

УДК 551.491.4

Р. С. МИНАСЯН, В. П. ВАРДАНЯН

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Комплексирование дистанционных, в первую очередь аэрокосмических и гидрогеофизических, методов является важным методическим аспектом, направленным на установление закономерностей формирования и распределения подземного стока исследуемого региона, т.е. на определение строения тектонических структур, рельефа регионального водоупора, литологии и водно-физических свойств пород. В работе указанные вопросы обсуждаются на примере массива Арагац (как типичного вулканического региона).

Комплексирование дистанционных методов, в первую очередь аэрокосмических и гидрогеофизических, является важным методическим аспектом, направленным на установление закономерностей формирования и распределения подземного стока исследуемого региона.

Приведем некоторые природные факторы как информационную основу для совместного анализа данных дистанционных зондирований.

Рисунок гидрографической сети является достоверным индикатором интенсивности поверхностного стока, состава пород, морфологии и генезиса современного рельефа и новейшей тектоники. При этом, как показывает опыт дешифрирования космофотоснимков (КФС) вулканических районов, анализ плана гидросети позволяет выявить системы трещиноватых зон, элементы структурного строения, оценить наличие глубинных разломов и прогнозировать связь между современными и погребенными рельефами.

Рельеф изучаемой территории является одним из факторов, определяющих ее гидрологические и гидрогеологические условия. Дешифрирование строения рельефа осуществляется непосредственно путем использования признаков, обусловленных особенностями фотоизображений. Космический снимок является сильно генерализованной моделью местности, на которой, в отличие от аэрофотоснимков (АФС), отображены те особенности современного рельефа, которые большей частью определяются геологической структурой. Однако, как показывают результаты геофизических работ в пределах отдельных вулканических сооружений, современный рельеф не всегда может являться прямым индикатором тектонической структуры. Здесь имеются

территории, где наблюдается инверсия рельефа, т.е. несовпадение форм современного рельефа и погребенных структур, что, естественно, приводит к иному распределению подземного стока.

Использование растительности в качестве индикатора состава поверхностных отложений, глубины залегания уровней грунтовых вод (УГВ), степени их минерализации, процессов влагопереноса в зоне аэрации обосновано в работах многих специалистов (см., например, [1]). Растительность как индикатор гидрогеологических условий может использоваться во всех ландшафтно-климатических зонах, но эффективность ее индикационного значения при этом различна. Использование геоботанической индикации оказалось особенно эффективным в аридных зонах, где дефицит влаги приводит к широкому распространению растений-фреатофитов, использующих для жизнедеятельности главным образом грунтовые воды.

Хозяйственная деятельность человека по преобразованию природы создает своеобразный антропогенный ландшафт, который часто имеет индикационное значение при гидрогеологической интерпретации КФС. Среди таких объектов важную роль играют водохранилища, мелиоративно-ирригационные системы и т.п. Гидромелиоративные сооружения приводят к резкому нарушению динамического равновесия в природной среде и вызывают ухудшение природных условий, а именно: изменение УГВ, их химического состава и минерализации, активизацию экзогенных геологических процессов. Влияние антропогенных воздействий особенно заметно на разновременных материалах дистанционных съемок (МДС). Эффективен анализ этих материалов совместно с результатами режимных гидрогеофизических исследований по изучению фильтрационных потерь из водохранилищ и оросительных каналов, а также по оценке изменений гидрогеологических условий во времени.

Одним из важнейших вопросов комплексирования дистанционных методов исследований является *выбор соотношения разрешающей способности и масштабов КФС и АФС*, используемых при характеристике условий (объектов) формирования подземного стока и построении карт и разрезов, составляемых по гидрогеофизическим данным. Дистанционные исследования показывают, что определенная часть получаемой космической информации не находит отображения на обычных геолого-геофизических картах. Как показывает опыт, подобное положение главным образом объясняется недостаточной детальностью геолого-геофизических материалов, что не позволяет обнаружить отдешифрированные объекты на картах масштабов менее 1:200 000. Работы, выполненные на специальных аэрокосмических полигонах, показали, что информация, полученная с космического снимка масштаба 1:1 000 000 с разрешающей способностью менее 100 м, может быть проинтерпретирована только на 60–80%, а при использовании более крупномасштабных геолого-геофизических материалов (например, 1:50 000) – почти на 100% [2].

Рассмотрим основные принципы комплексной интерпретации данных дистанционных методов на примере Арагацского массива. Здесь для исследования ресурсов подземных вод нами выполнена комплексная интерпретация данных дистанционных зондирований [3]. Это позволило выявить строение отдельных вулканических комплексов, их структурно-текстурные особен-

ности, расположение погребенных водоразделов, фациальные разновидности водоупорных пород, т.е. вопросы, способствующие решению задач по формированию и распределению подземного стока региона. Установлено, что молодые вулканические породы Арагаца выделяются темной окраской, имеют густую своеобразную сеть трещин и следы течения лавовых потоков. Существующие приемы гидрогеологического дешифрирования МДС тесно связаны с глубиной залегания подземных вод, определяющей характер используемых взаимосвязей между физиономическими и деципентными характеристиками. По этому признаку подземные воды Арагацкого массива разделены на три группы [4].

К *первой* относятся неглубокозалегающие подземные воды, активно влияющие на формирование свойств физиономических компонентов ландшафта. Здесь точность гидроиндикации определяется глубиной проникновения корневых систем растений-гидроиндикаторов, реже – процессами, связанными с подземными водами.

Вторая группа включает в себя подземные воды, находящиеся ниже границы корневых систем и практически не влияющие на растительность и рельеф территории. Здесь гидроиндикация основывается на оценке инфильтрации атмосферных осадков, влияющих на минерализацию и водный баланс подземных вод. Такая оценка определяется выявлением отрицательных форм рельефа (в том числе погребенного), густоты сети временных водотоков, поисками коррелятивных связей между физиономическими компонентами и водно-физическими свойствами пород. Точность гидроиндикации этой группы практически определяется глубиной залегания УГВ.

Третья группа включает в себя напорные воды, отделенные от поверхности водоупором. Их гидроиндикацию невозможно провести прямым методом, основной методический прием здесь – анализ воздействия выявляемых по аэрокосмофотоснимкам тектонических структур на инфильтрацию осадков и фильтрацию подземного стока.

В целом, с помощью аэрокосмических методов был получен большой объем информации, которая способствовала решению конкретных задач по условиям формирования и распределения подземного стока исследуемой территории. По результатам дешифрирования в пределах массива г. Арагац установлен ряд линеаментов, многие из которых связаны с разрывными нарушениями. Индикация обводненности установленных разрывных нарушений позволяет определить их роль в распределении подземных вод, установить закономерности их формирования, движения и разгрузки. При типизации отдешифрированных на КФС линеаментов они классифицированы по геометрическим, структурным и ландшафтным признакам. По геометрическим признакам выделены несколько групп разрывных нарушений, каждая из которых характеризуется определенными характеристиками (протяженностью, шириной, азимутом простирания). На рисунке выделены диагонально пересекающиеся системы разломов субмеридионального и субширотного простирания, имеющие большую протяженность (иногда более 150 км); их линеаменты выражаются в ландшафте в виде спрямленных отрезков речных долин, уступов рельефа, потухших вулканов. Условно они отнесены к разло-

мам I порядка. При этом среди них наиболее водоносными являются разломы субмеридиональной ориентировки, относящиеся, как правило, к сбросам. Эти разрывные нарушения массива дренируют не только местный подземный сток, но и глубоко залегающие подземные воды из смежных регионов, направленных в сторону Арагатского артезианского бассейна. Разломы, относящиеся ко второму и третьему порядкам, выделяются преимущественно по ландшафтным индикаторам. На местности с ними совпадают спрямленные участки глубоко врезаемых речных долин, резкие перегибы склона, цепочки шлаковых конусов. К таким разломам приурочены подземные потоки, формирующиеся в пределах одной гидрогеологической структуры. Примером может служить поток, приуроченный к разрывному нарушению, идущему по линии пос. Апаран–с. Базмахпюр. На участке совпадения разлома с известной погребенной долиной р. Палеокасах наблюдаются выходы Апаранской, Назреванской и Базмахпюрской групп родников.

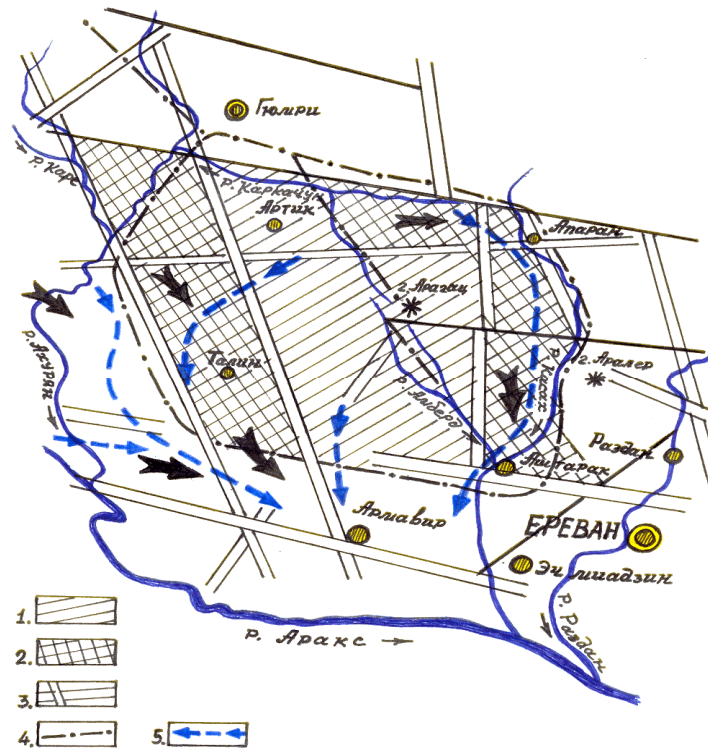


Схема районирования массива г. Арагац по результатам дешифрирования АФС, КФС и геофизическим данным: 1 – участки формирования сосредоточенного стока; 2 – участки транзита и разгрузки подземных вод; 3 – приповерхностные дренирующие линейные гидрогеологические структуры; 4 – глубинные дренирующие линейные гидрогеологические структуры; 5 – основные направления движения подземных вод (по данным гидрогеофизических исследований).

Одним из важных факторов, влияющих на условия образования подземного стока массива, является трещиноватость вулканических пород. Так

например, совместный анализ АФС и геоэлектрических данных позволил в пределах восточных склонов массива Арагац выделить отдельные зоны повышенной трещиноватости. Длина таких зон колеблется от нескольких до первых сотен метров. Для трещин характерны северо-западное ($320-330^0$), северо-восточное ($50-60^0$) и субширотное ($270-280^0$) простирания. Наибольшую выраженность в ландшафте имеют трещины, связанные с новейшими и современными тектоническими нарушениями.

В целом, совместная обработка данных дистанционных методов позволила выделить на Арагацском массиве следующие погребенные долины и локальные водосборные участки: 1) бассейны с хорошо развитой гидросетью, сложенные у поверхности преимущественно слабопроницаемыми отложениями с преобладанием поверхностного стока над инфильтрацией атмосферных осадков (восточные и западные склоны); 2) бассейны, сложенные преимущественно трещиноватыми лавовыми покровами с большим количеством замкнутых отрицательных форм рельефа и преобладанием подземного стока над поверхностным (южные и частично юго-западные склоны). Эффективность комплексирования дистанционных методов на примере территории Арагацкого массива позволила рекомендовать его для изучения подземных водных ресурсов других вулканических областей.

Кафедра геофизики

Поступила 13.10.2008

ЛИТЕРАТУРА

1. **Викторов А.С.** Использование индикационных географических исследований в инженерной геологии. М.: Недра, 1960.
2. **Огильви А.А.** Основы инженерной геофизики. М.: Недра, 1990.
3. **Минасян Р.С., Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Ер.: Асогик, 2003.
4. **Садов А.В., Химичев Л.Г.** Изв. ВУЗ-ов. Геология и разведка. М., 1976, № 11.

Ռ. Ս. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Վ. Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ԳԻՍՏԱՆՅԻՈՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՀԱՄԱԼԻՐ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ
ՄԿՁԲՈՒՆՔՆԵՐԸ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ
ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ո մ

Գիստանցիոն մեթոդների և առաջին հերթին օդատիեզերական և ջրատրկրաֆիզիկական մեթոդների համալիր կիրառումը դիտարկվում է որպես մեթոդական մոտեցում՝ ուղղված ուսումնասիրվող ռեզիոնի ստորերկրյա հոսքի ձևավորման և բաշխվածության օրինաչափությունների պարզաբանմանը,

այսինքն՝ տարածքի տեկտոնական կառուցվածքի, ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի, լիթոլոգիայի և ապարների ջրաֆիզիկական հատկությունների որոշմանը:
Աշխատանքում նշված հարցերը քննարկվում են Արագածի լեռնազանգվածի օրինակով (որպես տիպիկ հրաբխային ռեգիոնի):

R. S. MINASYAN, V. P. VARDANYAN

MAIN PRINCIPLES OF REMOTE METHODS COMPLEXATION
AT STUDYING OF GROUND WATER RESOURCES

Summary

Complexation of remote and first of all of aerospace and hydrogeophysical methods is an important methodical aspect aimed on establishment of formation and distribution of regularities of an underground runoff in the studied region. It is an establishment of tectonic structures, a relief of regional confining layer, lithology and water-physical properties of rocks. In the work specified questions are discussed on the example of massif Aragats (as a typical volcanic region).