



Рис.3. Цифровые модели откоса: а) сентябрь 2010г., б) май 2011 г [2]

Для фиксации изменений модели были совмещены и разделены сечениями через 1 метр.

Отсюда авторами был сделан вывод, что наиболее достоверное значение скорости денудации на данном участке можно получить исходя из расчета объема отступления стенки обнажения. Учитывая, что разница во времени съемки откосов составила девять месяцев, средняя скорость денудации для пород данного генезиса на ширине откоса в 27 м и высоте, меняющейся в пределах 39 – 58 м, составила равной 32 м 3 в месяц [2].

В результате описания геологической обстановки участка Дельбичинда-Дабан БАМа было предложено также использовать метод фотограмметрии для оценки денудационных процессов.

#### Литература

1. Корнилов Ю.Н. Фотограмметрия. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 10–12.
2. Язвенко П.А. Опасные экзогенные геологические процессы северного Сихотэ-Алиня и прогноз их интенсивности при транспортном освоении территории (на примере жд линии Комсомольск - Советская Гавань) автореферат. Диссертация кандидата геолого-минералогических наук. – Хабаровск, 2015. – С. 102 – 111.

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ

**В.В. Дребот, Е.А. Ворожейкина**

Научный руководитель профессор В.К. Попов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Дефицит пресных вод знаком человечеству с древнейших времен. По мере урбанизации территории увеличивались и масштабы водопотребления. В наши дни водный кризис приобретает глобальные масштабы. По данным ООН, уже сейчас более 1,2 млрд людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно (в сухой сезон и т. п.). По прогнозам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), к середине третьего десятилетия XXI в. численность живущих при перманентной нехватке воды превысит 4 млрд человек[4].

Изучая проблему с выделением структуры, нами был выбран Крым, где данная ситуация наиболее типична. В Российской Федерации дефицит пресных вод является наиболее актуальной проблемой для жителей Крымского полуострова после воссоединения с Россией 18 марта 2014 года. Она обусловлена перекрытием Украиной шлюзов Северо-Крымского канала, который в свою очередь являлся основным источником водоснабжения региона.

Известно, что подземные воды территории Крыма распространены почти повсеместно. Однако как типы их, так и условия накопления, залегания, циркуляции, количество и качество, а также условия эксплуатации – очень различны в пределах различных районов Крыма. Ресурсы подземных вод в целом достаточно большие. Гидрогеологическое строение территории Крыма, иначе говоря, присущие ей гидрогеологические структуры тесно связаны с рельефом, который отражает гидрогеологическую сущность территории Крыма. Гидрогеологические структуры Крыма представлены артезианскими бассейнами и складчатыми гидрогеологическими областями [3].

Геолого-гидрогеологические особенности территории Крымского полуострова позволяют рассматривать подземные воды – как стабильный источник водоснабжения (в Советский период было пробурено более 3000 скважин), часть из них затампонирована и как стратегический запас пресных питьевых вод хорошего качества. Всего в Крыму выделено, оценено и эксплуатируется 11 месторождений подземных вод, которые охватывают 78 участков. Практически все месторождения подземных вод, как в Горном, так и в Равнинном Крыму приурочены к карбонатным отложениям, с которыми связаны водоносные зоны, водоносные горизонты и комплексы. Прогнозные ресурсы Крыма оцениваются в количестве 1300,8 тыс м<sup>3</sup>/сут. (ГКЗ СССР, ТКЗ). Разведка подземных вод на Крымском полуострове прекратилась с момента распада СССР. Эксплуатационные запасы разрабатываемых месторождений подземных вод, утвержденные ГКЗ СССР, составляют 1178,3 тыс м<sup>3</sup>/сут., из них на общие разведанные запасы (категории А+В+С1) приходится 987,1 тыс м<sup>3</sup>/сут., на предварительно оцененные запасы (категория С2) – 191,2 тыс м<sup>3</sup>/сут. (табл. 1)[5].

Таблица 1

Запасы подземных пресных вод Крымского полуострова [5]

Месторождения	Количество		Утвержденные запасы, тыс м <sup>3</sup> /сутки				Не утвержденные запасы, тыс м <sup>3</sup> /сут		Общий водообор, тыс м <sup>3</sup> /сут
	Эксплуатационных горизонтов	участков	Запасы		Водообор (2001 г)	Минерализация воды, г/дм	Водообор (2001 г.)	Минерализация воды в г/дм	
			A + B + C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>					
Белогорское	8	14	240	8	20,2	0,3-0,8	7,2	<1	27,4
Альминское	6	18	296	158	163,9	0,2-2,1	32,2	0,5-4,0	196,1
Симферопольское	5	1	13	0	0,8	0,3-0,7	14,9	0,3-1,9	15,7
Северо – Сивашское	2	12	312	0	108,6	0,2-1,4	43,9	1-1,2	152,1
Новоселовское	2	3	25	0	7,7	0,1-0,7	7,1	0,4-0,35	14,9
Керченское	4	1	0	14	2,8	0,6-1,1	2,7	<1-6,3	5,5
Агармышское	1	1	14	0	1,3	0,1-0,4			1,3
Восточно – Крымское	2	2	2	1	0,2	0,2-0,4	2	0,2-0,5	2,2
Горное	2	10	15	5	8,2	0,2-0,9	1,3	1-3	9,4
Западно–Крымское	3	11	58	4	82,5	0-0,8	2,4	<1	34,9
Судакское	2	5	9	0	8,5	0-1,6	1,4	<1	4,9
Всего	37	78	987	191	149,4	0-2,1	115		464,4

Вся степная и предгорная часть Крыма к северу от главной горной гряды, за исключение Керченского и Тарханкутского полуостровов, является артезианским бассейном. Северной границы данного бассейна в пределах Крыма нет, т.к. этот бассейн представляет собой только южной (Крымское крыло). Как гидрогеологический район, бассейн занимает северную и северо-восточную часть полуострова. Крымский артезианский бассейн является бассейном открытого типа и областью развития напорных пластовых вод. Складчатая гидрогеологическая область Керченского полуострова характеризуется на целом ряде небольших участков напорными пластовыми водами, а также водами пластво-трещенного и иногда карстового типов. На Керченском полуострове ресурсы подземных вод весьма ограничены.

Гидрогеологический район Горного Крыма занимает самую южную часть Крымского полуострова, граница на севере с артезианским бассейном и на юге замыкаясь береговой линией Черного моря. Район занимает площадь, сложенную отложениями юры и Таврической свиты, которые сильно дислоцированы и прорваны интрузиями изверженных пород. Гидрологическая складчатая область Горного Крыма является весьма сложной в отношении своего рельефа, геологии и подземных вод, представляя собой весьма расчлененную настоящую горную страну. Подземные воды на территории района имеются в четвертичных и верхнеюрских отложениях и в очень небольшой степени среднеюрских. В незначительных количествах воды встречаются в породах Таврической формации, изверженных породах и вулканических туфах. Главное значение в районе имеют подземные воды в закарстованных известняках верхнеюрского возраста, слагающих Главную горную гряду. Все остальные воды в аллювиальных отложениях, в делювиальных и делювиально-детрузивных отложениях имеют подчиненное значение.

Засушливый климат равнинной части Крыма и Керченского полуострова, отсутствие здесь крупных многоводных рек, своеобразие гидрогеологических условий Крымских гор являются причиной того, что ряд районов испытывает острый недостаток в воде [1].

В Крыму насчитывается более 1657 постоянных и временных водотоков (рек, ручьев, балок и крупных оврагов) общей протяженностью 5996 км, среди них собственно рек около 150. Реки Крымского полуострова относятся к бассейнам Черного и Азовского морей [3]. Крымские реки использовались главным образом для орошения и водоснабжения. Однако даже строительство водохранилищ в горах не могло обеспечить нужным количеством воды весь Равнинный Крым. Для этой цели и был сооружен Северо-Крымского канала длиной 425 км [5]. Кроме того, Крымский полуостров весьма богат минеральными источниками. Разведка крымских углекислых минеральных вод, была начата еще в 1917 г. академиком Владимиром Афанасьевичем Обручевым. Минеральные воды занимают немаловажное место в лечебном арсенале крымских курортов. Источников минеральных вод более сотни. Они находятся в районах Керчи, Бахчисарая, Нижнегорска, Белогорска, Старого Крыма, Джанкоя, на Азовском побережье мыса Казантип, однако разработаны и используются с лечебной целью немногие — около десяти.

На полуострове есть углекислые, сероводородные, метановые, азотные, слаборадоновые, воды смешанного газового состава и негазирующие, а также отчасти и термы (теплые и горячие воды). Ионно-солевой состав минеральных вод Крыма весьма разнообразен — есть среди них соленые, содовые, железистые, соляно-щелочные и т.д. Суммарные запасы разведанных месторождений минеральных вод различного химического состава составляют свыше 1,5 тыс. м<sup>3</sup> в сутки [5].

Таким образом, очевидно, что Республика Крым обогащена ресурсами природных вод. Дальнейшее изучение вод полуострова имеет неограниченное практическое значение и носит политический и социально-экономический характер, что являет собой актуальность изучения структуры [4].

## Литература

1. Альбов С. В. Гидрогеология Крыма / С. В. Альбов; Академия наук Украинской ССР (АН УССР), Крымский филиал. — Киев: Изд-во АН УССР, 1956. — 277 с.: ил. — Библиогр.: с. 260-273.
2. Ворожейкина Е.А., Дребот В.В. Водный потенциал Крымского полуострова // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 23-27 ноября 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 288-290
3. Гидрогеология СССР: В 50 т. / Гл. ред. А. В. Сидоренко. — М.: Недра, 1966-Т. 8: Крым. — 1970. — 364 с.: ил. — Библиогр.: с. 358-364.
4. Дребот В.В., Ворожейкина Е.А., Баркова М.О. Дефицит пресной воды. Политические аспекты потребления водных ресурсов // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, Томск, 10-14 ноября 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – С. 43–46.
5. Каюкова Е.П., Барабошкина Т.А., Косинова И.И. Ресурсный потенциал пресных вод Крыма // Вестник воронежского государственного университета. Серия: геология. – Воронеж. Изд-во ВГУ, 2014. – С.104-109.
6. Устойчивый Крым: Водные ресурсы/Под ред. В.С. Тарасенко. – Симферополь: Таврида, 2003. – 413 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПЕРЕКРЫВАЮЩИХ ГРУНТОВ КАК ИНДИКАТОРОВ ОСЛАБЛЕННЫХ ЗОН В КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОДАХ****Е.В. Дробинина**

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, г.Пермь, Россия*

Поверхностные формы карстового генезиса, являющиеся результатом оседания, частичного или полного обрушения перекрывающих грунтов карстового массива в сформированные на глубине ослабленные зоны, характеризуются спонтанностью возникновения и в значительной мере осложняют хозяйственное освоение территорий. Под ослабленными зонами автором понимаются не только карстовые полости, но и зоны дезинтеграции карстующихся пород, зоны дробления, опасность существования которых в карстовом массиве обусловлена достаточно высокой водопроницаемостью пород на участках их локализации.

В работе карстовый массив рассматривается как некоторый объем геологического пространства, занимаемый карстующимися породами и перекрывающими их отложениями, испытывающими влияние карстового процесса. Исследование перекрывающих отложений в рамках интегрального карстологического прогноза, основанного на совокупной оценке комплекса признаков качественной оценки карстоопасности [3], позволит повысить его точность, путем увеличения числа рассматриваемых факторов.

Изменчивость карстового массива вследствие процессов растворения карстующихся пород, эрозии, аккумуляции и гравитационного обрушения обуславливает неоднородность его свойств в различных точках [3].

Цель исследования – выявление участков локальных изменений состояния перекрывающих отложений как возможных локализаций ослабленных зон в карстующихся породах. Рабочая гипотеза исследования заключается в следующем: физические и физико-механические свойства перекрывающих отложений изменяются над ослабленными зонами в карстующихся породах, причем данные локальные изменения зависят от гидрогеологической активности полости, ее глубины и вертикальных морфометрических параметров.

В исследовании использованы данные лабораторного опробования грунтов: плотность грунта, коэффициент пористости грунта, удельное сцепление, угол внутреннего трения. Выбор параметров не случаен: в современных моделях детальной оценки карстоопасности [1,4,5], выполняемой при инженерно-карстологических изысканиях, учитываются прочностные свойства и плотность перекрывающих толщ, таким образом, данные для предлагаемого автором анализа могут привлекаться из проводимых инженерных изысканий. Влажность грунта в данном анализе не рассматривается по причине сезонной изменчивости и подверженности влиянию техногенного фактора.

Исследуемый массив находится в карстологическом отношении в Кишертском районе преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста, в структурно-тектоническом плане – в пределах зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Предуральского прогиба [2].

Следует отметить, что в настоящем анализе исследовалась толща перекрывающих суглинисто-глинистых отложений. Свойства грунтов анализировались для толщи в пределах подряда, без разделения по литологической разновидности (ГОСТ 25100-2011), по причине схождения средних значений исследуемых показателей. В разрезе перекрывающих отложений исследуемой территории также встречаются супеси, пески и дресвяно-щелбнистые грунты, образовавшиеся в результате разрушения коренных карбонатных пород, однако они в анализе не использованы вследствие недостаточного количества данных их лабораторного опробования.

Предлагаемый локальный анализ проводится с применением статистических методов и компьютерного моделирования. По данным лабораторных исследований по каждому показателю строится картографическая модель. В точках расположения карстовых полостей со всех моделей извлекаются значения показателей, по которым строится вариационный ряд значений и получается описательная статистика:  $M_x$  – среднее значение показателя на исследуемой территории,  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение. Данный подход позволяет оценить изменчивость исследуемых инженерно-геологических параметров в зависимости от распределения карстовых