբի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի (Արագածի լեռնազանգված) շահագործական պաշարների (ռեսուրսների) վերագնահատման օրինակով ցույց է տրված լրացուցիչ ջրառի հնարավորություն՝ ջրամատակարարման նպատակով: Առաջարկվում է կիրառված հիդրոդինամիկ և մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդների համալիրը օգտագործել ՀՀ տարածքի հորատանցքային ջրառների հանքավայրերի շահագործական պաշարների վերագնահատման նպատակով:

- Շրջակա (երկրաբանական) միջավայրի կայունության (խախտված մասնավորապես էկզոգեն պրոցեսների հետևանքով) հաշվարկների ճշգրտման նպատակով բարելավված է բնական պայմաններում գրունտների կայունության պարամետրերի որոշման (պրիզմաների սեղմման մեթոդ) մեթոդաբանությունը:

- Բնական պայմաններում ստացված գրունտների ամրության պարամետրերի տվյալները օգտագործված են նախագծվող Ալ Հուսեին (ՍԱՀ) ջրամբարի պատվարի կայունության հաշվարկներում: Առաջարկվում է բարելավված մեթոդաբանությունը կիրառել նմանատիպ աշխատանքներում, այդ թվում՝ ՀՀ -ում պատվարների արհեստական շեփերի և սողանքավտանգ բնական լանջերի կայունության որոշման համար:

STUDY AND FORECAST OF THE CHANGES OF GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF THE ENVIRONMENT DUE TO THE HIGH-CAPACITY WATER INTAKES

ABSTRACT

Presently we can assume that the relationship "human being-nature" has led to a significant changes in the ecosphere and that the active technogenic human activities are significant geo-ecological factors. It is the ecosphere where can be developing many negative geo-ecological processes, which are in particular are the result of the karst processes, subsidence of rocks and collapse of the earth's surface, landslide and mudflow phenomena, unacceptable high-capacity groundwater intake that brings to a depletion of an aquifer.

The purpose of these studies is the geo-ecological assessment of the impact of water factor on dangerous geological, including exogenous processes and phenomena, to forecast those consequences on the environment and develop the appropriate recommendations for their reduction.

Completed research engineering works have led to the following conclusions and recommendations:

- Long-term groundwater withdrawal in karst areas, unacceptable drawdown of water level are often lead to activation of karst processes that is accompanied by a collapse of the earth's surface and subsidence, which require appropriate adjustments in construction projects of cities and inhabitant areas.
- To predict the development of karst occurrence and to identify the parameters of possible land collapses (radius, depth, and the forecast of their development), we have developed the corresponding analytical formulas. For practical verification of the proposed analytical method for prediction and determination of the limits of its application a comparison was made between calculated parameters and the data of actual collapses that have occurred in the vicinity of Ras Al Ain (the basin of the Habur River, SAR). The acceptable results have been obtained, that allow us to recommend formulas for practical use.
- For the territory of Ras Al Ain City (SAR) the geoecological zoning of the city has been conducted and corresponding map has been compiled on the degree of karst risk. Appropriate engineering measures have been recommended to reduce the impact of negative environmental consequences.
- Presence of negative hydrogeological and environmental consequences on the natural environment was confirmed that associated with long-term groundwater extractions and unacceptable drawdown of water table at individual borehole intakes in the RA.On the basis of long-term investigations we have concluded that it is necessary to re-evaluate operational reserves (resources) of individual groundwater deposits (where water is extracted by wells) in the RA, which is based on the following circumstances:
- To increase the accuracy of calculations of operating reserves (resources) of groundwater deposits we offer to apply hydrodynamic method in combination with mathematical modeling instead of the previously used hydraulic method. In this case, it is compulsory to take into account the nature of the relationship of the surface (modern) and buried (ancient) watersheds. In the new calculations, it is obligatory to take into account the environmental aspect of the problem.

- The re-assessment results of operating reserves (resources) of Karbi groundwater deposit (massif Aragats) obtained on the basis of our recommended set of hydrodynamic calculation methods combined with mathematical modeling has showed the perspectives of additional groundwater withdrawal for water supply purposes. It is recommended to use this combination of methods for re-assessment of operational groundwater resources for other groundwater deposits (operating by boreholes) in the RA.
- To calculate the stability of the disturbed geological environment under the influence of exogenous processes, the methodology of determination of the strength characteristics of soils in field conditions has been improved (prisms bulging method). For this purpose special analytical calculations were carried out and a special set of instruments for field experiments was proposed.
- Soils strength parameters obtained in the field were used in calculation of slope stability of the projected dam of Al Hussein (SAR). We recommend to use this advanced methodology in determining the stability of dam's artificial slopes and natural slopes of landslides in the Republic of Armenia.

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են հետևյալ աշխատանքներում

1. **Minasyan R., Vardanyan V., and Minasyan S**. Investigation of filtering from bedrock base water reservoirs. XXIX IAHR Congress, Development, Planning and Management of Surface and Ground Water Resourses, Beijing, China, September, 2001, p. 253-258.

2. **Վարդանյան Վ.Պ., Մինասյան Ս.Ռ.** Հրաբխային լեռնազանգվածների պալեոռելիեֆի կառուցվածքի յուրահատկությունների մասին (Արազածի զանգվածի օրինակով).- ԵՊՀ, Գիտական տեղեկագիր, բնական գիտություններ, 2, 2006, էջ 131-135.

3. **Варданян В.П., Минасян С.Р**. Комплексные исследования древней гидрографической сети водосборных бассейнов (на примере бассейна р. Касах).- ЕГУ, Ученые записки, естественные науки, 2, 2007, с.124-127.

4. **Варданян В.П., Минасян С.Р.** Исследование несоответствий современного и погребенного рельефов и уточнение границ водосборного бассейна р. Каркачун.- ЕГУ, Ученые записки, естественные науки, 3, 2007, с. 127-130.

5. **Минасян С.Р., Варданян В.П.** Необходимость выполнения комплексных исследований в связи с безопасной эксплуатацией гидротехнических сооружений в горно-складчатых районах.- Материалы конференции, посвященной 90-летию проф. Бальяна С.П.- Ереван, Изд.-во ЕГУ, апрель, 2007,- с. 352-355.

6. **Minasyan R., Zeizafun S., Minasyan S.,** The Rational Technology On Resarch of an Actual Condition of Earth Dams Related To Their Safe Operation, 5th International Conference, Dam Engineering, February, 2007, Lisabon, Portugal, p.115-121

7. **Минасян Р.С., Мурадян Г.С., Минасян С.Р.** Сравнительный анализ инженерно- геологических условий участка Агарак-Мегри в связи с проектно-строительными работами (по результатам геофизических исследований).- Санкт-Петербург, Вестник Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), том 16, 5, вып. 2, Санкт-Петербург, 2011.- с. 14-21.

8. **Варданян В.П., Минасян С.Р., Варданян В.В.** Установление связей между гидрогеофизическими и водно-физическими параметрами среды в связи с решением геоэкологических задач.- ЕГУ, Ученые записки, естественные науки, 1, 2012, с. 20-25.

9. **Մինասյան Ս.Ռ.** Երկրաբնապահպանական պայմանների փոփոխությունները ստորերկրյա ջրերի խոշոր ջրառների հետևանքով։-ԵՊՀ, գիտական տեղեկագիր, Երկրաբանություն և աշխարհագրություն, 2, 2012.- էջ 24-29.

10. **Минасян С.Р.** Прогнозирование карстовых явлений, обусловленных природно-техногенными воздействиями.-М.:Безопасность труда в промышленности, НТЦ, “Промышленная безопасность”, Москва, 2012, N10,- с. 56-58.