

РАЗДЕЛ 4.
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ.
ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.
ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК: 911.2

**ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
РАВНИННОГО КРЫМА НА ОСНОВЕ КАРТ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ
ПОТОКОВ**

Баранов И. П., Степанова В. И.

*Институт биологического приборостроения РАН — обособленное подразделение
ФИЦ ПНЦБИ РАН, г. Пущино, Московская область, Российская Федерация
E-mail: georeolog@gmail.com, agroecology@inbox.ru*

В настоящее время в Крыму существуют проблемы водоснабжения. Составление карт литодинамических потоков центральной и восточной частей Равнинного Крыма и дальнейший их анализ позволили выявить дифференцированное расположение локальных артезианских впадин. Получая питание от главного водосборного центра — Крымских гор, по подземным каналам литодинамических потоков происходит сток в области данных впадин. При этом наиболее приемлемыми для использования считаются подземные воды литодинамических потоков-повышений, расположенных в пределах данных впадин. Статистика показывает, что 90 % от общего числа действующих артезианских скважин расположено в пределах потоков (относительных повышений). Данная разработка позволяет решать задачи не только в регионах, испытывающих дефицит воды, но и повсеместно. Такие карты имеют стратегическое значение в хозяйственной деятельности человека, рациональном использовании водных ресурсов. На них отражены геологические, гидрогеологические, геоморфологические и почвенные процессы, влияющие на распределение поверхностных и подземных водных ресурсов. Основная цель использования метода пластики рельефа — составление таких наглядных карт, которые позволили бы не только специалистам, но и должностным лицам разного ранга использовать их для решения водных проблем и экологической безопасности на территории Крымского полуострова. Прежнее «лоскутное» видение, когда каждый отдельный участок поверхности земли рассматривался изолированно от других соседних участков, на картах пластики рельефа заменяется системным, целостным отображением природных процессов. Использование нескольких, в т.ч. и картографических, методик, позволяет получать более качественную информацию об исследуемой территории, в чем и заключается суть рационального природопользования.

Ключевые слова: картография, артезианские скважины, концепция пластики рельефа, литодинамика, Равнинный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных современных проблем человечества считается дефицит водных ресурсов. Миллиарды кубометров воды ежегодно используются на удовлетворение потребностей населения: питьё, орошение, предприятия промышленности. Территория Российской Федерации богата как поверхностными, так и подземными пресными водами. Тем не менее, южные регионы страны (Причерноморье, Приазовье, Нижнее Поволжье и Прикаспий) испытывают дефицит

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАВНИННОГО КРЫМА НА ОСНОВЕ КАРТ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ...

воды, особенно в засушливые годы, что видно на примере засухи в Крыму в 2018 году.

Ранее в Крыму эти проблемы решались за счёт использования подземных резервуаров артезианских вод Северного и Центрального Крыма; рек и водохранилищ Горного Крыма; Северо-Крымского канала. Перекрытие вод Северо-Крымского канала (СКК) украинской стороной привело к обострению ситуации. Следует отметить, что уже с середины 90-х гг., воды СКК использовались малоэффективно. Ввиду отсутствия ремонтных работ ложа основного канала и его ответвлений, нарастали проблемы с вторичным засолением земель из-за возросшей фильтрации вод с канала. Параллельно шел рост цен на использование вод СКК, что сказалось на развитии процветавшего ранее сельского хозяйства. Многие с/х предприятия вынуждены были отказаться от орошения, а из посевов исключены влагозатратные овощные и фруктовые культуры. Всё это привело к тому, что уже к 2000 г. 60–70 % вод СКК сбрасывались в залив Азовского моря Сиваш, солёность вод которого значительно уменьшилась. Сложившаяся ситуация отрицательно сказалась на биосфере северо-востока Крыма и уровне добычи соли Присивашья. Нынешнее положение так же неоднозначно. С одной стороны, прекращение использования разрушенного ложа канала остановило процессы вторичного засоления и возобновило естественное формирование почв. С другой стороны, отсутствие воды в СКК привело к нехватке воды в отдельных регионах и крупных населённых пунктах (Керчь, Феодосия, Ялта и др.), возможности восстановления сельского хозяйства полуострова. Сейчас артезианские воды используются в основном для нужд населения. В промышленности и с/х применяется вода из оросительных систем, заполняемых из естественных и искусственных водоемов. Нередки случаи неконтролируемой добычи межпластовых вод с повышенным содержанием солей, что приводит к снижению урожайности и вторичному засолению почвенного покрова. Такой подход не решает проблему, а только усугубляет.

Решение задач полноценного снабжения населения, сельского хозяйства и промышленности водой требует обстоятельного государственного подхода, в основе которого должны быть современные технологии. Введение целевого точечного использования ресурсов подземных пресных вод должно решить проблемы как локального, так и всероссийского уровня.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе исследований — картографический способ отображения и анализа явных и скрытых форм земной поверхности — метод пластики рельефа. Одной из задач метода является визуализация динамических процессов в литосфере и содержащихся в ней подземных вод. Достигается это преобразованием горизонталей топокарт в потоки, потоковые структуры и системы. По мере своего применения в различных отраслях науки (почвоведении, геологии, тектонике, геофизике, гидрогеологии, геоэкологии, военном деле) и промышленности, способ становится концепцией, объединяющий технологию и анализ полученных

материалов. Концепция разработана картографической группой ИБП РАН под руководством профессора И. Н. Степанова [1, 2]. Её рождению и становлению способствовал научно-исторический опыт предыдущих поколений [3, 4]. Парадигма концепции такова: Земля не является идеальным шаром, а земная поверхность представляет собой комплекс неровностей в виде выпуклостей и вогнутостей, постоянно присутствуют перепады высот и глубин. Это ведет к возникновению между ними гравитационных связей. Именно литодинамические потоки, по мнению авторов, отражают эти связи, являясь одновременно и связующим звеном между разновысотными формами Земли, и каналами перемещения твердого и жидкого вещества. Таким образом осуществляется динамика вещества и, одновременно, поддерживается равновесие в распределении масс горных пород земной поверхности в плане и профиле. Литодинамические потоки покрывают всю современную поверхность земной коры, образуя глобальную систему, каркас. Следует отметить, что на топографических картах мы наблюдаем только верхнюю часть каркаса, «корни» которого уходят на глубину нескольких километров, взаимодействуя с аналогичными каркасами прошлых геологических эпох.

Основой литодинамических потоков являются изолинии высот и глубин. На них выделяются точки максимальной положительной, максимальной отрицательной и нулевой кривизны. Когерентное соединение друг с другом точек одинаковой кривизны отражает процессы геодинамики: орографические линии, линии овражно-балочной сети, границы между выпуклыми и вогнутыми телами, образующими потоки, структуры и системы. На рис. 1 показан пример извлечения информации из отдельно взятой горизонтали.

В 2009 г. профессором И. Н. Степановым [5] было высказано предположение о взаимосвязи между литодинамическими потоками и потоками водоносных горизонтов, которые перемещаются не сплошным фронтом, а по определенным каналам, согласно неоднородности рисунка земной поверхности, градиента высот и проницаемости пород.

Наиболее перспективными считаем области современных и древних речных наносов, в пределах которых сформировались подрусловые потоки подземных вод. Известно, что валы и гряды дельтовых и русловых (меандровых) наносов состоят большей частью из песчаных, более лёгких, отложений, перекрытых толщей молодых пород, тем самым представляя собой резервуары для подземных вод. В течение длительного периода времени реки меняли направление, пересыхали, а сами наносы перекрывались толщами неаллювиальных пород. Тем не менее, при сохранении водоупорных горизонтов, положение резервуаров так же неизменно, что делает их потенциальными источниками хозяйственного использования. При этом максимальное содержание воды должно быть в пределах главного русла и зоне разгрузки реки — дельтовых структурах. Здесь может быть сконцентрировано 30 и более процентов объема поверхностного водотока.

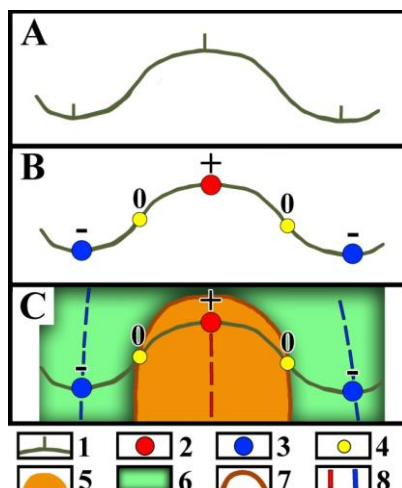


Рис. 1. Технология создания литодинамического потока путем преобразования горизонталей топографической карты (А) сначала в геометрические линии (В), а затем — в выпукло-вогнутую дифференцированную модель изображения земной поверхности. Условные обозначения: 1 — горизонталь; 2 — точка максимальной положительной кривизны; 3 — точки максимальной отрицательной кривизны, 4 — точки нулевой кривизны; 5 — выпуклое тело литодинамического потока; 6 — область отрицательной кривизны; 7 — морфоизографа (линия нулевой кривизны); 8 — линии максимальной положительной и максимальной отрицательной кривизны.

Ранее авторами была создана литодинамическая модель восточной части Крыма и прилегающей акватории Азовского и Чёрного морей, по которой на региональном уровне были выделены перспективные районы поиска воды в пределах древних русел и дельт рек северной и северо-восточной частей Крыма, на дне Азовского и Черного морей [6]. В текущей работе проведена детализация поисков по картам более крупного масштаба. Основными материалами стали топографические карты Крымского полуострова и прилегающих акваторий Азовского и Чёрного морей М 1:100 000.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В связи с возникновением проблем водоснабжения Крыма, в 2015 г. была создана литодинамическая модель восточной части Крыма и прилегающей акватории Азовского и Чёрного морей, [6] (рис. 2).

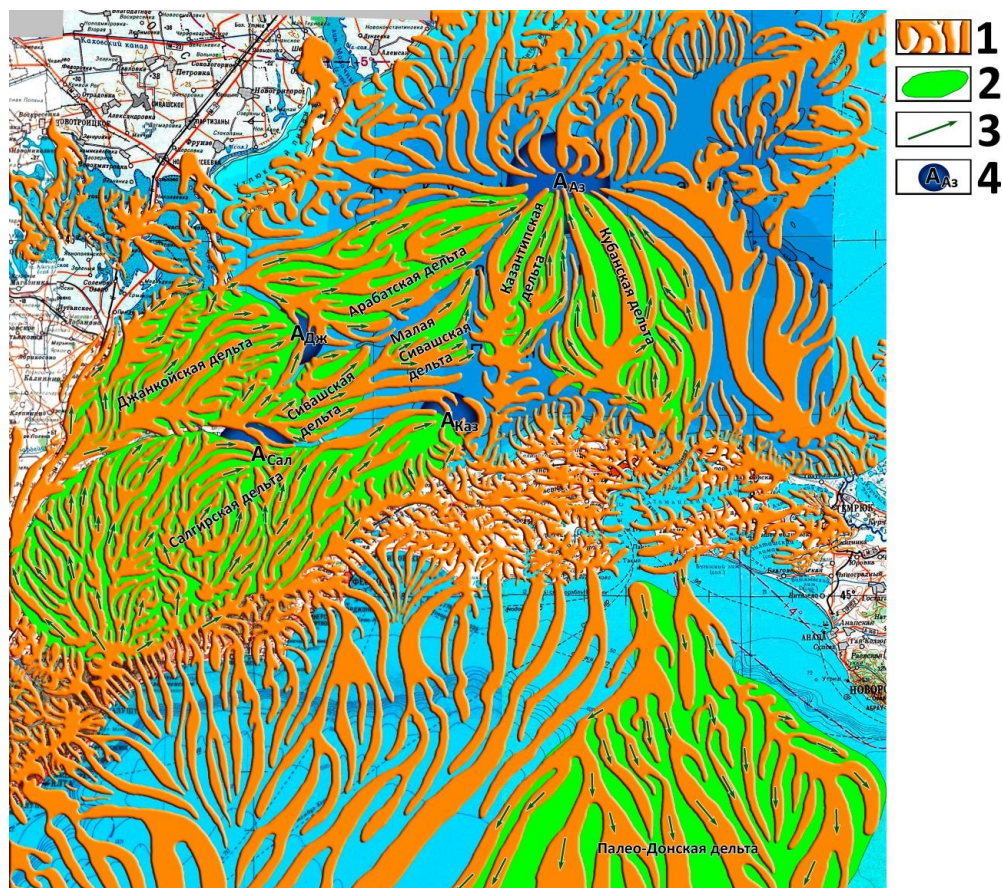


Рис. 2. Карта литодинамической ситуации восточной части Крыма, включая акватории Азовского и Черного морей. М 1:1 000 000.

Условные обозначения: 1 — литодинамические потоки; 2 — площади распространения литодинамических палеodelтовых структур; 3 — вектор миграции литологического вещества и стока подземных вод; 4 — аттракторы, области аккумуляции литологического вещества, поверхностных и подземных вод.

Анализ карты пластики рельефа позволил выявить перспективные области регионального уровня. В основе выводов — динамика рек Равнинного Крыма, обнаружение следов их присутствия в виде потоков-отложений. С течением времени реки неоднократно меняли свое местоположение. Оставляя после себя русловые и дельтовые наносы, они образовывали протяженные выпуклые формы рельефа (потоки), которые отражали распределение вещества в гравитационном поле Земли. Ввиду того, что вещество всегда стремится в области впадин, где формируются области аккумуляции (аттракторы), тела-потоки литодинамических структур и систем всегда ориентированы в данном направлении, что позволяет проследить движение вещества от начальной точки к конечной. При этом внутри самих систем

могут формироваться промежуточные аттракторы, образуя сеть локальных артезианских впадин. Неотъемлемой частью литодинамических структур являются места разветвления потоков — точки бифуркации. Здесь происходит замедление движения водных потоков внутри литодинамических тел.

В артезианских бассейнах Равнинного Крыма находится до 75% эксплуатационных запасов пресных вод полуострова. Распространенные здесь напорные водоносные горизонты приурочены к меловым, палеогеновым и неогеновым отложениям. Основной областью их питания являются предгорья, где они выходят на дневную поверхность или перекрываются маломощным слоем более молодых образований. В частности, для неогенового водоносного горизонта условия питания наиболее благоприятны на участках предгорий, где эти отложения обнажаются в руслах рек Альмы, Качи, Зуи, Бурульчи, Биюк-Карасу, Кучук-Карасу и других, или же залегают под хорошо проницаемыми аллювиальными осадками.

Беря начало в Крымских горах, литодинамические системы северо-восточной части Равнинного Крыма, простираются на север, северо-запад и северо-восток. В горах, где выпадает наибольшее на Крымском полуострове количество осадков, в связи с широким распространением трещиноватых и закарстованных известняков, на склонах известняковых массивов Горного Крыма происходит интенсивное поглощение вод постоянных и временных водотоков. Карстовые вмещалища яйлинских массивов разгружаются преимущественно в виде нисходящих источников, питающих большую часть поверхностных и подземных рек полуострова [7]. По литодинамическим потокам подземные воды мигрируют на север, северо-запад и северо-восток, питая ряд разобценных малых артезианских бассейнов.

Для проверки предварительных выводов требовалось детальное изучение перспективных потоковых районов с нанесением уже известных продуктивных скважин. Цель работы — выявление локальных артезианских бассейнов как дополнительного источника водоснабжения населения и промышленности Республики Крым. По топокартам М 1:100 000 создана модель литодинамических потоков северо-восточного Крыма, которые были выделены в следующие литодинамические системы: I — Гвардейско-Джанкойская; II — Белогорско-Нижнегорская; III — Карабияйлинская; IV — Кучук-Карасу; V — Демерджиайлинская; VI — Чатырлыкская; VII — Днепровская (рис. 3).

На исследуемой территории расположены Северо-Сивашский и Белогорский артезианские бассейны. Их ложем служат прогибы земной коры, в которых были образованы литодинамические системы Равнинного Крыма. Активное участие в их формировании играет ранее полноводная река Салгир. Ее древние аллювиальные отложения, ныне перекрытые более современными, в последующем стали резервуарами пресных вод. Ранее было высказано предположение о веерообразном расположении палеорусел Салгира с северо-запада на северо-восток [8, 9]. Следы своего присутствия река должна была оставить в виде отложений, которые нашли свое отражение на топографических картах. Но чтение топокарт равнинных территорий дает только общее представление о характере происходивших ранее процессов, ограничивает обзор в местах разреженности горизонталей.

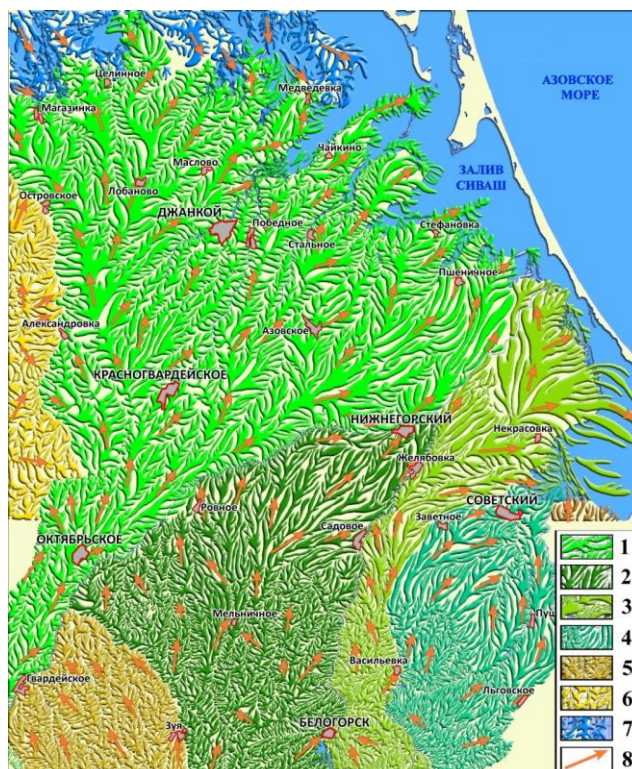


Рис. 3. Карта литодинамических потоковых систем Восточного и Центрального Крыма. М 1:100 000.

Условные обозначения: литодинамические системы: 1 — Гвардейско-Джанкойская (I), 2 — Белогорско-Нижнегорская (II), 3 — Карабийлинская (III), 4 — Кучук-Карасу (IV), 5 — Демерджиайлинская (V), 6 — Чатырлыкская (VI), 7 — Днепровская (VII); 8 — вектор направленности выпуклостей-потоков.

В то же время, карты пластики рельефа упростили чтение рельефа, выявили динамику геологического вещества в пространстве и времени, наглядно подтвердили ранее высказанные предположения о миграции Салгира. Наиболее ярко это отражено в рисунке Гвардейско-Джанкойской системы. От п. Гвардейское до пгт Октябрьское система напоминает своим видом основной ствол. Через десять километров в сторону пгт Красногвардейское, в точке бифуркации, система начинает «распускаться», образуя веерообразную дельту, занимающую по площади весь Джанкойский район и части Нижнегорского и Красногвардейского районов.

С самого начала освоения засушливых территорий Равнинного Крыма для ведения хозяйства использовались подземные воды колодцев, водокачек, а позднее артезианских скважин. Все они были нанесены на карту литодинамических систем и дифференцированы по принципу своего расположения относительно потоков-повышений. Всего в пределы рабочей области карты попало 958 вододобывающих

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАВНИННОГО КРЫМА НА ОСНОВЕ КАРТ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ...

объектов. Анализ показал, что значительная часть скважин расположены в пределах литодинамических потоков — 859 (89,7 %); в пределах понижений — 99 скважин или 10,3 %. Фрагмент карты показан на рис. 4.

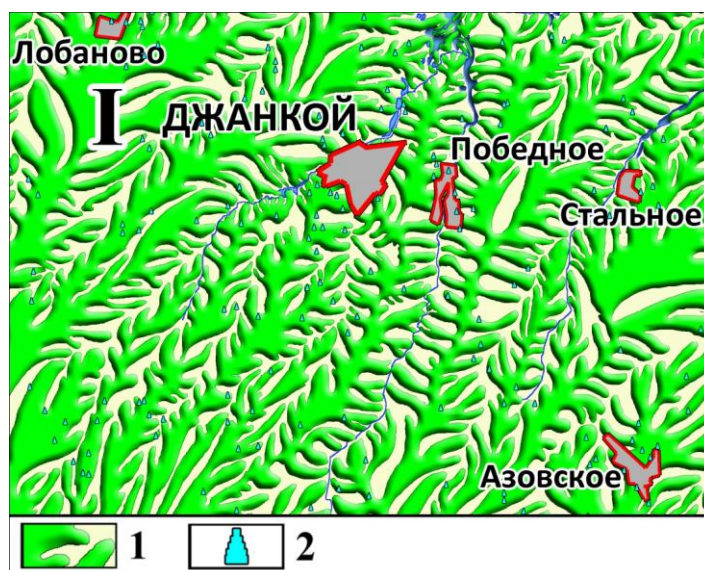


Рис. 4. Фрагмент карты расположения артезианских скважин в пределах Гвардейско-Джанкойской литодинамической системы. М 1:100 000.

Условные обозначения: 1 — Гвардейско-Джанкойская литодинамическая система (I), 2 — артезианские скважины.

В пределах потоков-повышений плотность пород значительно выше, чем в соседних понижениях, что обеспечивает сохранность водоносных горизонтов. Важно отметить, что литодинамические потоки имеют глубинные корни, простирающие которых зависит от масштаба исходной карты. В данном случае (1:100 000) глубина основания потоков залегает на глубинах 1–2 км, а глубина зеркала пресных артезианских вод в данном районе Крыма — 100–300 м. Таким образом, наблюдается соответствие условиям прогноза.

Определенная часть скважин расположена в пределах понижений (10%), но недостаток информации о химическом составе воды в них не дает оснований однозначно считать их эталонными или, напротив, низкокачественными. Известно только, что в нескольких скважинах в Джанкойском районе, в пределах понижений, был получен приток воды с содержанием сероводорода.

Так же был проведен анализ местоположения скважин внутри потоковых структур и систем. Установлено, что 335 скважин от общего количества расположены в центральной части широких и протяженных потоков первого порядка (водоразделах) или в зонах их бифуркации (разветвления). 623 скважины размещены в пределах боковых ответвлений — потоках второго и третьего порядка.

При этом перспективными можно считать потоки всех трех уровней. Зачастую малоамплитудные поверхности водоразделов заняты пашнями, а вода подводилась к ним по канавам и второстепенным ответвлениям Северо-Крымского канала. Но при необходимости данные области потенциально могли быть использованы под бурение продуктивных скважин.

Отметим факт расположения 534 скважин близко к понижениям, на краях потоков. Одной из причин такой ситуации является расположение населённых пунктов, которые приурочены к долинам рек, пересыхающим балкам. Здесь же происходило бурение скважин. Второй причиной является образование в пределах систем естественных литологических барьеров, что вело к аккумуляции пресных вод и формированию незначительных по размерам артезианских бассейнов — рис. 5.

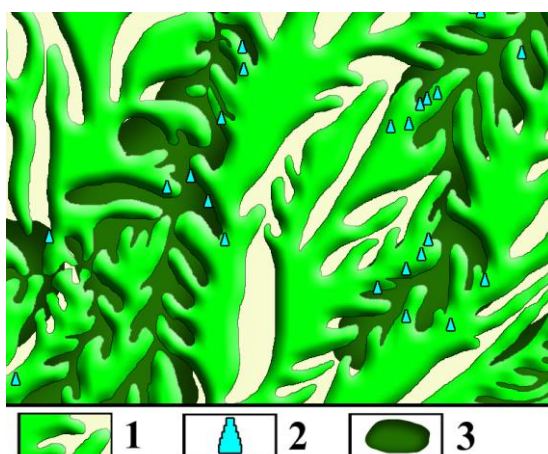


Рис. 5. Фрагмент карты прогнозных артезианских микробассейнов в пределах литодинамических потоковых систем Равнинного Крыма. М 1:100 000.

Условные обозначения: 1 — Гвардейско-Джанкойская литодинамическая система (I), 2 — артезианские скважины, 3 — артезианские бассейны.

Анализ карты показал, что все литодинамические системы северо-восточного Крыма имеют высокий потенциал для поиска подземных пресных вод. Из них наиболее перспективной следует считать Гвардейско-Джанкойскую, форма которой идентична разветвленной структуре речных дельт. Внутри системы отметим следующие элементы: 1) стержневые части, как основные каналы стока подземных вод; 2) области бифуркации — участки замедления водного потока; 3) зоны аттракторов — как артезианские впадины. Учитывая перечисленные условия, в пределах системы были выделены прогнозные области (рис. 6), по подземным каналам которых вода продолжает течь с Крымских гор.

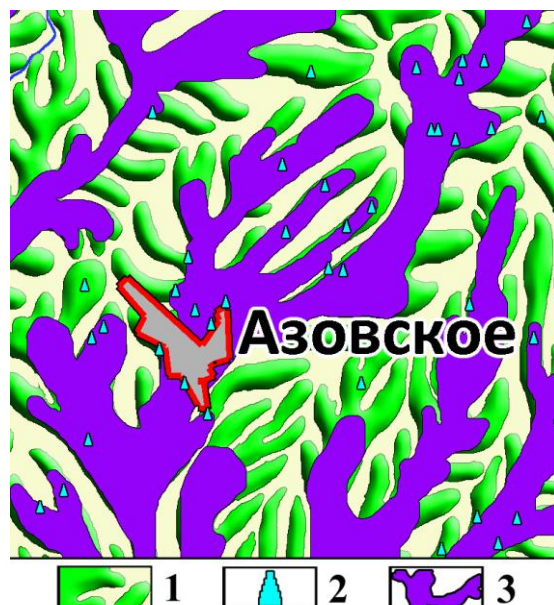


Рис. 6. Фрагмент прогнозной карты расположения перспективных потоков в пределах литодинамических потоковых систем Равнинного Крыма. М 1:100 000.

Условные обозначения: 1 — Гвардейско-Джанкойская литодинамическая система (I), 2 — артезианские скважины, 3 — перспективные области.

Как видно из карты (рис. 5), практически все продуктивные скважины уже расположены в пределах перспективных участков литодинамических потоков. Ввиду исключения нагрузки на эксплуатирующиеся артезианские локальные бассейны и преждевременной выработки их ресурсов, считаем целесообразным бурение дополнительных скважин только на удаленных друг от друга дистанциях. Прирост их числа может составить 10–20% от общего количества единиц вододобычи. Обращаем так же внимание на концевые части литодинамических потоков в прибрежной части. Здесь происходит естественная разгрузка подземных вод в Сиваш и, далее, сквозь Арабатскую стрелку, в Азовское море. Частично разгрузка происходит на уровне вод с повышенным содержанием солей, поддерживая баланс между двумя резервуарами. Но в течение года бывают периоды (поздней осенью и зимой), когда сток пресных вод бывает избыточным. Именно эти воды можно использовать в хозяйственных нуждах. Добыча их должна быть контролируемой, с сохранением вышеупомянутого баланса. Хранение воды может быть в искусственных как закрытых, так и открытых резервуарах, из которых она может транспортироваться на сельскохозяйственные и промышленные нужды в любое время года. Пример расположения таких скважин показан на рис. 7.



Рис. 7. Пример расположения скважин перехвата вод естественной разгрузки. М 1:100 000.

Условные обозначения: 1 — Гвардейско-Джанкойская литодинамическая система (I), 2 — артезианские скважины, 3 — перспективные области; 4 — скважины перехвата вод естественной разгрузки.

ВЫВОДЫ

Использование метода пластики рельефа позволяет по-новому взглянуть на информационный потенциал топографических карт. Преобразование статического образа рельефа в динамический наглядно демонстрирует потоковые свойства земной поверхности, геологических и, соответственно, водоносных горизонтов. Подход позволяет выделить границы между литодинамическими системами, их элементы, как части древних речных систем, которые обладают высокими перспективами поиска подземных пресных резервуаров. Литодинамические потоки своим направлением указывают на локальные артезианские бассейны. Анализ положения артезианских скважин, относительно литодинамических потоков подтвердил высказанные ранее предположения о более качественном составе пресных вод в пределах повышений (90%).

Данная работа, несмотря на то, что подводит итоги промежуточных исследований, может быть использована на начальном уровне поиска перспективных участков и бурении новых скважин пресной воды. Карты рис. 4 и рис. 5 могут служить отправной точкой для продолжения исследований запасов пресных вод Равнинного Крыма, как основного центра водоснабжения всего Крыма. В настоящий момент недостаточно внимания уделяется запасам пресных

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАВНИННОГО КРЫМА НА ОСНОВЕ КАРТ ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ...

подземных вод акватории Азовского моря. Водонасыщенные потоковые системы суши имеют своё продолжение и на дне акватории. Известны случаи естественного истекания подземных вод в районах выклинивания водосодержащих пород на побережье залива Азовского моря — Сиваш. Контролируемый перехват водных потоков и использование их для нужд населения и сельского хозяйства решат многие проблемы водоснабжения. Для получения высокоточного прогноза требуется дополнительный анализ карт более крупного масштаба и информации отчетов гидрогеологических партий.

Предложенная в статье концепция пластики рельефа является инновационной в российской науке и уникальной в мировой практике. Ее использование позволяет производить поисково-разведочные работы с наименьшими экономическими затратами, оптимизируя процесс добычи стратегически важных ресурсов. Такой подход можно назвать и экологически оптимальным — точечное бурение скважин наносит природе значительно меньший урон. Опыт использования карт пластики рельефа может стать полезным и для других регионов России или мира, где испытывается острый дефицит водообеспечения.

Список литературы

1. Степанов И. Н. Методика составления серии среднемасштабных тематических карт «Природно-мелиоративная и сельскохозяйственная оценка Срединного региона СССР». Материалы Всесоюзной конференции «Оценка природно-мелиоративных условий и прогноз их изменений. Пушкино», 1977. С. 23–93
2. Степанов И. Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. М.: Наука, 2006. 230 с.
3. Maxwell J.C. On hills and dales. Philosophical Magazine. Ser. 4. 1870. Vol. 40. No 269 (Dec. 1870), pp. 421–427 p.
4. Соболевский П. К. Современная Горная Геометрия. Социалистическая реконструкция и наука, 1932. Выпуск 7. С. 42–78.
5. Степанов И. Н., Баранов И. П., Степанова В. И. Использование карт пластики рельефа при оперативном поиске пресных питьевых и технических подземных вод. Вода magazine, 2011 № 1 (41), С. 24–26
6. Баранов И. П., Степанова В. И. Возможности решения проблемы водоснабжения Крыма за счет подземных вод на дне Азовского и Черного морей. Вода Magazine, 2016. №3(103). С. 32–37
7. Подгородецкий П.Д. Крым: Природа. Справочное издание. Симферополь: Таврия. 1988. 192 с.
8. Слудский А.Ф. Древние долины реки Салгир. Изв. Крым. отд. геогр. общ-ва СССР. 1953. Выпуск 2. С. 31–38.
9. Львова Е. В. Равнины Крыма. Научно-популярный очерк. Симферополь: Таврия. 1982. 32 с.

ABOUT IDENTIFICATION OF LOCAL RESERVOIRS OF UNDERGROUND WATERS OF THE FLAT PART OF THE CRIMEA ON THE BASIS OF MAPS OF LITHODYNAMIC FLOWS

Baranov I. P., Stepanova V. I.

*Institute for Biological Instrumentation of RAS — a separate division of FITZ PNC RAS,
Pushchino, Moscow region, Russia
E-mail: goreolog@gmail.com, agroecology@inbox.ru*

Currently, there are water supply problems in Crimea.

Agriculture, which had been in decline since the beginning of the 90-ies of the XX century, after the closure of the North Crimean canal by the pseudo-government of Ukraine in 2014, was on the verge of survival. In addition, the population of such Crimean cities as Kerch, Feodosia, and Simferopol is experiencing an acute shortage of water resources. The solution to the problem comes from different directions: the creation of small reservoirs in the foothills, the extraction of water from interplastic horizons, and transportation from other regions of the Peninsula. Options for desalination of the Black sea waters are offered.

But many people do not pay attention to the zones of underground water discharge along the coast of the Azov and Black seas. Every year, millions of tons of water are lost in the waters of the above seas. In order to use these waters, a point-by-point approach is required. One of them is the method of plastic relief. Developed and later tested on special maps by Professor I. N. Stepanov back in the 60s of the last century, it was later tested in such important sectors of the economy as: search and production of oil, gas and gold, construction, and agriculture. The method was used in territorial planning of some objects of the Russian Federation, ecology, pipeline construction in Argentina, water search and extraction in Chile, research work in the Barents sea, and others.

The method is based on the transformation of static horizontals of topographic maps into dynamic systems of lithological flows. These streams are clearly visible in the mountains, where there is a significant elevation gradient. They are marked on aerial and space photos. On flat terrain, the flows are weakly expressed, hidden by thick sedimentary rocks. But terrain modeling, as a technology, allows you to extract useful information from the topographic model of the terrain. After the flow visualization process, lithodynamic flows, structures, and systems are analyzed. This leads to the creation of high-quality terrain models, creating a spatial and temporal forecast of the development of this territory. As well as streams reflect the deep structure, the model has not only the effectiveness of lateral and and vertical. Depending on the scale of the original topographic map, map analysis allows you to identify deep tectonic features.

From the point of view of Geoecology and landscape studies, relief plastic flows reflect integral geosystems. They are the same catenas that reflect the lateral transport of matter and energy in landscapes.

Mapping of lithodynamic flows in the Central and Eastern parts of The plain Crimea and their further analysis revealed the differentiated location of local artesian depressions. Receiving power from the main catchment center — the Crimean mountains, through underground channels of lithodynamic flows, runoff occurs in the area of these depressions. At the same time, underground waters of lithodynamic flows-elevations located within depressions-are considered the most acceptable for use. Statistics show that 90 % of the total number of active artesian wells are located within flows (relative increases). Wells located at the flow boundaries and in relative depressions gave an influx of water with an admixture of hydrogen sulfide.

Detailed search for favorable places and drilling of water wells, creation Of a unified water Network of the Crimea will allow to revive not only the agriculture of the Peninsula, but also to provide the population with water resources. The main thing is to constantly

conduct quantitative and qualitative monitoring of water in wells, which will avoid adverse environmental situations.

This development makes it possible to solve problems not only in regions experiencing water scarcity, but also everywhere. Such maps are of strategic importance in human economic activity and rational use of water resources. They reflect the geological, hydrogeological, geomorphological and soil processes that affect the distribution of surface and underground water resources.

The main purpose of using the plastic relief method is to create such visual maps that would allow not only specialists, but also officials of various ranks to use them to solve water problems and environmental safety on the territory of the Crimean Peninsula. The previous "patchwork" vision, when each individual section of the earth's surface was considered in isolation from other neighboring areas, is replaced on maps of relief plasticity by a systematic, holistic representation of natural processes. The use of multiple, including and cartographic methods, allows you to get better information about the study area, which is the essence of rational nature management.

Keywords: cartography, artesian wells, the concept of the plastic of the relief, lithodynamics, Plain Crimea

References

1. Stepanov I. N. Method of drawing up a series of medium-scale thematic maps «Natural reclamation and agricultural assessment of the Middle region of the USSR». Materials of the all-Union conference «Assessment of natural reclamation conditions and forecast of their changes. Pushchino», 1977. pp. 23–93 (in Russian).
2. Stepanov I. N. Theory of plastic relief and new thematic maps. Moscow: Nauka, 2006. 230 p (in Russian).
3. Maxwell J.C. On hills and dales. Philosophical Magazine, Ser. 4. 1870. V. 40. no 269 (Dec. 1870), pp. 421–427.
4. Sobolevsky P. K. Modern Mountain Geometry. Socialist reconstruction and science, 1932. V. 7. pp. 42–78. Reprinted in Sat. «Geom. structures of the earth over the top.». Pushchino: pnts ran, 1991. Ed. 7. pp. 156–197 p (in Russian).
5. Stepanov I. N., Baranov I. P., Stepanova V. I. Use of maps of plastic relief in the operational search for fresh drinking and technical underground water. Water magazine, 2011 no 1(41), pp. 24–26 (in Russian).
6. Baranov I. P., Stepanova V. I. Possibilities of solving the problem of water supply of Crimea due to groundwater at the bottom of the Azov and Black seas. Water Magazine, 2016. no. 3 (103). pp. 32–37 (in Russian).
7. Podgorodetsky P.D. Crimea: Nature: Ref. ed. - Simferopol: Tavria, 1988. 192 p (in Russian).
8. Sludskii A. F., the Ancient valley of the river Salgir. WPI. Crimea. ed. geogr. about the USSR. 1953. Issue 2. pp. 31–38 (in Russian).
9. Lvova E. V. Plains Of The Crimea. Popular science essay. Simferopol: Tavria. 1982. 32 p (in Russian).

Поступила в редакцию 24.08.2020 г.