В. А. БОРИСОВ

ТАКТИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Природные ресурсы Узбекской ССР значительны и разнообразны. Важная их составляющая — подземные воды. Перспективы использования их в различных отраслях народного хозяйства выявляются на основе съемочных и поисково-разведочных работ. Территория Узбекской ССР покрыта (80%) среднемасштабными съемками, 85% площади, намеченной к освоению в ближайшем будущем, заснято крупномасштабными комплексными гидрогеологическими и инженерно-геологическими съемками.

Поиски и разведка подземных вод выполнены более чем для сотни крупных водопотребителей. Региональные режимные наблюдения за изменением уровня и химического состава, а также балансовые исследования обеспечивают прогнозной информацией организации, занимающиеся освоением под орошение земель. Эти данные используются для обоснования проектов мелиоративного строительства в низовьях Амударьи, Зарафшана, Центральной Фергане, предгорьях Чаткальских гор, первой и второй очередей освоения в Каршинской, Шерабадской, Голодной степях. Гидрогеологической службой Узбекской ССР разработаны рекомендации по условиям применения вертикального дренажа для мелиорации орошаемых сельскохозяйственных земель и подтопляемых городских территорий.

Полученная информация о качественном составе, количественных характеристиках, источниках питания и расходовании развитых на территории УзССР водоносных горизонтов, комплексов и зон трещиноватости позволила рекомендовать 32 из них как перспективные для водоснабжения, орошения, обводнения пастбищ и 10 — для бальнеологических целей. На основе этих данных решены вопросы водоснабжения всех городов, районных центров и многих сельских населенных пунктов, обводнено 29 млн. га пастбищных территорий, освоено 5,9 тыс. га под мелкооазисное орошение для создания страховых запасов кормовых культур в Кызылкумах. На базе минеральных вод в республике функционирует 2 курорта всесоюзного значения, 15 водолечебниц и 5 заводов розлива.

На гидрогеологические работы в Узбекской ССР за 35 лет (1945—1980 гг.) израсходовано свыше 200 млн. руб. Объемы работ в перспективе будут увеличиваться. Поэтому необходимо соизмерить результаты работ с денежными средствами, израсходованными на них. Эта проблема имеет ряд решений (экономическое, социологическое, информационное, инженерное). Изучение литературных данных по указанным направлениям показало, что из опыта работы смежных отраслей (науки, управления водными ресурсами, перспективного планирования, охраны окружающей среды и т. д.) наилучшие результаты дает развитие учения о тактике и стратегии. Научные основы их разработаны в теории марксизма-ленинизма, а практическая апробация произведена при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, перспективном планировании.

Учение о стратегии и тактике научных, производственных работ широко используется как в СССР, так и за рубежом.

Разработка вопросов тактики гидрогеологических исследований на примере Узбекской ССР позволяет определить их связь с экономическими показателями и производительными силами, дать оценку изученности и обеспеченности гидрогеологическими исследованиями, охарактеризовать причины разнообразия объемов работ, произвести качественную, количественную оценку конечной продукции и на этой основе перейти к использованию экономико-математических моделей для оценки эффективности работ.

Под гидрогеологическими исследованиями понимается познание гидрогеологических процессов на основе установления «в натуре условий залегания, распространения, накопления, разгрузки и состава подземных вод, а также условий и свойств, определяющих технические мероприятия по использованию подземных вод, регулированию их или удалению» (Маккавеев, 1971). Гидрогеологический процесс объединяет представление о питании, стоке, рассеивании подземных вод в общем круговороте воды, их количественных и качественных изменениях во взаимодействии с горными породами, атмосферой, гидросферой, почвенным покровом и биосферой (Крылов, 1959).

В сборе, анализе материала участвовали сотрудники лаборатории экономики гидрогеологических и инженерно-геологических работ и опытно-методической партии института ГИДРОИНГЕО З. М. Акимова, Ф. И. Лось, З. З. Насыров, И. И. Пак, Р. Рахими, Б. Т. Рахманкулов, И. Г. Токарева, Т. С. Топода, Л. В. Сазонова, Е. В. Мельникова.

Автор благодарен Г. В. Куликову, М. И. Исмаилову, В. А. Гейнцу, В. П. Волкову, В. Г. Самойленко, Л. З. Шерфединову, А. С. Вишнякову, Н. Н. Романову, Б. И. Пинхасову, А. С. Пинхусовичу, В. И. Соколову за полезные советы и консультации.

Глава I. РОЛЬ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭКОНОМИКЕ УЗБЕКСКОЙ ССР И ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЕЕ ТЕРРИТОРИИ

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОНОМИКИ УЗБЕКСКОЙ ССР, ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Узбекская ССР расположена на юго-востоке ССР в междуречье Сырдарьи и Амударьи. Площадь ее 447,4 тыс. км². По природным ресурсам УзССР с Киргизской, Таджикской и Туркменской республиками составляет Среднеазиатский экономический район (Ю. Т. Саушкин, 1963). На долю УзССР в комплексе производительных сил Средней Азии приходится около 60% (СОПС АН УзССР, 1974). Вопросы экономики УзССР и ее производительных сил освещены в работах СОПСа и Института экономики АН УзССР, статистических сборниках ЦСУ УзССР (1974, 1976), коллективных работах по развитию производительных сил и систем ведения сельского хозяйства (1973, 1974 гг.), в трудах С. К. Зиядуллаева (1972), А. Бедринцева (1976), А. Ф. Шаппо (1968) и др. По этим данным, экономика Узбекской ССР характеризуется преобладанием в структуре валового общественного продукта промышленности и интенсивного сельского хозяйства, % к итогу:

	1965 г.	*1970 г.*	*1975 г.*
Валовый общественный продукт	100	100	100
в том числе			
промышленность	56,1	55,7	59,1
сельское хозяйство	23,7	21,6	18,1
строительство	11,1	13,0	13,0
транспорт и связь	2,9	3,3	3,4
торговля, заготовки материально-техническое снабжение и др.	6,2	6,4	6,4

Основные экономические показатели для двух отраслей народного хозяйства Узбекской ССР в разрезе экономических районов приведены в табл. 1. По разработкам экономистов УзССР (Зиядуллаев, 1972; Бедринцев; 1976, ведущие научные сотрудники СОПСа и Института экономики АН УзССР, 1966, 1974), в Ташкентский экономический район отнесены Ташкентская, Джизакская, Сырдарьинская области со сложной разносторонне развитой промышленностью и сельским хозяйством. Преимущественное развитие производительных сил района характерно для Голодной степи,

Таблица 1

Экономические районы УзССР на современном этапе, по А. Бедринцеву (1976)

Показатель	Ташкентский	Ферганский	Самарканд-Каршинский	Бухара-Кызылкумский	Нижнеамударьинский	Сурхандарьинский	Всего
Территория, тыс. км²	41,1 / 9	19,2 / 4	53 / 11	143,2 / 32	170,1 / 39	20,8 / 5	447,4 / 100
Население (оценка на 1.I 1974 г.), тыс. чел.	3965 / 30	3666 / 28	2434 / 17	1068 / 9	1405 / 11	751 / 5	13289 / 100
городское	2422 / 48	1111 / 22	616 / 12	347 / 7	406 / 8	128 / 3	5030 / 100
сельское	1543 / 18	2555 / 32	1818 / 21	721 / 9	999 / 12	626 / 8	8259 / 100
Плотность населения, чел. на 1 км²	96,5	190,9	46	7,5	8,3	37	29,7
Число административных районов (на 1.I 1974 г.), един.	29	34	23	13	21	8	128
Сводный индекс промышленного развития (1972 г.), един.	1,78	0,84	0,62	1,03	0,49	0,48	1
Валовая продукция сельского хозяйства, млн. руб.	848 / 23	1062 / 28	781 / 20	343 / 9	451 / 11	344 / 9	3829 / 100
Валовой сбор хлопка сырца, тыс. т	981 / 20	1565 / 32	803 / 16	402 / 8	717 / 14	440 / 10	4980 / 100
зерновых, тыс. т	330 / 25	190 / 15	463 / 35	51 / 4	198 / 15	96 / 6	1328 / 100
Потребность городов, поселков городского и сельского типа в водоснабжении, по данным СОПСа АН УзССР, %	46,6	27,3	20,4	3,2	1,5	1,0	100

Примечание. В числителе—абсолютная величина, в знаменателе—проценты к итогу.

вновь осваиваемых земель Джизакской степи и горно-предгорной зоны Ангрен-Алмалыкского горно-промышленного района.

Ферганский экономический район включает Андижанскую, Наманганскую, Ферганскую области. Он характеризуется развитием

трудоемких отраслей обрабатывающей промышленности, значительной интенсификацией сельского хозяйства за счет освоения земель Центральной Ферганы и адырно-предгорной зоны.

Самарканд-Каршинский экономический район охватывает одноименные области с развитой пищевой, легкой, горнодобывающей промышленностью, машиностроением и электротехнической промышленностью. В сельском хозяйстве район специализирован на хлопководство, садово-виноградарство, богарное зерновое хозяйство горно-предгорной зоны.

Бухара-Кызылкумский экономический район включает Бухарскую область. Основан на добыче природного газа и нефти, производстве цветных металлов и продуктов химии, а в сельском хозяйстве — на хлопководстве и пустынно-пастбищном каракулеводстве.

Нижнеамударьинский экономический район объединяет Каракалпакскую АССР и Хорезмскую область. Здесь развита легкая промышленность, планируется сооружение объектов машиностроения, химии и промышленности строительных материалов, имеются хозяйственные контакты с Ташаузской областью Туркменской ССР. Он будет развиваться как перспективный межреспубликанский экономический район Средней Азии на базе освоения новых земель под хлопководство, рисосеяние, интенсивное развитие животноводства.

Сурхандарьинский экономический район охватывает одноименную область, характеризуется развивающейся фруктоперерабатывающей, горнодобывающей промышленностью со специализацией сельского хозяйства на тонковолокнистом хлопководстве, субтропическом плодоводстве, раннем овощеводстве. Экономические районы УзССР состоят из промышленных районов, узлов, пунктов и городов. Подробная характеристика их дана в экономическом районировании Узбекистана (1966 г.) и работе, посвященной производительным силам Узбекистана и перспективам их развития (1974 г.).

Для обоснования и постановки гидрогеологических исследований важны принципы выделения обобщенных характеристик промышленного экономического развития в виде указанных таксономических единиц. Промышленный пункт — это одно-два крупных предприятия с соответствующей инфраструктурой. Промышленный узел — сосредоточение в одном довольно крупном населенном пункте нескольких союзных или республиканских промышленных предприятий, использующих природные ресурсы или экономические условия узла. Промышленный район — производственно-территориальное образование, характеризуется специфичностью природных условий, формированием и развитием хозяйства, его структурой и направленностью, возможностью дальнейшего развития производительных сил, экономическим тяготением к смежным площадям с национальными и другими особенностями производства. Из определений понятий пунктов, узлов, промышленных районов следует, что наименьшая таксономическая единица экономического райони-

рования включает одно-два предприятия со специфическими особенностями производства и, следовательно, определенными требованиями к количеству и качеству воды для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения.

По мере укрупнения таксономических единиц происходит увеличение количества и значимости промышленных предприятий. Следовательно, суммирование их потребностей в подземной воде для текущего и перспективного планирования позволяет устанавливать необходимые количества в подземной воде и требования к ее качеству для разных уровней промышленной концентрации производственных предприятий: в населенных пунктах, городах, промышленных пунктах, узлах, районах. Территориальное размещение указанных потребителей определяет концентрацию объемов и видов гидрогеологических работ. Таким образом, развитие промышленности УзССР определяет конкретных потребителей подземных вод с дифференциацией по качественным и количественным требованиям. Анализ планируемых изменений в освоении и изученности природных ресурсов дает возможность правильно определять основные направления гидрогеологических исследований на перспективу.

Экономическое развитие промышленных районов, узлов, пунктов, городов и населенных пунктов УзССР требует решения вопросов водоснабжения. Это обусловливает выполнение в основном комплекса поисковых и разведочных работ на подземную воду с оценкой запасов подземных вод в ГКЗ, ТКЗ или авторских цифрах.

Кроме того, промышленное освоение территорий загрязняет промышленные, бытовые и сельскохозяйственные стоки, уменьшает запасы. Отрицательные последствия человеческой деятельности в последние годы начинают сказываться и на подземных водах Узбекистана. Недоочищенные стоки Чирчикского и Алмалыкского промышленных комплексов обусловили ухудшение качества аллювиальных вод речных долин, широко используемых для местного и централизованного водоснабжения. Повышение долевого участия соленых дренажных вод в формировании поверхностного стока способствует минерализации подземных вод инфильтрационных водозаборов (Самойленко, 1976). Поэтому необходимо совершенствовать гидрохимические прогнозы, повышать достоверность методов экспериментальной оценки статей водного и солевого баланса грунтовых вод, изучать процессы, протекающие в зоне аэрации, и кольматажа перекрывающих отложений и водоносных горизонтов.

Поставленные задачи требуют проведения полевых гидрогеологических работ, в результате которых были бы исследованы все потенциальные источники загрязнения подземных вод, их режим и состав сбросов, охарактеризован современный уровень загрязненности подземных вод и на основе этого установлена необходимость и последовательность проведения детальных исследований, оценены критерии защищенности и самоочищения подземных вод и подземных емкостей для целей их магазинирования.

Экономика Узбекской ССР в значительной степени зависит от

развития сельского хозяйства (табл. 1). Общий земельный фонд республики составляет 41,5 млн. га и характеризуется следующими показателями использования площадей, %: орошаемого земледелия — 6,5; богарного — 2,9; пастбищ — 52,6; заняты промышленными, жилыми и другими застройками — 4,1; не использованы в народном хозяйстве — 33,9 от итога по республике. По структуре и характеру сельского хозяйства выделяются три основные зоны: горно-предгорная, пустынно-пастбищная, орошаемая (Производительные силы Узбекистана..., 1974; Система ведения сельского хозяйства УзССР, 1973; Экономическое районирование Узбекистана, 1966).

Горно-предгорная зона (Дехканабадский район Кашкадарьинской области, Байсунский район Сурхандарьинской области, Галляаральский, Зааминский районы Джизакской области и Ургутский район Самаркандской области) занимает 21,5% территории республики. Здесь развиты пастбищно-овцеводческое, зерново-животноводческое и садово-виноградарское сельскохозяйственные производства. Предгорная зона в последние годы интенсивно осваивается под машинное орошаемое земледелие (Туляганов, 1975).

Пустынно-пастбищная зона (60%) охватывает Каракалпакскую АССР, Тамдынский и Кенимехский районы Бухарской области. Это основная база разведения каракульских овец и мелкого рогатого скота. Для обеспечения страховых кормов интенсивно развивается мелкооазисное орошение. Этому в значительной степени способствовали результаты гидрогеологических исследований. В настоящее время для обводнения пастбищ используется 3,5 м³/с подземной воды. Расчеты, выполненные С. Ш. Мирзаевым (1974), доказывают возможность увеличения площадей мелкооазисного орошения за счет подземных вод до 30,7 тыс. га.

Зона орошаемого земледелия (18%) — основной район поливного хлопководческого земледелия. Система ведения сельского хозяйства здесь подчинена главной задаче республики — увеличению валового сбора и повышению урожайности хлопка.

За годы восьмой и девятой пятилеток, по данным СОПСа АН УзССР, на долю орошаемой зоны приходилось 86,6—87,1%, предгорно-горной 6,9—7,3, пустынно-пастбищной 5,9—6,7% валовой продукции сельского хозяйства в денежном выражении. Неоднозначная роль сельскохозяйственных зон в народном хозяйстве УзССР объясняется различным количеством и видом производимой сельскохозяйственной продукции каждой из них, а это, в свою очередь, приводит к выполнению разных видов и объемов гидрогеологических работ. Сравнительно небольшие требования к комплексу видов и объемов работ предъявляются к обводнению пастбищ (Шаппо, 1968; Пашенков и др., 1970). Минимально необходимые условия — проведение исследований, которые выявили бы гидрогеологические условия, выходы подземных вод, либо возможность их вскрытия горными выработками с суммарным расходом 3—3,5 л/с на площади 113 км².

Минерализация подземных вод в течение года может быть до

15 г/л, но в весенне-летний период не должна превышать 1,5 г/л. Модуль прогнозных региональных запасов должен составлять 0,01—0,03 л/с/км², это обеспечит выпас 20 тыс. голов овец с 6-километровым радиусом отгона от подземных водоисточников. Наиболее благоприятные гидрогеологические условия для обводнения пастбищ при наличии водоносных горизонтов (комплексов) с минерализацией подземных вод 1—5 г/л и до 1,0 г/л и постоянным расходом в единичных пунктах 0,15 л/с с общим количеством 0,6 л/с. Поставленные задачи решаются проведением среднемасштабных съемок. Поэтому обводнение пастбищ не требует выполнения значительного комплекса гидрогеологических исследований. Исключение составляет комплекс работ, направленных на обоснование использования подземных вод для целей мелкооазисного орошения. Проводимые при этом гидрогеологические исследования аналогичны поискам и разведке подземных вод.

Зона орошаемого земледелия характеризуется наибольшей интенсивностью водохозяйственной деятельности(табл. 2, 3). Обусловлено это тем, что «по выходу продуктов один гектар поливной пашни равен 6—7 га богарной пашни, 50 га горных и 100 га пустынных пастбищ» (Лапкин, Пальмин, 1974). Получение значительного количества продукции с земель орошаемого земледелия требует больших капитальных вложений в их освоение и проведения сложного комплекса ирригационно-мелиоративных работ (табл. 2, 3). Это связано с тем, что освоение земель и введение на орошаемых землях систем сельского хозяйства изменяют гидрогеологические условия, ухудшают мелиоративное состояние, способствуют заболачиванию и «вторичному» засолению земель. Все эти процессы генетически связаны с подземными водами и особенностями гидрогеологических условий отдельных орошенных и осваиваемых земель.

В пределах республики имеются большие перспективы расширения орошаемого земледелия (табл. 3). Освоение его предопределяется почвенно-климатическими условиями и наличием источников оросительной воды. При этом общие гидрогеологические условия оцениваются по результатам среднемасштабных съемок, выполняемых планомерно по всей площади республики. Исходные данные для обоснования мелиоративного строительства и освоения территорий проектные организации получают по результатам крупномасштабных съемок отдельных площадей, которые проводятся по заказу министерств мелиорации, водного и сельского хозяйства. Перечень видов и объемов гидрогеологических исследований определяется из разработанных и утвержденных методических положений (Методическое руководство, 1972).

Результаты гидрогеологических исследований позволяют выбирать под орошение площади с наиболее благоприятными гидрогеолого-мелиоративными условиями или определять комплекс ирригационно-мелиоративных работ, необходимый для обеспечения оптимальных условий систем ведения орошаемого сельского хозяйства. В этом случае объем и виды гидрогеологических исследова-

Таблица 2

Ирригационно-мелиоративные работы в сельском хозяйстве Узбекской ССР (данные Зиядуллаева, 1972, СОПСа, 1974)

Мероприятие	Восьмая пятилетка			Девятая			Десятая		
	мощность	объем кап. вложения, млн. руб	стоим. ед. работ (га), тыс. руб	мощность	объем кап. вложж., млн. руб	стоим. ед работ (га), тыс. руб	мощность	объем кап. вложж., млн. руб	стоим. ед. работ (га), тыс. руб
Объем капитальных вложений в сельское хозяйство, млн. руб.	—	3567,7	—	—	6852	—			
из них в водохозяйственное строительство	—	1600,7	—	—	3527	—			
Орошение новых земель (без Главсредазирсовхозстроя), тыс. га	—	—	—	260	690	2,8	273	725	3,4
Улучшение мелиоративного состояния земель, тыс. га	434,2	—	—	615	246,0	0,4	199	80,0	0,4
Реконструкция и переустройство внутрихозяйственной сети, тыс. га	—	—	—	250	356	1,42	335	475	1,41
Капитальная планировка, тыс. га	251	—	—	230	46,0	0,20	320	640	0,20
Техническое улучшение магистральной сети				—	115,0	—	—	230	—
Противоселевые и противопаводковые мероприятия	—	—	—	—	44,0	—	—	24,0	—
Отвод грунтовых вод	—	—	—	—	50,0	—	—	50,0	—
Переустройство оросительных систем и повышение их водообеспеченности, тыс. га	649	—	—	750	—	—	—	—	—
Реконструкция водохозяйственных сооружений на ранее обводненных пастбищах, тыс. га	4213	—	—	3500	—	—	—	—	—
Ввод в действие ирригационно-подготовленных земель с механической подачей воды для орошения, тыс. га	31,1	—	—	139,3	—	—	—	—	—

Резервы освоения земель по Узбекистану на долгосрочную перспективу полезного действия (по сведениям Министерства сельского хозяйства

Область	Существующее орошение	Резервы земель, пригодных для орошения	Возможно оросить по запасу в источн. орошен.	Резервы орошен.	Оросительные поливные нормы на 1970 г., м³/га
Ташкентская	325	97	395	27	8914
Сырдарьинская	390	840	718	512	7884
Ферганская	285	105	340	50	8100
Наманганская	210	90	260	40	8100
Андижанская	260	60	320	—	7680
Самаркандская	314	470	392	392	6150
Бухарская	235	608	400	443	9800
Кашкадарьинская	157	1022	1019	160	9746
Сурхандарьинская	202	229	280	151	9746
Хорезмская	155	125	255	25	9100
КК АССР	217	845	517	465	15330
Итого	2750	4491	4976	2265	—

ний в первую очередь зависят от размеров площадей орошаемого земледелия и геолого-гидрогеологических условий.

По данным СОПСа (1974, табл. 3), из 4491 тыс. га, пригодных для орошения, 2052 отнесены к классу ниже средних, требующих промывных поливов в 20—30 м³/га и интенсивного дренажа 20—40 пог.м/га. На класс худших земель приходится 1627 тыс. га, потребность в мелиорации которых составляет: промывные поливы 20—30 м³/га и более, дренаж 40—50 пог. м/га. Средний класс качественной оценки земель занимает 690 тыс. га с потребностями в мелиорации по промывным поливам 10—20 м³/га и дренажу 20—40 пог.м/га. Освоение земель указанных классов потребует выполнения работ по противоэрозионным мероприятиям. Класс хороших земель занимает лишь 112 тыс. га, потребность их в мелиорации незначительная: промывные поливы 5—10 м³/га, дренаж до 20 пог.м/га.

Следовательно, резерв земель, пригодных для орошения на перспективу, характеризуется преобладанием ниже средних и худших классов, составляющих 82,1% всей площади, что требует выполнения специальных для целей мелиорации видов и объемов гидрогеологических работ. Затраты на ирригационно-мелиоративные работы по поддержанию орошаемых земель в благоприятном мелиоративном состоянии составляют 59,4—72,1% от стоимости орошения новых земель (табл. 2). Поэтому наряду с проведением комплекса гидрогеологических и инженерно-геологических работ возникает задача выполнения их такими методами, которые бы позволяли снижать затраты.

Повышение водообеспеченности на землях существующего орошения намечено осуществлять путем увеличения коэффициента

Таблица 3

(тыс. га), по данным СОПСа, значения оросительных норм, коэффициентов УзССР), распределение осушительного и рассолительного дренажа (Дзевенцкий, 1964)

КПД при 75 % водообеспеченности	Протяженность открытой коллекторно-дренажной сети					
	осушительный дренаж		рассолительный дренаж		итого	
	км	%	км	%	км	%
0,62	3776	37,6	429,9	1,8	4205,9	12,4
0,66	154	1,5	4736,0	19,7	4890,0	14,4
0,62	99	1,0	7199,0	30,0	7298,0	21,4
0,62						
0,58	2780	27,7	4377,4	18,3	7177,4	21,1
0,58	1864	18,5	—	—	1864,0	5,5
0,55	—	—	2219,2	9,3	2219,2	6,5
0,68	194,7	1,9	284,4	1,2	479,1	1,4
0,68	1187,6	11,8	183,0	0,8	1370,6	4,0
0,58	—	—	3451,0	14,4	3451,0	10,1
0,56	—	—	1077,5	4,5	1077,5	3,2
—	10055,3	100,0	23977,4	100,0	34032,7	100,0

полезного действия (КПД) оросительных систем до 80—85% (Производительные силы Узбекистана..., 1974). В результате этого мероприятия КПД водообеспеченности возрастает на 0,12—0,29 (табл. 3) и на такую же величину сократится питание водоносных горизонтов, комплексов и соответственно изменится структура общего водного баланса и баланса подземных вод. Это потребует проведения гидрогеологических работ для прогноза изменения гидрогеологических условий и разработки рекомендаций по оптимальным системам ведения сельского хозяйства на землях существующего орошения.

Интенсивное освоение новых земель (табл. 3) обусловило широкое использование подземных вод на орошение. В Узбекской ССР из 3915 оросительных скважин отбирается 108,5 м³/с подземной воды, что позволило оросить более 150 тыс. га поливных земель (Хамидов, 1978). Прогнозная потребность в подземной воде для орошения по УзССР составляет в расчете на среднегодовой отбор 140 м³/с, что вместе с существующим забором в перспективе 248,5 м³/с. Отбор столь значительного количества подземных вод на орошение резко изменит почвенно-мелиоративные и гидрогеологические условия, снизит уровень подземных вод, повысит нормы поливов, нарушит луговой процесс почвообразования.

Это убедительно доказывается рядом выполненных исследований на территории СССР, результаты которых опубликованы в материалах симпозиума международной ассоциации гидрогеологов, проходившего в Вильнюсе (Ходжибаев, Гейнц, Волков, Ефремов, Коробейников, Печерин, Усенко, Альтишуль, Золотник и др., 1979). Поэтому предложено до решения вопроса широкого использования подземных вод на орошение завершить схему комплексного исполь-

зования подземных вод в увязке с водохозяйственным балансом поверхностных источников орошения, утвердить эксплуатационные запасы на всех действующих групповых водозаборах, построенных ранее без разведочных работ и подсчета запасов, выполнить проектное, технико-экономическое, детальное гидрогеологическое обоснование строительства и эксплуатации скважин для сезонного и многолетнего регулирования водообеспеченности оросительных систем в маловодные годы за счет отбора подземных вод, ввести в эксплуатацию утвержденные в ГКЗ и ТКЗ запасы подземных вод, разведанные на территории Узбекистана для хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения, мелкооазисного и регулярного орошения; после этого приступить к составлению побассейновых схем комплексного многоцелевого использования поверхностных и подземных вод с технико-экономическими расчетами эффективности использования подземных вод на орошение и экологической оценкой целесообразности этого мероприятия с учетом обеспечения требований по охране окружающей среды и предотвращения от истощения и загрязнения подземных вод.

На основе этих разработок должен быть установлен перечень конкретных месторождений подземных вод, гидрогеологическая и почво-мелиоративная изученность которых позволяла бы выполнить поисковые и разведочные работы для определения величины запасов подземных вод, которые могут быть рекомендованы на орошение с учетом соблюдения интересов хозяйственно-питьевого водоснабжения и безущербного отбора для поверхностного стока. Это обусловливает выполнение значительного объема и разных видов гидрогеологических работ на перспективу.

Горно-предгорная зона охватывает несколько агропочвенных районов богарного земледелия, пустынных и предгорных пастбищ, лесного хозяйства, высокогорных пастбищ (Система ведения сельского хозяйства УзССР, 1973). Первые два района в основном характеризуют предгорную подзону, а остальные — горную.

Удовлетворение запросов объектов народного хозяйства предгорной подзоны в гидрогеологических исследованиях по содержанию не отличаются от требований, предъявляемых к пустынно-пастбищной зоне. В основном это поиски и разведка подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и использования подземных вод на мелкооазисное орошение. Виды и объемы гидрогеологических работ определяются конкретными заявками потребителей на подземные воды. Однако в последние годы земли предгорной подзоны интенсивно осваиваются под орошаемое земледелие. Поэтому здесь выполняется и будет производиться значительный комплекс гидрогеологических исследований, необходимых для мелиоративного строительства.

Земли предгорной подзоны по гипсометрическому положению находятся выше земель зон орошаемого земледелия. Их освоение приведет к подтоплению прилегающих освоенных земель. В связи с этим возникает необходимость выполнения таких видов и объемов

гидрогеологических исследований, результаты которых позволили бы разработать и осуществить рекомендации по предотвращению подтопления нижележащих земель и исключить возможность проявления геодинамических процессов и явлений. Кроме того, земли предгорной подзоны прилегают к горным массивам, в пределах которых формируются селевые потоки. Поэтому освоению земель должны предшествовать инженерно-геологические работы в комплексе с гидрогеологическими исследованиями, результаты которых позволяли бы выбирать под освоение селебезопасные территории.

Горная подзона охватывает Чаткальский, Пскемский, Угамский, Каржантауский, Кураминский, Гиссарский, Зарафшанский, Туркестанский хребты, Нуратинские, Каратюбинские, Зирабулак-Зиаэтдинские горы. Действующие и вновь вводимые здесь горнорудные предприятия, курорты, санатории, зоны отдыха, пионерские лагеря требуют решения вопросов хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения, разработки мер по охране окружающей среды, что вызывает необходимость проведения различных видов и объемов гидрогеологических работ.

Приведенная выше характеристика экономического, промышленного и сельскохозяйственного производства Узбекской ССР показывает, что различные отрасли народного хозяйства выдвигают на повестку дня решение многих гидрогеологических задач. Кроме того, значительный рост численности населения увеличит спрос на хозяйственно-питьевое водоснабжение. Это, в свою очередь, потребует возрастающих темпов поисковых, разведочных работ на подземную воду и ввод в действие новых водозаборов. Решение этой задачи осложняется изменением минерализации речной воды в р. Зарафшане, Амударье, Сырдарье (Туляганов, Гейнц, Ходжибаев и др., 1976, 1978). В связи с этим в последнее время в Узбекистане интенсивно проводятся работы по искусственному магазинированию подземных вод, которые позволят решить поставленную проблему на действующих водозаборах и опоисковать территорию республики с целью выявления новых доброкачественных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. При отсутствии их перед гидрогеологической службой встанет новая задача поисков и разведки слабо солоноватых и соленых вод для водоснабжения путем опреснения. Опыт решения подобной проблемы имеется в СССР и за рубежом (Колодин, 1975).

Узбекская ССР богата различными типами минеральных, промышленных и термальных вод (Туляганов, Ходжибаев и др., 1976). Многие санаторно-лечебные, профилактические учреждения и заводы розлива используют азотно-щелочные термы. В районе курорта Чартак получены сульфатно-хлоридные натриевые воды, применяемые как питьевые минеральные. Достаточно высокими лечебными свойствами обладают минеральные воды, используемые в водолечебницах Ситоран-Мохи-Хоса, Нагорная и др.

Йодо-бромные воды с повышенным содержанием йода и брома вскрыты на плато Устюрт, в низовьях р. Амударьи, Бухарской,

Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областях и в Ферганской котловине. По предварительной технико-экономической оценке к перспективным площадям для поисков промышленных вод отнесено плато Устюрт и часть равнинной территории Сурхандарьинской области.

Сероводородные минеральные воды в основном распространены в Ферганской котловине (Шорсуйское, Северо-Сохское, Палванташское, Андижанское, Ходжиабадское, Чимионское, Чонгаринское, Гальчинское, Риштанское месторождения и др.) и в Сурхандарьинской области.

Рассольные минеральные воды обнаружены в Ферганской котловине, Сурхандарьинской, Каршинской областях и на севере Каракалпакской АССР, но недостаточно используются в бальнеологии, хотя высокоэффективные лечебные качества их подтверждены многолетней практикой курорта Чартак.

В связи с глубоким залеганием и незначительной величиной эксплуатационных запасов различных типов минеральных, термальных, промышленных вод в артезианских бассейнах и экономической нецелесообразностью их использования в горных массивах из-за сложности горно-геологических условий поиск и разведка их велись на ограниченных площадях и с небольшим количеством объектов (Гидрогеология СССР, т. XXXIX, Узбекская ССР, 1971). Однако с разработкой новых гидрогеологических методов прогноза землетрясений (Г. А. Мавлянов, А. Н. Султанходжаев) и в связи с прогнозами на обнаруживание промышленных месторождений различных типов минеральных, термальных, промышленных вод в Узбекской ССР (Г. В. Куликов, А. С. Хасанов, А. Н. Султанходжаев, Д. С. Ибрагимов и др.) многие республиканские организации Госстроя СССР, министерства здравоохранения и пищевой промышленности резко повысили интерес к изучению подземных вод глубинной гидросферы.

Таким образом, отличительные особенности современного этапа гидрогеологических исследований — интенсивное вовлечение в возрастающем объеме различного качества подземных вод и результатов гидрогеологических исследований в сферу общественного производства, наличие определенного спада в ухудшении природной продуктивности водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости и вследствие этого усложненности решения поставленных задач. Такая тенденция для геологоразведочных работ установлена Ю. А. Соколовским (1974), для природных ресурсов—М. Н. Лойтером (1974) и естественных ресурсов — А. А. Минцем (1972) и т. д. Они в качестве нейтрализующих факторов выдвигают повышение роста общественной производительности труда, внедрение достижений научно-технического прогресса, увеличение масштабов добычи, совершенствование технологии, воспроизводство запасов на основе увеличения объема производства. Вместе с тем отмеченное положение послужило началом разработок по экономической сущности разведанных запасов полезных ископаемых (Фейтельман, 1969;

Соколовский, 1974), земельных, водных, естественных ресурсов, рассолительного дренажа (Дзевенцкий, 1967; Минц, 1972; Лойтер, 1974). Поскольку подземные воды являются либо категорией разведанных запасов, либо составной частью водных ресурсов или рассолительного дренажа, следует отдельно рассмотреть их экономическую сущность и определить назначение и расположение гидрогеологических исследований в производительных силах Узбекской ССР.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОГО ПРОЦЕССА

Многочисленными исследованиями по экономике геологоразведочных работ доказывается, что эта отрасль народного хозяйства является материальной сферой производства (Быховер и др., 1968; Винниченко, Егорин, 1978; Кобахидзе, 1977; Косов, Каганович, 1967; Минашкин, 1977; Моссур, Тищенко, 1975; Соколовский, 1974; Фейтельман, 1969; Храмов, 1968; Хрущов, 1967; и др.). Гидрогеологические исследования входят в состав геологоразведочных работ, поэтому также являются составляющими материального производства.

Основная цель гидрогеологических исследований — изучение состава, происхождения, движения, закономерностей распространения подземных вод, взаимной связи их с атмосферными, поверхностными, глубинными процессами земной коры, форм и условий воздействия человека на подземные воды (забор, удаление, накопление, перераспределение и пр.), их хозяйственного значения. Из этого следует, что часть гидрогеологических исследований с экономической точки зрения является объектом приложения человеческого труда для извлечения, удаления подземных вод и придания им формы, пригодной для личного или производственного потребления, и выступает как предмет труда (гидрогеологические исследования для целей мелиорации земель, выполнение режимных и балансовых исследований, обеспечивающих условия повышения урожайности орошаемых и вновь осваиваемых земель).

Магазинирование подземных вод направлено на получение требуемого количества и качества подземных вод. Водоснабжение населения чистой питьевой водой обусловливает изыскание заданного количества и особенно качества подземных вод. Цель работы по охране подземных вод от истощения и загрязнения — не допускать изменения качества и количества их в общем почвенно-мелиоративном и экологическом процессе вследствие активной деятельности человека. Солоноватые и соленые подземные воды в пустынной зоне республики широко распространены. Чтобы использовать их для водопоя скота, необходимо знать, где заложить скважины и какой можно получить расход для обоснования обводнения пастбищ. Поставленные задачи решаются по результатам гидрогеологических

съемок. В этом случае сооружение скважин и доказательство возможности получения максимального расхода с прогнозом качественного изменения состава подземных вод по существу сводится к приданию подземной воде формы, пригодной для потребления.

Изучение гидрогеологических условий нефтяных, газовых месторождений, обводненности месторождений твердых полезных ископаемых и строительных материалов позволяет разрабатывать оптимальную с точки зрения обводненности эксплуатацию месторождений. В этом случае «придание формы» подземной воде состоит в удалении ее лишнего количества или улучшении качества.

Приведенные примеры показывают, что конечные результаты гидрогеологических исследований выступают как предметы труда для сельского, водного хозяйства, химической, горнорудной, нефтяной и газовой промышленности, являющихся материальной сферой производства.

Главная составляющая любого материального производства — средства труда (земля, орудия производства, производственные здания и т. д.), при помощи которых человек воздействует на предметы своего труда. Подобно тому как земля является освоенным средством труда в сельском хозяйстве, так и разведанные запасы подземных вод на осваиваемых месторождениях в совокупности представляют базу производства и основное средство труда в водоснабжении, теплофикации, при использовании подземных вод на мелкооазисное орошение в пустыне, временное или постоянное орошение в зоне поливного земледелия Узбекистана. Подземная вода широко используется как рабочее тело при добыче и обработке различных полезных ископаемых.

Вода в почве (подземная) — одно из важнейших условий почвенного плодородия. В гидрогеологии решением практических задач изыскания источников использования и каптажа подземных вод для водоснабжения, орошения, курортно-санаторного лечения и добычи из подземной воды различных солей и некоторых химических элементов занимается раздел научного направления, называемый «Поиски и разведка подземных вод» (Биндеман, 1963; Каменский, 1943; Овчинников, 1954; Плотников, 1959, 1965; Язвин, 1974; Мирзаев, 1974; и др.). Поэтому комплекс гидрогеологических исследований, связанный с поисками и разведкой подземных вод, отнесен к средствам труда в материальном производстве.

Данные, приведенные в трудах А. А. Минца, (1972), М. Н. Лойтера (1974) для естественных и природных ресурсов, Г. Я. Дзевенцкого (1967) — для оросительной воды в экономическом значении уровня грунтовых вод при рассолительных мелиорациях, Ю. А. Соколовского (1974) — для разведанных запасов полезных ископаемых о двойственном характере как предметов и средств труда земельных водных ресурсов, полезных ископаемых, приемлемы для гидрогеологических исследований подземных вод.

Предметы и средства труда в совокупности образуют средства производства, которые являются элементами производительных

сил. В существующей практике эти две таксономические единицы объединены под рубрикой «геологоразведочные работы» и имеют единые принципы планирования, финансирования и составления проектно-сметной документации (Винниченко, Егорин, 1978). Исходя из экономической сущности, это положение нельзя признать правильным.

Согласно марксистско-ленинскому учению о производительных силах, *«первая производительная сила всего человечества есть рабочий, трудящийся»*.[1] Это главная, ведущая, составляющая производительных сил всех гидрогеологических исследований, так как различные виды полевых, тематических и научно-исследовательских работ выполняются работниками гидрогеологической службы, имеющими специальную подготовку и обладающими определенными навыками.

Большое значение в составе производительных сил имеет гидрогеология — наука, по определению А. А. Макеева, о подземных водах и процессах взаимодействия подземной гидро-, лито-, атмо-, биосферы и человека (Справочник по гидрогеологии и инженерной геологии. М., 1961).

Изучение подземных вод объединяет большой комплекс гидрогеологических исследований, выделяемых иногда в самостоятельные разделы. Динамика подземных вод исследует виды движения воды в горных породах, региональная гидрогеология выявляет закономерности распространения и условия залегания подземных вод, гидрогеохимия — химический состав подземных вод и процессы взаимодействия воды и породы.

Указанные гидрогеологические исследования ведущими гидрогеологами относятся к научным теоретическим направлениям, определяющим систему основных знаний о законах развития гидрогеологических процессов в различных сферах земной коры (Абрамов, 1955; Аравин, 1955; Бабушкин, 1955; Бочевер, 1961; Веригин, 1961; Зайцев, 1963; Игнатович, Каменский; 1935, 1943, 1959; Карцев, 1964; Кунин, 1959; Ланге, 1959; Митгарц, 1965; Овчинников, 1954; Роговская, 1971; Саваренский, 1935; Семихатов, 1954; Толстихин, 1959; Шестаков, 1965; и др.). Это вполне обоснованно, так как по указанным гидрогеологическим исследованиям специальные полевые работы не выполняются. Их разработки основываются на достижениях смежных наук, научном обобщении фактического материала других направлений гидрогеологических исследований, выполнении лабораторных и опытно-экспериментальных работ. Поэтому в большинстве случаев работы по динамике подземных вод, региональной и глубинной гидрогеологии, а также гидрогеохимии выполняются подразделениями системы Академии наук СССР и высших учебных заведений, научно-исследовательскими институтами Министерства геологии СССР при участии тематических партий и экспедиций. В силу специфичности научных разработок на них выделяются

[1] Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 38, с. 359.

специальные ассигнования по науке. Способы их планирования, составления программ, смет и финансирование отличаются от геологоразведочных работ и определены специальными положениями (Башин, 1966; Небесный, 1977; Лахтин, 1969).

Кроме динамики подземных вод, региональной, глубинной гидрогеологии, гидрогеохимии, в состав гидрогеологической науки входят радиогидрогеология, нефтяная, рудничная гидрогеология, режим и баланс подземных вод, охрана подземных вод от истощения и загрязнения, мелиоративная гидрогеология, объединяющая исследования по выявлению условий применения дренажа, гидрогеологического обоснования строительства сельскохозяйственных, водохозяйственных и промышленных объектов. Отнесение их к предметам труда не означает, что они не имеют собственных научных разработок. Каждое гидрогеологическое направление имеет научно-методологические основы, которые широко используются в гидрогеологическом процессе выполнения работ.

Общая схема распределения гидрогеологических исследований по элементам производительных сил и составляющим геологоразведочного процесса приведена в табл. 4. Для выделенных таксономических единиц важно установление единицы измерения конечной продукции. К сожалению, кроме поисков и разведки подземных вод, где за единицу конечной продукции принято количество разведанных запасов ($м^3$/сут или л/с), для остальных гидрогеологических исследований она не установлена. В практике обычно используются физические, стоимостные, трудовые измерители геологоразведочных работ, которые служат единицами измерения гидрогеологической продукции (Моссур, Тищенко, 1975). Однако строгой зависимости между физическими объемами и их стоимостным выражением нет, так как стоимость какого-то вида работ при прочих равных технологических условиях зависит еще от горно-геологических условий (категории буримости пород, надбавки к заработной плате и т. д.).

Учет конечной продукции по трудовым измерителям практического применения не получил. В связи с этим данный вопрос был предметом специального рассмотрения применительно к геологоразведочным работам на нефть и газ В. Ф. Дунаевым и М. К. Миловидовым (1973) и для научно-исследовательских работ Г. А. Лахтиным (1969), Б. Т. Кузнецовым (1975). В результате проработок установлено, что основа труда исследователя — количество полученной информации. Поэтому предлагается использовать для гидрогеологических исследований, отнесенных к «науке» (табл. 4), понятие информации первого рода, предложенное Г. А. Лахтиным (1969): «это то новое, никому ранее не известное, что получает исследователь в результате эксперимента».

Гидрогеологические исследования, отнесенные к предметам труда (табл. 4), предлагается по тем же разработкам измерять качеством информации «второго рода», понимая под этим полученную информацию от уточнения, корректировки, детализации известной ранее информации первого рода. Использование предложенного

Таблица 4

Распределение гидрогеологических исследований по элементам производительных сил и составляющим геологоразведочного процесса

Производительные силы	Средства производства	Гидрогеологическое исследование	Конечная продукция	Выдача геологических заданий
Наука		Динамика подземных вод, региональная и глубинная гидрогеология, гидрогеохимия	Информация первого рода	Научно-исследовательские, издательские, тематические работы
Средства производства	Предметы труда	Режим и баланс подземных вод, выявление условий применения дренажа, охрана подземных вод от истощения и загрязнения, изучение гидрогеологических условий для обеспечения строительства промышленных, гражданских, сельскохозяйственных и водохозяйственных объектов	Информация второго рода	Геологоразведочные работы, не связанные с поисками и разведкой месторождений полезных ископаемых
		Изучение вод нефтяных, газовых месторождений и обводненности месторождений твердых полезных ископаемых, радиогидрогеология		Геологоразведочные работы на нефть, газ, твердые полезные ископаемые
		Гидрогеофизика		Региональные геофизические работы либо работы на подземные воды
	Средства труда	Поиски и разведка подземных вод	Разведанные запасы	Геологоразведочные работы на подземные воды (пресные, термальные, минеральные)

способа позволит дать оценку продукции всех таксономических единиц гидрогеологических исследований (табл. 4).

Отметим, что в практике планирования геологоразведочных работ производится деление этого процесса на отдельные составляющие при выдаче геологических заданий на проведение региональных геологосъемочных, геофизических и геологоразведочных работ на нефть, природный газ и твердые полезные ископаемые, на подземные воды и работ, не связанных с поисками и разведкой месторождений полезных ископаемых (Винниченко, Егорин, 1978). Однако это деление не имело экономической расшифровки. Выполненное распределение гидрогеологических исследований позволило установить положение каждого в элементах производительных сил и геологоразведочном процессе, что во многом облегчит анализ технико-экономических показателей и результатов выполненных видов, объ-

емов работ. Вместе с тем оно показывает сложность организации, проведения, планирования и управления гидрогеологическими исследованиями, поскольку для успешного развития гидрогеологической науки в целом необходимо разрабатывать оптимальные текущие, перспективные соотношения между элементами производительных сил, средств производства и составляющими геологоразведочного процесса. Решение этой проблемы связано с выработкой стратегии и тактики исследований (Гельтан, 1975; Марголин, 1976; Лахтин, 1969; Уайт, 1973; Израэль, 1979; Скопцов, 1979).

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Общая характеристика геолого-гидрогеологических условий

Территория Узбекской ССР характеризуется сложным геологическим строением и значительной изменчивостью гидрогеологических условий, обусловленных геоструктурной неоднородностью и различной историей развития крупных геолого-тектонических структур. Геологическое строение и характеристика гидрогеологических условий республики рассмотрены в трудах Р. В. Бородина (1960), М. Т. Бурак(1968), А. С. Вишнякова (1978), В. А. Гейнца (1971), Н. А. Кенесарина (1959), М. М. Крылова (1959), Г. В. Куликова (1975), Г. А. Мавлянова (1958), С. Ш. Мирзаева (1974), К. А. Набиева (1978), Л. А. Островского, Н. И. Плотникова (1972), В. И. Фомина (1969), А. Н. Султанходжаева (1971), Х. Т. Туляганова (1969), А. С. Хасанова (1976), Н. Н. Ходжибаева (1970, 1975) и др. По характеристике геолого-гидрогеологических условий Узбекской ССР в последующем изложении приводятся сведения, необходимые для понимания основных задач работы. Большинство исследователей считает, что территория Узбекской ССР входит в две гидрогеологические области: горно-складчатую (Тяньшаньскую), включающую горные поднятия и межгорные впадины, и платформенную (Туранскую).

Горные массивы охватывают Чаткало-Кураминскую, Нурата-Туркестанскую, Гиссаро-Зарафшанскую системы гор, юго-западные отроги Гиссара, Центральные Кызылкумы и включаются в одноименные гидрогеологические районы. Водовмещающей средой являются карбонатные, интрузивные, эффузионно-осадочные, метаморфизованные песчано-сланцевые породы допалеозой-палеозойского возраста, терригенные мезозойские и рыхлообломочные четвертичные отложения (рис. 1). Источники питания подземных вод — атмосферные осадки, талые воды снегов и ледников.

Резкая расчлененность рельефа, ограниченная мощность трещиноватой зоны коренных пород, расположение на высоких гипсометрических отметках по отношению к руслам рек и значительная

глубина эрозионных пропилов способствуют хорошему стоку подземных вод.

Высокогорный пояс с отметками более 3000—5000 м развит в Чаткало-Кураминской и Гиссаро-Зарафшанской горных системах. Так как он расположен выше снеговой линии, формирование подземных вод зависит от температурного изменения воздушных масс. По склонам гор и руслам водотоков значительно развиты флювиогляционные, пролювиальные, делювиальные и коллювиальные четвертичные отложения, перекрывающие на 0,5—10 м палеозойские породы. Образуясь при таянии снега и ледников, вода фильтруется в глыбо-валунные и галечниковые отложения и формирует многочисленные выходы подземных вод, которые генетически тяжело отличить от поверхностных или атмосферных осадков.

Среднегорный пояс с отметками 1000—3000 м характерен для всей республики. Здесь выпадает наибольшее количество атмосферных осадков, расходы родников колеблются от 1—2 до 10—20 л/с. Родники с наибольшими расходами приурочены к карбонатно-карстовым породам. Подземные воды среднегорья полностью разгружаются в области их формирования.

Низкогорный пояс с отметками 1000 м охватывает горные возвышенности Центральных Кызылкумов, Зирабулак-Зиаэтдинские горы. Относится к территориям с очень малым увлажнением, свойственным зоне пустынь, в результате этого родники встречаются редко, их расход 0,001—2 л/с. Большая часть образующихся запасов подземных вод поступает транзитным стоком во впадины и артезианские бассейны.

Благодаря свободному подземному стоку и циркуляции в слаборастворимых водовмещающих породах подземные воды высокогорья ультрапресные, с плотным остатком менее 0,5 г/л, гидрокарбонатно-кальциевого состава. В среднегорном поясе минерализация возрастает до 1,0 г/л, по составу преобладают гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево- или натриево-магниевые подземные воды. В низкогорном поясе из-за затрудненных и неоднородных условий водообмена минерализация их в четвертичных отложениях и трещинно-карстовых зонах тектонических нарушений увеличивается до 1—1,5 г/л.

В артезианских бассейнах юго-западных отрогов Гиссара в области питания известняков подземные воды гидрокарбонатно-кальциевые с плотным остатком 0,2—0,4 г/л, в остальных отложениях формируются слабосолоноватые сульфатные кальциевые с плотным остатком 2,5—3 г/л. С продвижением к области транзита и расходования подземные воды приобретают пеструю минерализацию от 3 до 12 г/л.

Своеобразные специфические условия образования подземных вод имеет Центрально-Кызылкумское поднятие. Подземные воды палеоцен-верхнемеловых и верхнемеловых отложений распространены в Тушкуринской и Каракатинской впадинах. Водовмещающие породы — пески, песчаники, известняки общей мощностью от 30—

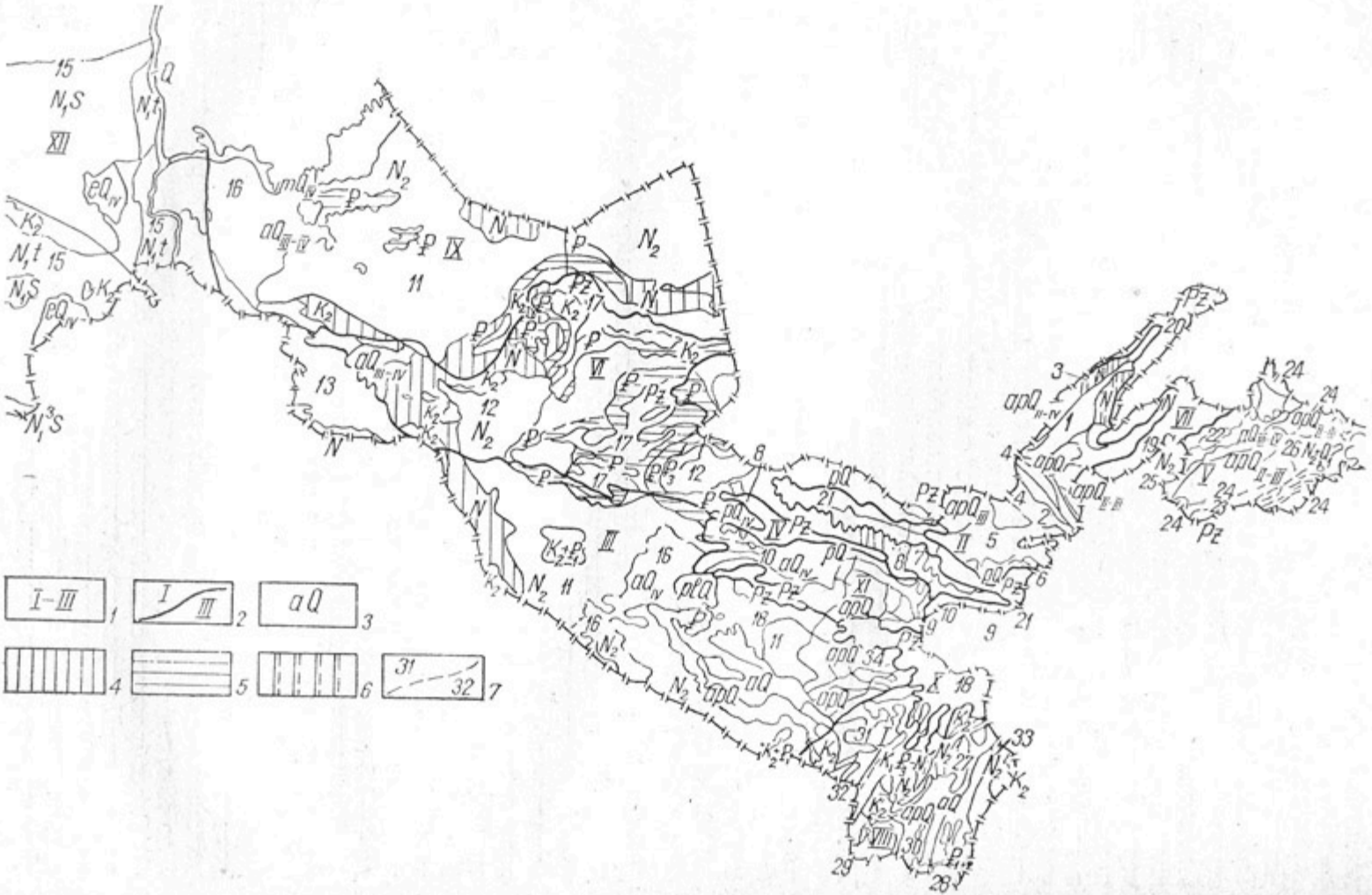

I–III 1
I III 2
aQ 3
4
5
6
31 32 7

Рис. 1. Распространение водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости Узбекской ССР (Гидрогеология СССР, т. XXXIX, Узбекская ССР, 1971).

1—гидрогеологические районы; *2*—граница между гидрогеологическими районами; *3*—геологический индекс соответствует генезису и возрасту водосодержащих пород; *4*—водоупорные породы, выходящие на поверхность земли; водопроницаемые, по практически безводные породы: *5*—неогенового, *6*—олигоцен-миоценового возраста; *7*—номер типовой литологической колонки и граница между ними.

70 до 100—200 м. Водоносный комплекс напорный, залегает на глубине от 100—180 до 250—400 м. Расходы скважин в Ташкуринском бассейне при отсутствии самоизлива составляют 0,5 л/с при понижении на 30 м. В Каракатинской впадине расходы самоизливающихся скважин 30—50 л/с, иногда до 100—110 л/с. Минерализация подземных вод изменяется от 1,5—3 до 3,5—4,2 г/л.

Верхнемеловой водоносный горизонт — основной для остальных мелких артезианских бассейнов Центральных Кызылкумов. Водоносные породы — пески и песчаники, залегающие на глубине от 20—90 до 300—400 м. Водоносный комплекс напорный, мощность его изменяется от 25—35 до 70—150 м. Расходы скважин от 3—6 до 15—20 л/с при понижениях 10—25 м. Общая минерализация подземных вод колеблется от 0,3 до 9,6 г/л, но преобладает до 3,0 г/л.

Подземные воды в горных массивах используются для водоснабжения населенных пунктов, рудников, курортов, зон отдыха, в отгонном животноводстве, для орошения небольших приусадебных участков по долинам рек.

Прогнозные динамические запасы подземных вод горных массивов, прилегающих к территории УзССР, составляют 398,7 м³/с (Мирзаев, 1974). Подземный отток с гор равен 60,4 м³/с.

Породы палеозойского возраста, слагающие ядро антиклинальных структур горных массивов Узбекистана, разобщены речными долинами и межгорными впадинами (синклинальными прогибами — Приташкентский, Ферганский, Сурхандарьинский и Зарафшанский), образующими одноименные гидрогеологические районы межгорных впадин (рис. 1).

Осевая часть почти всех впадин представлена речными долинами. С поверхности межгорные впадины сложены рыхлыми или слабосцементированными четвертичными породами, состоящими из грубо-, средне- и мелкообломочного материала. Водовмещающие породы — валунно-галечниковые, галечниковые, гравийные, песчаные, супесчано-суглинистые осадки. Общая мощность их — от первых десятков до нескольких сотен метров. Значения $K_ф$ изменяются от 5 и менее до 80—100 м/сут.

Источники питания подземных вод в основном — поверхностные воды, поступающие во впадины из гидрогеологических массивов, и подземный приток.

По условиям формирования подземных вод в четвертичных отложениях выделяются две зоны: питания, транзитного стока и разгрузки. Зона питания охватывает периферийные части впадин, сложенных крупнообломочными фациями древних и современных конусов выноса. Мощность четвертичных отложений колеблется от 50—100 до 300—500 м и более. Расходы одиночных скважин изменяются от 1—5 до 15,0 л/с при понижении 5—15 м. По химическому составу и общей минерализации подземные воды в галечниках соответствуют речной воде, плотный остаток 0,5 г/л, гидрокарбонатно-сульфатный или гидрокарбонатный, кальциевый и кальциево-магниевый состав. В галечниках и конгломератах с повышенной засоленностью формируются грунтовые воды с минерализацией до 1—2 г/л и преобладанием сульфатов.

Зона транзитного стока и разгрузки подземных вод занимает внутренние части Ферганской, Голодностепской, Зарафшанской, Сурхандарьинской, Галля-Аральской, Койташской, Нуратинской впадин, включая периферии конусов выноса и аллювиальные равнины главных рек Узбекистана. Уменьшение площади поперечного сечения потоков способствует приобретению водоносными горизонтами и комплексами гидростатического напора. Взаимоотношение потоков подземных вод с дневной поверхностью определяется соотношением между пропускной способностью водоносного комплекса и притоком из области питания. В большинстве случаев приток превышает подземный отток и баланс устанавливается за счет частичной разгрузки подземных вод в виде площадного родникового, руслового выклинивания.

Основные водоносные горизонты и комплексы (безнапорные и напорные) залегают на различных глубинах — от 0,5 до 100—450 м, мощность их от 10—50 до 100—450 м. Практический интерес представляют первые от поверхности водоносные горизонты и комплексы, подземные воды используются для питьевого водоснабжения, орошения, обводнения пастбищ и промышленных целей.

В мезозойских и третичных отложениях межгорных впадин распространены напорные воды, различные по качеству и количеству. В песчано-галечниковых прослоях верхнего неогена скапливается незначительное количество пресных вод с пестрым химическим составом.

В морских и континентальных отложениях палеогена формируются преимущественно высокоминерализованные часто термальные воды хлоридно-натриевого и сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатного, натриево-кальциево-магниевого состава. Лучшим качеством отличаются артезианские воды меловых отложений, представленных конгломератами, песчаниками на известковистом цементе, алевролитами, известняками. Плотный остаток не превышает 1 г/л, характер минерализации гидрокарбонатно-натриевый и гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый. Дебиты скважин изменяются от 5 до 30 л/с при понижениях от 5 до 17,0 м.

Величина прогнозных динамических запасов межгорных впадин

равна 759,4 м³/с. Из них выклинивается в пределах впадин 409,3 м³/с, а в основных водоносных горизонтах и комплексах остается 350,1 м³/с. Соотношение между оставшейся в водоносных горизонтах и комплексах динамических запасов подземных вод и выклинившейся частью составляет 0,86. В горных массивах эта величина на один порядок меньше, т. е. 0,056. Изложенное выше обусловливает необходимость выделения двух систем с разной интенсивностью количественного обмена.

Платформенная гидрогеологическая область охватывает западную и северо-западную части республики — Амударьинский, Сырдарьинский и Устюртский гидрогеологические районы. Водовмещающая толща артезианских бассейнов представлена мезозойско-кайнозойскими отложениями. Условия формирования подземных вод из-за различий геолого-тектонического строения неоднотипны и в основном зависят от региональных и локальных водоупоров в разрезе. Палеогеновый региональный водоупор отделяет безнапорные подземные воды неоген-четвертичных отложений от водоносных горизонтов, приуроченных к верхнемеловым накоплениям, в которых образуются преимущественно артезианские воды.

Подземные воды, приуроченные к неоген-четвертичным отложениям, формируются за счет атмосферных осадков. При очень медленном движении подземных вод и преобладании их разгрузки над испарением образуются соленые подземные воды с минерализацией 10 г/л, практически непригодные в народном хозяйстве.

Подземные воды верхнемеловых и частично палеогеновых отложений расположены на большей глубине и перекрыты сверху региональным палеогеновым водоупором, в результате чего влияние климатических факторов не играет значительной роли. Поэтому минерализация подземных вод в основном до 1—3 г/л, на отдельных участках — 5—10 г/л. Они практически — основной водоносный комплекс для использования в народном хозяйстве.

В Устюртском артезианском бассейне перспективный для обводнения пастбищ и частично мелкооазисного орошения только безнапорный водоносный комплекс, приуроченный к миоценовым отложениям. Глубина залегания его 50—100 м, мощность 30—50 м. Минерализация грунтовых вод изменяется от 2 до 15 г/л, расходы скважин составляют 3—5 л/с при понижении 10 м.

В платформенной гидрогеологической области практическое значение из подземных вод в неоген-четвертичных и четвертичных отложениях имеют приречные, приканальные и подпесчаные линзы пресных вод. Они расположены в дельтах Амударьи, Зарафшана, Кашкадарьи, на отрезке долины Амударьи между поселком Шарлаук и г. Нукусом. Глубина уровня грунтовых вод 3—5 м, мощность водоносного горизонта колеблется от 15—30 до 50—80 м. Расходы одиночных скважин изменяются от 1—10 до 15—30 л/с при понижениях на 5—10 м, минерализация преимущественно до 1 г/л. Основной источник питания приречных линз — фильтрационные потери из рек, каналов. Подземные воды расходуются на испаре-

ние. Приречные и приканальные линзы пресных подземных вод — единственный надежный источник водоснабжения населенных пунктов и городов КК АССР, Бухарской и Хорезмской областей.

На обширных площадях Сырдарьинского гидрогеологического района развиты подпесчаные пресные линзы подземных вод. Они распространены в основном в пределах площадей, занятых эоловыми песками. Водовмещающие породы — пески и песчаники туронской свиты. Мощность водоносного комплекса изменяется от 30 до 150 м при средней величине 30—50 м. Зеркало грунтовых вод залегает на глубине от 15—10 до 80—100 м. Расходы колодцев достигают 10, а скважин 8—11 л/с при понижениях уровня на 2—7 м. Коэффициенты фильтрации пород изменяются от 3,5 до 13 м/сут. Минерализация подпесчаных пресных линз 1—1,5 г/л. Подземные воды используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Подземные воды плиоценовых отложений распространены в восточной части Амударьинского артезианского бассейна, в северных предгорьях Нуратинских гор Сырдарьинского гидрогеологического района. Подробно они описаны А. С. Вишняковым и др. (1978). Водоносный комплекс напорный, залегает на глубине 15—400 м, мощность 30—100 м. Статические уровни устанавливаются на глубине 15—60 м ниже и 5—12 м выше поверхности земли. Водовмещающие породы представлены песками, песчаниками, алевролитами, конгломератами, гравелитами, галечниками. Минерализация подземных вод колеблется от 1,0 до 5 г/л. Расходы скважин изменяются от 0,5 до 15 л/с при понижениях 2—35 м. Основной источник питания водоносного комплекса — атмосферные осадки, подземный приток с гидрогеологических массивов, перетекание из других водоносных горизонтов и комплексов. Рекомендуется использовать подземные воды на водоснабжение, обводнение пастбищ, а в Кашкадарьинской области — на мелкооазисное орошение.

Артезианские воды верхнемеловых отложений служат основными водоносными горизонтами и комплексами для народнохозяйственного использования на огромной территории пустынно-равнинной гидрогеологической области УзССР, Амударьинского, Сырдарьинского гидрогеологических районов, являющихся артезианскими бассейнами. Они представлены верхнемеловыми, палеогеновыми и неоген-четвертичными отложениями. Глубина залегания водоносного комплекса от 0—15 до 700 м. На участках, прилегающих к гидрогеологическим массивам, и в местах выхода верхнемеловых отложений на поверхность водоносный комплекс безнапорный. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется от 0,7 до 10 м/сут. Расходы скважин от 2—8 до 10—25 л/с при понижении уровня от 5—10 до 20—30 м.

Подземные воды верхнемеловых отложений преимущественно пресные и солоноватые с величиной плотного остатка от 1 до 3 г/л, лишь на отдельных участках общая величина минерализации возрастает до 5—10 г/л. Основной источник питания — инфильтрация атмосферных осадков, перетекание из других водоносных горизон-

тов и комплексов, зон трещиноватости. Прогнозные динамические запасы равнинно-низменной пустыни составляют 289 м³/с. Из них в артезианских бассейнах формируется 21,3 м³/с, а на линзы пресных подземных вод приходится 267,7 м³/с. Динамические запасы артезианских бассейнов равнинно-низменной пустыни незначительны, поэтому водообмен между водоносными горизонтами, комплексами и разгрузкой на поверхность по количеству отличается от условий для горных массивов и межгорных впадин.

Краткая характеристика гидрогеологических условий показывает, что на территории Узбекистана по количеству формирующихся запасов как показатели энергетического состояния систем (Зворыкин, Светлосанов, 1976) четко выделяются три таксономические единицы: гидрогеологические массивы, межгорные впадины, равнинно-низменная пустыня с внутренними специфическими гидрогеологическими процессами.

Гидрогеолого-мелиоративные условия Узбекистана приведены в работах Н. А. Кенесарина (1959), М. М. Крылова (1959). По данным Н. Н. Ходжибаева (1970, 1975), территория республики по преобладанию разного вида зональности в распространении грунтовых вод разделяется на две геолого-структурные и ландшафтно-географические провинции: геосинклинальную с высокой зональностью грунтовых вод и платформенную с широтной зональностью. В провинциях выделены площади непригодные для орошения. К ним отнесены территории, занятые песками в пределах Кызылкумов, и горные массивы Узбекистана. В горных массивах распространены пресные, безнапорные грунтовые воды гидрокарбонатного состава. Эти площади дренированные, подземные воды питаются за счет атмосферных осадков, а расходуются путем выклинивания, испарения. Подземный сток резко преобладает над испарением. Соленакопление отсутствует, преобладает выщелачивание. Геосинклинальная провинция (горноскладчатая область) охватывает в основном межгорные впадины, предгорные равнины. Здесь распространены пресные и солоноватые подземные воды гидрокарбонатного состава. Основной источник питания — поверхностный сток.

В пределах каждой из межгорных впадин, предгорных равнин соотношение между оттоком и испарением изменяется по площади. Поэтому рассмотрим состояние гидрогеолого-мелиоративных условий в каждой из них. В Ферганской котловине территория занята группой потоков пролювиально-аллювиальных отложений заадырных и межгорных впадин. В Северной и Южной Фергане имеются пресные грунтовые воды. Водообмен горизонтальный, за исключением участков выклинивания грунтовых вод. Территория дренирована в верхней части впадины и не дренирована в нижней в связи с подпором потоков адырами. Мелиоративная обстановка благополучная. Орошение не изменит мелиоративного состояния земель. Дренаж необходим на отдельных участках для борьбы с заболачиванием.

Аналогичную характеристику имеет территория, занятая груп-

пой потоков пролювиально-аллювиальных отложений конусов выноса Северной и Южной Ферганы. Отличается она тем, что режим грунтовых вод формируется под влиянием интенсивной инфильтрации поверхностного стока и подземного притока со стороны адыров. Освоение этой площади потребует применения комплекса мелиоративных мероприятий.

Правобережная часть долины Сырдарьи в Ферганской впадине занята группой потоков пролювиально-аллювиальных отложений предгорных равнин. Режим грунтовых вод формируется под влиянием подземного стока. Территория дренирована. Орошение не вызовет изменения гидрогеолого-мелиоративных условий. Пойма, первая и вторая надпойменные террасы левобережья Сырдарьи заняты группой потоков аллювиальных отложений речных долин. Естественный режим грунтовых вод непостоянен из-за сплошного сочетания приходных (подземный приток, инфильтрация и приток снизу) и расходных (подземный отток и испарение) статей баланса. Мелиоративная обстановка этой части Ферганской впадины в условиях орошения требует применения мероприятий (дренаж и др.) с целью их улучшения.

В предгорной и долинной частях бассейнов Чирчика и Ахангарана Приташкентской впадины распространена группа потоков грунтовых вод пролювиально-аллювиальных отложений предгорных равнин. Воды пресные, водообмен преимущественно горизонтальный, подземный сток обеспечен, территория дренирована. Естественный режим грунтовых вод связан с динамикой выпадения атмосферных осадков и поверхностного стока. Мелиоративная обстановка территории благополучная. Орошение не вызывает изменения гидрогеологического процесса. Лишь в пределах Кокаральского массива и Дальверзинской степи возможно ухудшение мелиоративного состояния земель. На участках выклинивания грунтовых вод потребуется осушительный дренаж.

Мелиоративная обстановка в Голодной степи неблагополучная: нет естественного дренажа, подземный сток не обеспечен. Продолжающееся освоение вызовет дальнейшее ухудшение мелиоративного состояния, за исключением конусов выноса северного склона Туркестанского хребта и первой надпойменной террасы Сырдарьи. В настоящее время большая часть Голодной степи относится к слабодренированным территориям с группой потока пролювиально-аллювиальных отложений предгорных шлейфов и конусов выноса аллювиальных отложений речных долин. Центральная часть Голодной степи относится к категории недренированных территорий, на площади ее распространена группа потоков аллювиально-пролювиальных отложений высоких речных террас.

В Зарафшанской межгорной впадине большая часть территории, расположенной между долиной Зарафшана и предгорьями Нуратинских, Каратюбинских, Зирабулак-Зиаэтдинских гор, занята группой потоков пролювиально-аллювиальных отложений. Здесь преобладают процессы выщелачивания солей, водообмен горизон-

тальный, территория дренирована. Орошение не вызовет изменения гидрогеолого-мелиоративных условий в связи с обеспеченностью подземным оттоком. Центральная часть Зарафшанской впадины занята группой потоков аллювиальных отложений речных долин, которые содержат пресные, солоноватые грунтовые воды с разной глубиной залегания. По периферии конуса выноса Зарафшана на отдельных участках террас и поймы грунтовые воды вызывают заболачивание земель, а в западной части — засоление. Территория слабодренированная, характер водообмена горизонтальный, в зонах выклинивания — вертикальный. Орошение на большей части не вызовет изменения гидрогеолого-мелиоративных условий. Мелиоративные мероприятия необходимы для борьбы с заболачиванием.

В Сурхандарьинской долине развиты две группы потоков грунтовых вод: аллювиальных отложений речных долин, охватывающих речные террасы, предгорные шлейфы и конусы выноса рек Ходжаипака, Сангардака, Туполанга и др. и приуроченных к правобережью Сурхандарьи. Солевой баланс отрицательный, водообмен смешанный, преобладает вертикальный, территория слабо дренирована. Освоение ее возможно при регулировании грунтовых вод, а в долине Амударьи — при рассолении почвогрунтов.

Для Шерабадского конуса выноса характерна повсеместная засоленность поверхностных супесчано-суглинистых отложений, связанная с аккумуляцией продуктов разрушения соленых пород. В пределах конуса выноса, за исключением его вершинной части, подземный сток затруднен, водообмен смешанный с преобладанием вертикального на участках разгрузки грунтовых вод. Территория недренирована. Режим грунтовых вод обусловлен расходом р. Шерабада и климатическими факторами. Мелиоративная обстановка неблагополучная. Освоение земель возможно при проведении комплекса мелиоративных мероприятий (дренаж, промывки и т. д.).

Платформенная провинция (гидрогеологическая область) характеризуется повышенной минерализацией грунтовых вод, их сульфатным и хлоридным составом. Большая часть территории слабо дренирована. Грунтовые воды расходуются в основном на испарение и вековой подземный отток, питаются за счет временнодействующих водотоков, инфильтрации атмосферных осадков, конденсации и перелива артезианских вод. Постоянное питание наблюдается лишь в низовьях крупных рек. Отмечается резкое преобладание суммарного испарения над оттоком. Территория характеризуется глубоким континентальным засолением сульфатно-хлоридного и хлоридно-сульфатного типа. Поэтому вся площадь платформенной провинции относится к типам бассейнов грунтовых вод с положительной направленностью регионального солевого баланса. Лишь Китабо-Шахрисябзская котловина имеет отрицательную направленность регионального солевого баланса. Здесь выделяются группы потоков пролювиально-аллювиальных отложений предгорных равнин. Водообмен горизонтальный, подземный сток обеспечен, территория дренирована. Естественный режим грунтовых вод формируется на

фоне поглощения поверхностного стока, инфильтрации атмосферных осадков, выклинивания в русло р. Кашкадарьи, испарения. Орошение не изменит естественный режим грунтовых вод. Дренаж необходим на отдельных пониженных участках.

Предгорно-равнинная часть бассейна Кашкадарьи занята группой потоков пролювиально-аллювиальных отложений. Естественный режим определяется подземным притоком и оттоком. Территория дренирована в верхней части предгорной равнины и недренирована на остальной. Мелиоративное состояние удовлетворительное. Освоение земель возможно при проведении комплекса мелиоративных мероприятий. В пределах субаэральной дельты Кашкадарьи, занимающей центральную часть впадины, сток затруднен, водообмен смешанный с преобладанием вертикального на участках разгрузки грунтовых вод. Территория слабо дренирована. Для улучшения мелиоративного состояния необходим дренаж и применение мелиоративных мероприятий.

Бухаро-Каракульский тип бассейнов грунтовых вод охватывает территорию, занятую конусом выноса Зарафшана, предгорные равнины вдоль гор Каратау-Кульджуктау и юго-западного окончания Зиаэтдинского горного массива и всю остальную площадь к югу до республиканской границы УзССР. Северная часть занята группой потоков пролювиально-аллювиальных отложений предгорных равнин. Мелиоративная обстановка удовлетворительная, но в связи с затрудненными условиями подземного стока орошение может усилить засоление и заболачивание земель. Часть Бухаро-Каракульского типа бассейнов грунтовых вод, расположенная южнее меридиана, проходящего через юго-западное окончание Зиаэтдинских гор, занята группой потоков отложений субаэральных дельт Зарафшана и охватывает Бухарскую и Каракульскую дельты. Водообмен вертикальный, территория недренирована. Освоение земель возможно лишь в условиях применения комплекса мелиоративных мероприятий.

Низовья Амударьи от Турткуля до побережья Аральского моря заняты группой потоков аллювиальных отложений дельты Амударьи. Водообмен вертикальный, наблюдается аккумуляция солей. Территория недренирована. Режим грунтовых вод в естественных условиях формируется на фоне влияния Амударьи, инфильтрации атмосферных осадков и испарения. Орошение территорий приведет к подъему уровня грунтовых вод и вызовет ухудшение мелиоративного состояния земель.

В пределах плато Устюрт развита группа потоков трещинно-карстовых коренных отложений структурных равнин. Естественный режим грунтовых вод определяется климатическими факторами. Воды залегают в основном на больших глубинах, но во впадинах приближаются к дневной поверхности. При глубоком залегании грунтовых вод подземный сток обеспечен, при неглубоком — затруднен. Территория плато Устюрт характеризуется естественным соленакоплением.

Таким образом, в верхней части зоны интенсивного водообмена гидрогеологических массивов, межгорных впадин и равнинно-низменной пустыни сформировавшаяся энергетическая система в значительной мере усложняется разными путями распределения и передачи различного качества и количества подземных вод, которая осуществляется потоками грунтовых и напорных вод. Вследствие этого гидрогеолого-мелиоративные условия разнообразны и требуют изучения при гражданском, сельскохозяйственном, водном строительстве и решении других важных народнохозяйственных задач.

В нижней части зоны интенсивного и замедленного водообмена на территории Узбекистана широко распространены минеральные, промышленные и термальные воды. Условия их распространения, залегания, формирования обусловлены действием иных, чем в зоне активного водообмена, законов и процессов, протекающих на глубинах 1000 м и более в земной коре (Гавриленко, Дерпгольц, 1971; Овчинников, 1947; и др.). Поэтому дать хотя бы общую схему условий их формирования, залегания, распространения, качественную, количественную характеристику невозможно. Подробно эти вопросы освещены в работах Б. А. Бедера, Д. С. Ибрагимова, Л. А. Калабугина, В. А. Кудрякова, А. Н. Султанходжаева, А. С. Хасанова и др.

Количественная оценка изученности и обеспеченности гидрогеологическими исследованиями территории Узбекистана

История гидрогеологической изученности территории начинается с XI в., когда Беруни в работе «О природе фонтанирующих источников» описал источники, расположенные в низовьях Амударьи и на Устюрте. Имеющаяся информация о строительстве уникальных галерейных водозаборов — кяризов в предгорьях, колодцев в пустынной зоне — свидетельствует о значительном опыте в поисках подземных вод и строительстве водозаборных сооружений. История гидрогеологических исследований приведена в Гидрогеологии СССР, т. XXXIX, Узбекская ССР (1971), а также в работах Г. А. Мавлянова, Н. Н. Кенесарина, Х. Т. Туляганова, Н. И. Ходжибаева и др. Сведения о гидрогеологической изученности вопроса или района работ мы находим в трудах многих исследователей. Получивший на практике большое распространение хронологический метод описания гидрогеологической изученности дает полную и обширную качественную информацию. Вместе с этим в науковедении и других научных дисциплинах имеются предложения о количественной оценке результатов выполненных работ через энтропию (Арманд и Арманд, 1975; Воробьев, 1973; Кузнецов, 1975; Комаров и др., 1968; Лахтин, 1969; Саланский, 1975; Сойфер, 1968, Ланда, Шкутан, 1975; Йетел, 1975; и др.).

Согласно этим разработкам величина неопределенности, харак-

теризуемая значением энтропии, принимается за меру наших знаний о данном вопросе, явлении, процессе. По мере уменьшения величины энтропии возрастает изученность или знание о данном объекте, процессе, явлении. Следовательно, рассчитав численные значения энтропии, мы определим меру наших знаний или изученности по интересующему направлению гидрогеологических исследований. На основе этих же предпосылок энтропийную меру В. А. Светлосанов (1977) предложил использовать для оценки устойчивости систем: «тем сложнее система, чем больше в ней связей, тем больше вероятность действия механизмов компенсаций на любое нежелательное изменение». Это положение применительно к гидрогеологическим исследованиям и имеет практическую ценность только в первой части, когда энтропийная мера характеризует сложность системы или при гидрогеологической терминологии таксономических гидрогеологических единиц районирования. В этом понимании «устойчивость системы» будет использована при последующем изложении материала.

Основные результаты всех гидрогеологических исследований на территории Узбекистана по состоянию на конец восьмой пятилетки (1970) обобщены в «Гидрогеологии СССР», т. XXXIX Узбекская ССР (1971), С. Ш. Мирзаевым (1974), Н. Н. Ходжибаевым (1970). Данные этих работ использованы для количественной оценки изученности территории республики. Для этого определили количество контуров (n) различных гидрогеологических характеристик на прилагаемых картах, разрезах, колонках, табличных и других приложений для гидрогеологических областей, гидрогеологических районов (табл. 5). По формулам (1, 2) рассчитывали величину энтропии (H) и устойчивости систем (S), значения которых приведены в табл. 6.

$$H = \sum_{i=1}^{n} p_i \lg p_i \tag{1}$$

$$S = \sum_{i=1}^{n} \frac{N}{n} \lg p_i, \tag{2}$$

где p_i — доля «n» компоненты в N-компонентной системе.

Интерпретация абсолютных значений энтропии и величины устойчивости системы (табл. 6), рассчитанных по формуле (1, 2), затруднительна, так как разные по изученности районы (Приташкентский, Ферганский, Зарафшанский, Амударьинский) имеют близкие численные значения энтропии 131,65—137,47 дита и показатели устойчивости систем 33,84—39,62 (1/дит). Поэтому анализ полученных данных производится по удельным значениям на один расчетный контур (табл. 6).

При выполнении расчетов информационных мер (табл. 5, 6) территория Нурата-Туркестанского гидрогеологического района,

Таблица 5

Исходные данные для расчета энтропии и устойчивости гидрогеологических районов Узбекской ССР

Гидрогеологический район	Гидродинамическая характеристика водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости	Исходные данные для расчета (кол-во контуров)					Сумма
		водоносные горизонты, комплексы	контуры самоиз. разгрузки, глубины залегания	химический состав	потоки подземных вод	расчетные участки для оценки региональных запасов	
Гидрогеологические массивы							
Юго-западные отроги Гиссара	Грунтовые воды зоны трещиноватости	11	—	4	22	7	44
	Напорные воды артезианских бассейнов	6	6	4	12	—	28
	Всего	17	6	8	33	7	71
Нурата-Туркестанский	Грунтовые воды зоны трещиноватости	8	3	5	30	7	53
Чаткало-Кураминский		13	—	—	35	5	53
Гиссаро-Зарафшанский		15	1	—	30	5	51
Межгорные впадины							
Приташкентский	Грунтовые и субнапорные воды	10	27	11	24	21	92
	Напорные воды артезианских бассейнов	9	5	4	12	—	30
	Всего	19	32	15	36	21	123
Ферганский	Грунтовые и субнапорные воды	9	19	7	21	26	82
	Напорные воды артезианских бассейнов	10	2	5	6	—	23
	Всего	19	21	12	27	26	105
Сурхандарьинский	Грунтовые и напорные воды	11	23	6	11	9	60
	Напорные воды артезианских бассейнов	7	—	5	9	—	21
	Всего	18	23	11	20	9	81
Зарафшанский	Грунтовые и субнапорные воды	8	22	2	14	12	58
	Напорные воды артезианских бассейнов	7	—	—	9	—	16
	Всего	15	22	2	23	12	74

Продолжение табл. 5

Гидрогеологический район	Гидродинамическая характеристика водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости	Исходные данные для расчета (кол-во контуров)					Сумма
		водоносные горизонты, комплексы	контуры самоиз. разгрузки, глубины залегания	химический состав воды	потоки подземных вод	расчетные участки для оценки региональных запасов	
Пустынно-низменная равнина							
Амударьинский	Грунтовые и субнапорные воды	12	47	25	19	18	121
	Напорные воды артезианских бассейнов	11	14	7	14	—	46
	Всего	23	61	32	33	18	167
Центрально-Кызылкумск.	Грунтовые и субнапорные воды	16	21	8	32	19	96
	Напорные воды артезианских бассейнов	8	5	7	8	—	28
	Всего	24	26	15	40	19	124
Сырдарьинский	Грунтовые и субнапорные воды	6	14	11	6	8	45
	Напорные воды артезианских бассейнов	6	8	4	9	—	27
	Всего	12	22	15	15	8	72
Устюртский	Грунтовые и субнапорные воды	7	32	8	9	7	63
	Напорные воды артезианских бассейнов	5	3	5	6	—	19
	Всего	12	35	13	15	7	82

занятая четвертичными отложениями (Галля-Аральская, Койташская, Кошрабадская, Нуратинская, Арасайская впадины), в зависимости от приуроченности потоков подземных вод включалась соответственно в Зарафшанский и Центрально-Кызылкумский районы, как у Н. Н. Ходжибаева (1970, 1975). Кроме того, в гидрогеологических массивах мы выделили потоки подземных вод, приуроченных к долинам рек основных водотоков. Правомерность этого доказана для Чаткало-Кураминского района исследованиями В. А. Борисова (1970), подтверждена Б. Ю. Лесковским (1974) для южного склона и предгорий Украинских Карпат и В. Г. Тимохиным (1970) для Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа.

Распределение численных значений удельной энтропии, характеризующей изученность территории УзССР, приведено в табл. 7. Анализ ее показывает, что платформенная (Туранская) провинция оказалась более изученной, чем горноскладчатая (Тяньшаньская). Внутри их гидрогеологические области имеют различный уровень

Таблица 6

Значение энтропии и устойчивости гидрогеологических районов Узбекской ССР

Гидрогеологический район	Гидродинамическая характеристика водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости	Энтропия (числитель, диты) и показатель устойчивости (знаменатель, 1/дит): водоносные горизонты, комплексы	контуры самоизлива, разгрузки, глубина залегания	химический состав воды	потоки подземных вод	расчетные участки региональной оценки эксплуатац. запасов подземных вод	Всего	На один расчетный контур
Гидрогеологические массивы								
Юго-западные отроги Гиссара	Грунтовые воды зоны трещиноватости	84,95		8,72	84,95	19,11	147,73	3,36
		5,89		10,95	3,40	7,55	27,09	0,62
	Напорные воды артезианских бассейнов	58,54	58,43	16,46	69,95		203,49	7,27
		6,22	6,22	8,07	3,8		24,31	0,86
	Всего	33,01	7,83	11,86	77,48	9,80	139,98	1,97
		6,76	10,97	9,33	3,58	10,08	39,72	0,56
Нурата-Туркестанский	Грунтовые воды зоны трещиноватости	17,8	4,31	9,15	99,22	14,8	145,28	2,74
		7,8	13,23	10,31	3,16	8,52	43,02	0,81
Чаткало-Кураминский		34,03			120,12	9,29	163,44	3,03
		5,67			2,75	10,37	18,79	0,35
Гиссаро-Зарафшанский	Грунтовые воды зоны трещиноватости	43,16	0,57		104,52	9,71	157,96	3,15
		4,99	14,89		3,02	10,11	33,01	0,65
Межгорные впадины								
Приташкентский	Грунтовые и субнапорные воды	11,23	43,09	11,23	36,97	31,0	133,52	1,45
		9,30	5,01	9,50	5,43	5,95	35,39	0,38
	Напорные воды артезианских бассейнов	43,41	20,37	14,99	64,08	142,85	142,85	4,76
		4,82	6,74	8,44	4,01		24,01	0,80
	Всего	18,37	36,82	13,25	42,91	21,03	132,38	1,08
		7,69	5,43	8,91	30,47	57,22	59,72	0,49
Ферганский	Грунтовые и субнапорные воды	11,39	31,6	7,96	36,06	47,6	134,61	1,64
		9,45	5,89	10,91	5,51	4,73	36,49	0,45
	Напорные воды артезианских бассейнов	71,22	8,18	29,07	36,97		145,44	6,32
		3,77	10,80	6,15	5,43		26,15	1,14
	Всего	22,77	26,02	12,09	36,52	34,52	131,65	1,25
		6,96	6,51	9,26	5,48	5,63	33,84	0,32
Сурхандарьинский	Грунтовые и субнапорные воды	23,15	66,68	10	23,15	17,64	140,62	2,34
		6,88	4,13	10	6,88	7,84	35,73	0,60

Продолжение табл. 5

Гидрогеологический район	Гидродинамическая характеристика водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости	Энтропия (числитель, диты) и показатель устойчивости (знаменатель, 1/дит)					Всего	На один расчетный контур
		водоносные горизонты, комплексы	контуры самоизлива, разгрузки, глубина залегания	химический состав воды	потоки подземных вод	расчетные участки региональной оценки эксплуатац. запасов подземных вод		
Межгорные впадины								
Зарафшанский	Напорные воды артезианских бассейнов	50,76 4,57	—	32,79 5,78	69,95 3,80	—	153,5 14,15	7,31 0,67
	Всего	29,93 6,06	41,27 5,11	15,39 8,34	34,39 5,64	11,62 9,41	122,6 34,56	1,51 0,43
	Грунтовые и субнапорные воды	15,72 8,27	59,89 4,17	1,86 15,60	33,36 5,72	27,23 6,36	138,06 40,12	2,38 0,69
	Напорные воды артезианских бассейнов	71,79 3,76	—	—	98,44 3,17	—	177,23 6,88	11,08 0,43
	Всего	26,42 6,44	43,79 4,95	1,16 13,95	46,4 4,81	19,63 7,47	137,47 36,67	1,86 0,54
Пустынно-низменная равнина								
Амударьинский	Грунтовые и субнапорные воды	9,56 9,74	61,72 4,08	27,11 6,30	18,78 7,65	17,48 7,86	134,65 35,63	1,11 0,29
	Напорные воды артезианских бассейнов	32,97 5,76	45,13 4,88	17,99 7,77	95,13 4,88	—	141,22 23,29	3,07 0,51
	Всего	15,68 8,27	57,10 4,28	24,56 6,69	25,61 6,56	11,14 9,59	134,09 35,39	0,80 0,21
Центрально-Кызылкумский	Грунтовые и субнапорные воды	20,37 7,33	29,28 6,11	7,68 11,04	50,73 4,57	25,68 6,55	133,72 35,6	1,39 0,37
	Напорные воды артезианских бассейнов	41,60 5,10	22,30 7,01	34,95 5,59	41,60 5,10	—	140,51 22,8	5,02 0,81
	Всего	24,90 6,65	27,72 6,31	13,10 54,99	48,68 4,68	18,15 7,74	132,55 80,37	1,07 0,65
Сырдарьинский	Грунтовые и субнапорные воды	14,99 8,44	46,45 4,79	33,92 5,68	14,99 8,44	22,23 7,03	130,58 34,38	2,90 0,76
	Напорные воды артезианских бассейнов	29,93 6,06	43,62 4,96	72,35 7,90	51,09 4,60	—	226,99 23,52	8,41 0,87
	Всего	20,37 7,32	45,38 4,86	27,47 6,33	27,47 6,33	11,62 9,41	122,31 34,25	1,70 0,48

Продолжение табл. 6

Гидрогеологический район	Гидродинамическая характеристика водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости	Энтропия (числитель, диты) и показатель устойчивости (знаменатель, 1/дит)					Всего	На один расчетный контур
		водоносные горизонты, комплексы	контуры самоизлива, разгрузки, глубина залегания	химический состав воды	потоки подземных вод	расчетные участки региональной оценки эксплуатац. запасов подземных вод		
Устюртский	Грунтовые и субнапорные воды	11,62	86,65	14,02	16,08	11,62	139,99	2,22
		9,41	3,36	8,69	7,86	9,41	38,73	0,61
	Напорные воды артезианских бассейнов	37,37	17,92	37,37	47,34	—	141	7,42
		5,40	7,58	5,40	4,75		23,13	1,22
	Всего	24,14	69,57	19,02	13,09	7,96	143,77	1,75
		11,29	3,81	7,57	6,90	10,91	40,5	0,49

изученности. Наибольшие ее значения (0,8—1,75 дита) характерны для гидрогеологических районов пустынно-низменной равнины. Затем идут межгорные впадины (1,08—1,86 дита) и гидрогеологические массивы (1,97—3,15 дита). Такое распределение изученности отвечает требованиям народнохозяйственных задач, так как основное внимание в организации гидрогеологических исследований обращено на безводные, пустынные районы, межгорные впадины со значительным экономическим потенциалом промышленного развития и по мере необходимости изучались горные массивы.

О различной степени изученности свидетельствует тот факт, что соотношение между разведанными и региональными прогнозными запасами подземных вод резко различно для указанных гидрогеологических областей. По данным Х. Т. Туляганова, В. А. Гейнца (1978), региональные прогнозы эксплуатационных запасов пустынно-равнинной области составляют 84,3 м³/с, а разведанные — 52,56 м³/с. Для межгорных впадин указанные величины равны соответственно 599,3 и 232,4 м³/с. В горных массивах разведанные запасы исчисляются несколькими десятыми долями (м³/с) при общих динамических запасах 105 м³/с (Мирзаев, 1974). Из этих данных следует, что в пустынно-низменной области 62,3% региональных эксплуатационных запасов подземных вод изучено и разведано поисково-разведочными работами, в межгорных впадинах— 38,7%, а в горных массивах — не более 1%. Таким образом, к гидрогеологическим областям можно отнести пустынно-низменную равнину с выявленным природным потенциалом подземных вод, межгорные впадины с частично выявленным и горные массивы с невыявленным потенциалом подземных вод.

Таблица 7

Распределение величины удельной энтропии по таксономическим единицам гидрогеологического районирования Узбекской ССР с оценкой изученности районов

Провинция	Область	Гидрогеологический район	Изученность и величина удельной энтропии на один контур, дит				Сводный индекс промышленного развития	Примечание
			незначит.	малая	небольш.	средняя		
Горноскладчатая (Тяньшаньская), 0,67	Гидрогеологические массивы, 0,12	Гиссаро-Зарафшанский	3,15				0,62	Значения сводного индекса приняты по аналогии с прилегающими экономическими районами
		Чаткало-Кураминский		3,08			1,78	
		Нурата-Туркестанский			2,74		0,62	
		Юго-западные отроги Гиссарского хребта				$1,97\frac{3,36}{7,27}$	0,48	
	Межгорные впадины, 0,15	Зарафшанский	$1,86\frac{2,33}{11,08}$				0,62	
		Сурхандарьинский		$1,51\frac{2,34}{7,31}$			0,48	
		Ферганский			$1,25\frac{1,64}{6,32}$		0,84	
		Приташкентский				$1,08\frac{1,45}{4,76}$	1,78	
Платформенная (Туранская), 0,15	Пустынно-низменная равнина, 0,16	Устюртский	$1,75\frac{2,22}{7,42}$				Не установлен	
		Сырдарьинский		$1,70\frac{1,90}{8,41}$			0,49, но для большей территории не установлен	По аналогии с Нижне-Амударьинским районом
		Центрально-Кызылкумский			$1,07\frac{1,39}{5,02}$		1,03	
		Амударьинский				$0,8\frac{1,11}{3,07}$	0,49—0,62	

Примечание. В числителе — для грунтовых и субнапорных вод, в знаменателе — для напорных вод артезианских бассейнов, перед дробью — для всего района.

Гидрогеологические районы каждой из областей имеют различные значения удельной энтропии, характеризующей их разную гидрогеологическую изученность. Распределение этих величин в порядке убывания внутри гидрогеологических областей позволило выделить разные по изученности гидрогеологические районы (табл. 7). Согласно такой группировке можно предположить, что незначительно изученные районы имеют наибольшую перспективу постановки гидрогеологических исследований, чем районы средней изученности. Однако сравнение численных значений изученности со сводным индексом промышленного развития показывает, что повышение изученности всех гидрогеологических районов от незначительной до средней неправомерно, так как устанавливается определенная зависимость между указанными показателями. Наиболее четко это проявляется для межгорных впадин, где наибольшей изученности соответствует наибольший промышленный индекс и наоборот (Приташкентский, Ферганский, Сурхандарьинский гидрогеологические районы). Следовательно, показатель сводного индекса промышленного развития может выступать как критерий определения очередности повышения гидрогеологической изученности районов. С этой точки зрения Чаткало-Кураминский и Гиссаро-Зарафшанский гидрогеологические районы требуют первоочередного выполнения на их территории гидрогеологических исследований.

Для гидрогеологических районов пустынно-низменной равнины устанавливается тенденция возрастания изученности с уменьшением значений величины энтропии и возрастанием сводного индекса промышленного развития. Однако четкая зависимость здесь отсутствует. Это обусловлено тем, что в отдельных районах (Устюртский, Сырдарьинский) на постановку гидрогеологических исследований влияют запросы обводнения пастбищ и расширения площадей мелкооазисного орошения. Следовательно, повышение изученности должно быть дополнительно увязано с перспективами развития сельского хозяйства, что в совокупности со сводным индексом промышленного развития позволит установить обеспеченность этой территории гидрогеологическими исследованиями.

Оценка изученности территории УзССР показывает, что только в пяти гидрогеологических районах (Приташкентский, Ферганский, Сурхандарьинский, Центрально-Кызылкумский, юго-западные отроги Гиссарского хребта) установлена обеспеченность гидрогеологическими исследованиями сводного индекса промышленного развития. Дальнейшие гидрогеологические исследования будут определяться темпами увеличения экономического потенциала промышленных и экономических узлов, районов. Для трех гидрогеологических районов (Чаткало-Кураминский, Гиссаро-Зарафшанский, Нурата-Туркестанский) необходимо повышение гидрогеологической изученности до уровня имеющегося промышленного потенциала, а затем синхронное выполнение гидрогеологических исследований в зависимости от перспектив экономического развития расположенных здесь узлов, районов.

Устюртский, Амударьинский, Зарафшанский и Сырдарьинский гидрогеологические районы имеют особые условия. В Зарафшанском и Амударьинском резко изменяются условия водохозяйственной деятельности из-за переустройства ирригационной сети и освоения значительных территорий (Каршинская степь, низовья Амударьи) под орошаемое земледелие. Интенсивное изменение гидрогеологических условий потребует повышения обеспеченности указанных районов гидрогеологическими исследованиями. Кроме этого, развитие сельского хозяйства будет способствовать формированию новых промышленных и экономических узлов, районов и, следовательно, дальнейшему повышению гидрогеологической изученности.

Гидрогеологические условия Устюртского и Сырдарьинского районов в перспективе будут изменяться. Здесь значительное развитие получили солоноватые и соленые воды. Отсутствие других источников хозяйственно-питьевого, технического водоснабжения, обводнение пастбищ и развитие мелкооазисного орошения требуют решения проблемы получения подземной воды иными техническими средствами (опреснение, магазинирование и т. д.).

Таким образом, требуется поиск пути развития гидрогеологических исследований, при котором при наименьших затратах удовлетворялись запросы всех отраслей народного хозяйства и обеспечивалось воспроизводство гидрогеологических затрат для более широкого использования подземных вод. Решение этих задач связано с вопросами перспективного планирования, методологическую основу которого составляют стратегия и тактика.

Изменчивость гидрогеологических условий — основной фактор разнообразия объемов гидрогеологических исследований

Разнородность гидрогеологических условий обусловливает сложность выполнения гидрогеологических исследований. Поэтому с целью упорядочения многообразия геолого-гидрогеологических условий разрабатывается методика и проводятся районирование, типизация изучаемых территорий для различных масштабов и задач. Районирование и типизация — научная основа для постановки и развития различного вида гидрогеологических исследований. Общие теоретические основы приведены в трудах ведущих ученых-гидрогеологов страны.

Использование основных принципов районирования и типизации позволяет учитывать особенности геолого-тектонического, литологического, геоморфологического строения, качественных и количественных характеристик подземных вод. В последние годы на основе этих принципов в гидрогеологии стало формироваться направление, связанное с оценкой сложности геолого-гидрогеологических условий (Лебедев, Зекцер, 1966; Борисов, Мирзаев, 1971; Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологиче-

ским исследованиям для мелиоративного строительства, 1972; Вишняков, Пинхусович, 1976). Сущность разработок сводилась к попыткам поисков путей увязки видов и объемов гидрогеологических работ со сложностью геолого-гидрогеологического строения регионов, районов, бассейнов, территорий. Это принципиально важно для прогноза комплекса видов и объемов работ в зависимости от сложности геолого-гидрогеологических условий.

Для оценки сложности геолого-гидрогеологических условий республики по всем гидрогеологическим районам составлены типовые литологические колонки (рис. 2). Каждая из них характеризует наиболее распространенные внутри районов крупные структуры, либо строение тел основных геоморфологических форм и элементов рельефа (частей долин рек, конусов выноса, различных по отношению к руслу рек террас и т. д.). Анализ их показывает, что сложность разреза определяется литолого-фациальными особенностями строения геологических структур либо для геоморфологических форм и элементов рельефа закономерностями изменения литологического состава пород от области сноса к области аккумуляции. Вместе с тем устанавливаются различия в сложности строения каждого гидрогеологического района. Однако четко выделить, какой район наиболее сложный, а какой более простой по приведенным материалам невозможно. Поэтому были произведены расчеты величины устойчивости систем (табл. 6).

Анализ полученных значений показывает, что гидрогеологические области имеют интервалы изменения: гидрогеологические массивы 0,35—0,81, межгорные впадины 0,32—0,54, пустынно-низменная равнина 0,21—0,65 (1/дит). Каждому гидрогеологическому району свойственны численные значения устойчивости системы. В сложных системах многочисленные связи способствуют снижению энтропийной меры, а в простых наоборот. На основе этого гидрогеологические районы сгруппированы по сложности геолого-гидрогеологических условий (табл. 8). Предложенная группировка достаточно четко увязывается с характеристикой гидрогеологических районов на основе типовых литологических колонок (рис. 2).

Однако сравнение показывает, что сложность геолого-гидрогеологических условий — общий показатель, удобный для характеристики мелких таксономических единиц районирования. При проведении гидрогеологических исследований, относящихся к предметам и средствам труда (табл. 4), изучаются единый водоносный горизонт, комплекс, зоны трещиноватости, либо часть разреза, приведенные на рис. 2. Следовательно, возникает задача дифференцированного изучения гидрогеологических условий.

Подробное описание водоносных горизонтов комплекса, зон трещиноватости республики и ее отдельных регионов приведено в «Гидрогеологии СССР, т. XXXIX», работах Л. С. Балашова (1960), Б. И. Бедера (1949, 1963), М. М. Бурак (1968), А. С. Вишнякова и др. (1978), В. А. Гейнца (1971), М. М. Крылова (1957), В. А. Кудрякова и др. (1966), Г. В. Куликова и др. (1970), Л. А. Островско-

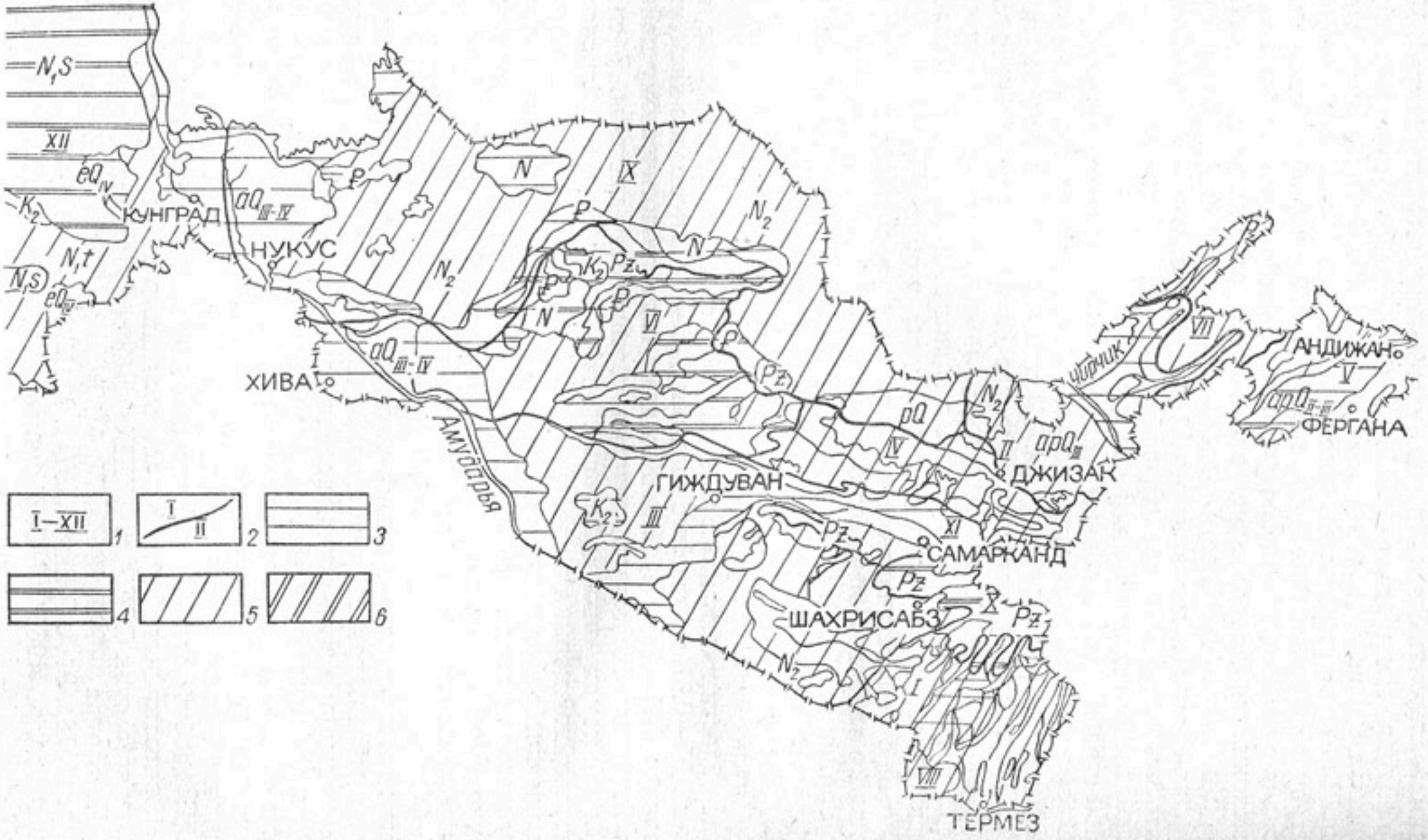

КУНГРАД
НУКУС
ХИВА
Амударья
ГИЖДУВАН
ДЖИЗАК
САМАРКАНД
ШАХРИСАБЗ
ТЕРМЕЗ
Чирчик
АНДИЖАН
ФЕРГАНА
I–XII 1
2
3
4
5
6

Рис. 2. Карта региональной изменчивости величины плотного остатка подземных вод Узбекской ССР (составили В. А. Борисов, Ф. И. Лось, 1978).

I—номера гидрогеологических районов: *I*—горные артезианские бассейны юго-западных отрогов Гиссарского хребта, *II*—Пританкентский, *III*—Амударьинский, *IV*—Нурата-Туркестанский, *V*—Ферганский, *VI*—Центрально-Кызылкумский, *VII*—Чаткало-Кураминский, *VIII*—Сурхандарьинский, *IX*—Сырдарьинский, *X*—Гиссаро-Зарафшанский, *XI*—Зарафшанский, *XII*—Устюрт; 2—граница гидрогеологических районов, характер изменения свойств: *3*—устойчивый *4*—относительноустойчивый, *5*—изменчивый, *6*—очень изменчивый.

го, В. М. Фомина (1970), Е. Н. Султанходжаева (1970), Х. Т. Туляганова (1968, 1975), А. С. Хасанова (1976), Н. Н. Ходжибаева (1970, 1975) и др.

Результаты указанных работ создали научную базу для изучения изменчивости водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости. Необходимость выполнения этих исследований обусловлена тем, что, по разработкам Н. В. Коломенского (1969), «изменчивость горных пород является основным и наиболее важным, определяющим методику инженерно-геологической разведки и математический аппарат для обработки экспериментальных данных, фактором, который следует принять в качестве основного критерия при выделении таксономических единиц». Успешное развитие этой идеи Г. К. Бондариком (1971), И. С. Комаровым (1972), М. В. Рацем (1973) и др. позволили создать научно-методическую основу для обоснования рациональных систем разведки инженерно-геологических свойств горных пород. В гидрогеологии это направление нашло отражение в работах В. А. Барона (1975), Б. В. Боревского и др. (1978), В. М. Гороховского (1977), Н. Н. Ильина и др. (1971), Б. Г. Самсонова (1973), Я. Я. Сердюка (1975), Л. С. Язвина (1972) и др. Обобщенные результаты этих разработок приведены в инструкции ГКЗ по оценке эксплуатационных запасов и в методических требованиях по проведению съемок для мелиорации в виде обязательного изучения изменчивости и неоднородности водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости.

Расчеты по определению количества точек и состава разведочной сети, необходимых для изучения какой-то территории, основываются на показателях изменчивости. Применяемые методы изучения изменчивости многообразны — от традиционного качественного геолого-фациального анализа до тренд-анализа с использованием ЭВМ (Богацкий, 1963; Бондарик, Горальчук и др., 1976; Савинский, 1974; и др.). Наиболее простой для начальных стадий изучения изменчивости — метод количественной оценки геологических свойств, разработанный В. В. Богацким (1963). При этом методе используют показатель неравномерности (НП), виды кривых распределения и характер изменения геологических свойств (табл. 9).

Показатель неравномерности — отношение максимального значения переменного к среднему

Таблица 8

Группировка гидрогеологических районов Узбекской ССР по сложности геолого-гидрогеологических условий

Область	Гидрогеологический район	Группа сложности геолого-гидрогеологических условий по показателю устойчивости, 1/дит			
		простая	осложненная	сложная	весьма сложная
Гидрогеологические массивы	Нурата-Туркестанский	0,81			
	Гиссаро-Зарафшанский		0,65		
	Юго-западные отроги Гиссарского хребта			$0,56\frac{0,62}{0,86}$	
	Чаткало-Кураминский				0,35
Межгорные впадины	Зарафшанский	$0,54\frac{0,69}{0,43}$			
	Приташкентский		$0,49\frac{0,38}{0,80}$		
	Сурхандарьинский			$0,43\frac{0,60}{0,67}$	
	Ферганский				$0,32\frac{0,45}{1,14}$
	Центрально-Кызылкумский	Группировке не поддается в силу расположения между платформой и орогеном			$0,65\frac{0,37}{0,82}$
Пустынно-низменная равнина	Устюртский		$0,49\frac{0,61}{1,22}$		
	Сырдарьинский			$0,48\frac{0,76}{0,81}$	
	Амударьинский				$0,21\frac{0,29}{0,51}$

Примечание. В числителе — для субнапорных и грунтовых вод, в знаменателе — для напорных, перед дробью — для всего разреза.

арифметическому для изучаемой совокупности, характеризует предельную изменчивость геологических свойств. Численные значения его позволяют устанавливать вид кривых распределения, характер изменения свойств и переходить к определению количества необходимых выработок, наблюдений для конкретных заданных условий.

В. В. Богацкий (1963) при анализе разведочной сети из многочисленного перечня характеристик, определяющих геолого-экономическую и промышленную ценность месторождений твердых полезных ископаемых, установил два главных показателя — мощность и содержание полезных ископаемых, Эти две характеристики объединены в одно понятие «геологические свойства».

Принимая такую характеристику для гидрогеологии, мы в это понятие включили изучение изменчивости коэффициента фильтрации водовмещающих пород и величины плотного остатка подземных вод. Расчеты значений показателя неоднородности производились

для каждого выделенного при средне- и крупномасштабном картировании водоносного горизонта, комплекса и водоносных зон трещиноватости в пределах площади распространения. Исходные данные заимствовали из съемочных и поисково-разведочных работ. При наличии для выделенных гидростратиграфических единиц картирования результатов опробований в нескольких точках показатель неравномерности определялся методом средневзвешенных по мощности. Одновременно строились кривые распределения для установления соответствия значений показателя неравномерности видам распределения, выделенным В. В. Богацким. Проведенными проработками доказано соответствие указанных характеристик. Результаты расчетов значений показателя неравномерности приведены в табл. 10. По этим данным и табл. 9 составлены карты изменчивости коэффициента фильтрации и плотного остатка для первых от поверхности водоносных горизонтов, комплексов, водоносных зон открытой трещиноватости (рис. 3, 4).

Анализ этих карт в комплексе с данными табл. 10 позволил выявить, что водоносные горизонты, комплексы, зоны трещиноватости по характеру изменчивости относятся к двум основным категориям: устойчивым (включая и относительно устойчивые) и изменчивым. Каждый гидрогеологический район, а внутри его водовмещающие породы имеют разнообразный характер изменчивости свойств при среднемасштабном картировании.

Обобщение и систематизация материалов гидрогеологических и инженерно-геологических крупномасштабных съемок позволили установить несколько отличный результат от среднемасштабной изменчивости значений фильтрационных свойств и плотного остат-

Таблица 9

Классификация геологических образований по характеру изменчивости (Богацкий, 1963)

Класс симметрии	Вид кривых распределений	Характер изменения свойств	Показатель неравномерности	Способ расчета среднего значения
Правоасимметричный	Правоболдыревский	Устойчивый	1,0—1,1	Среднеарифметический
	Праворазумовский		1,11—1,59	
	Слабо правоасимметричный		1,6—2,0	
Симметричный	Симметричный	Относительно устойчивый или слабо изменчивый	2,0	
Левоасимметричный	Слабо левоасимметричный		2,0—2,72	Среднеарифметический
	Разумовский	Изменчивый	2,72—11,0	Логарифмический
	Болдыревский	Очень изменчивый	11,0	Гармональный

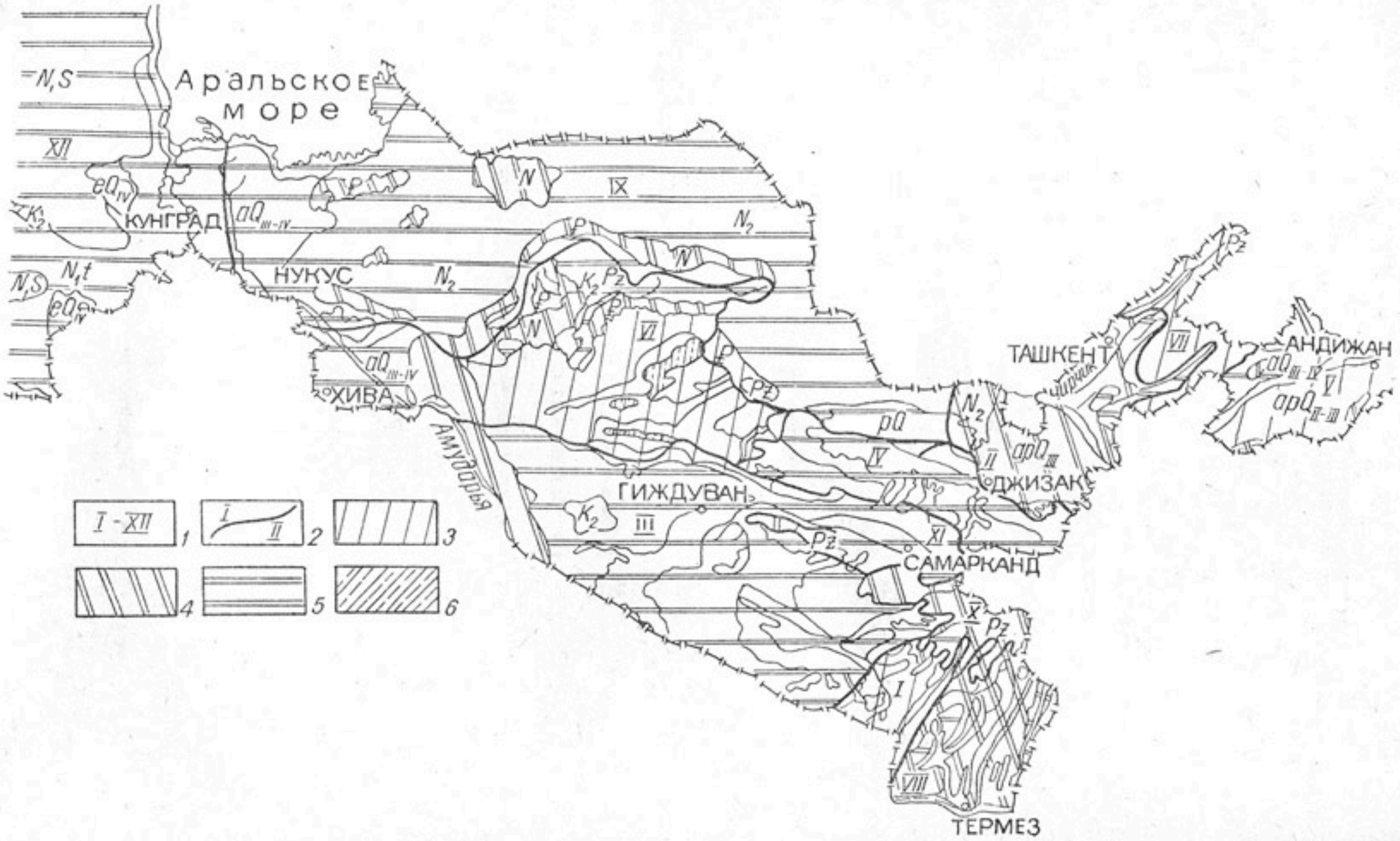
Таблица 10

Средневзвешенные значения показателей неравномерности водоносных горизонтов, комплексов, водоносных зон открытой трещиноватости на территории Узбекистана на основе данных среднемасштабных гидрогеологических съемок

Геологический индекс водоносных горизонтов, комплексов, зон открытой трещиноватости	Коэффициент фильтрации К, м/сут	Плотность остатка М, г/л
Горно-складчатая провинция		
Гидрогеологические массивы		
Юго-западные отроги Гиссара		
apQ	2,84	3,95
P (палеоген)	2,81	1,36
P_1	2,81	2,41
P_1	2,69	11,44
K_1	5,3	1,62
K_1	1,64	1,62
K_2	5,46	5,3
K_2	1,64	5,25
J_3	1,86	5,3
Нурата-Туркестанский		
Q	3,43	5,13
Q_{IV}	1,5	5,3
PZ	4,04	3,29
Чаткало-Кураминский		
N	6,13	7,84
PZ	0,01	3,47
Гиссаро-Зарафшанский		
K_1	5,3	1,62
J_3	5,8	1,86
PZ	2,15	2,48
Межгорные впадины		
Приташкентский		
pQ	2,21	2,96
apQ_{III}	2,43	3,02
aQ_{III-IV}	2,68	1,58
apQ_{II-III}	2,95	1,11
Q_{I-II}	0,01	3,47
N	6,13	7,84
N_2	2,2	4,62
$P_3—N_1$	2,62	1,13
K_2	2,43	1,11
J	0,38	0,24

Продолжение табл. 10

Геологический индекс водоносных горизонтов, комплексов, зон открытой трещиноватости	Коэффициент фильтрации К, м/сут	Плотность остатка М, г/л
Ферганский		
aQ_{III-IV}	4,18	2,77
apQ_{II-III}	1,88	1,98
N	—	0,31
$N_2—Q_I$	2,6	7,16
Сурхандарьинский		
Q	2,71	3,98
N_2	3,85	6,05
P_1	2,81	3,1
$P_3—N_1$	2	1,17
K_1	1,32	1,62
Зарафшанский		
aQ_I	3,4	5,13
Q_{IV}	1	5,3
N_2	—	3,39
Платформенная провинция		
Пустынно-низменная область		
Амударьинский		
apQ	5,97	3,95
plQ	4,55	4,21
plQ	5,54	2,19
N_2	4,55	6,45
K_2	1,4	3,07
Центрально-Кызылкумский		
$N_2—Q_I$	2,76	1,95
P	2,11	1,95
$P_3—N_1$	1,44	1,95
K_2	1,61	1,95
PZ	2,48	14,67
Сырдарьинский		
Q_{III-IV}	3,2	1,8
N_2	7,41	3,86
N	1,38	1,07
P	5,34	2,06
K_2	2,08	1,32
K_2	3,65	2,39
K_2	2,29	2,28
K_2t	1,38	2,53
PZ	3,31	1,42
PZ	4,57	1,42
Устюртский		
N_1s	4,45	2,59
N_1s	—	1,21
N_1t	3,83	4,67


Аральское
море
КУНГРАД
НУКУС
ХИВА
Амударья
ГИЖДУВАН
ТАШКЕНТ
Чирчик
ДЖИЗАК
САМАРКАНД
АНДИЖАН
ТЕРМЕЗ
I - XII 1
2
3
4
5
6

ка (табл. 11). По данным крупномасштабного картирования, на территории республики коэффициенты фильтрации в четвертичных водоносных комплексах характеризуются изменчивым характером. Менее распространены водонос-

Таблица 11

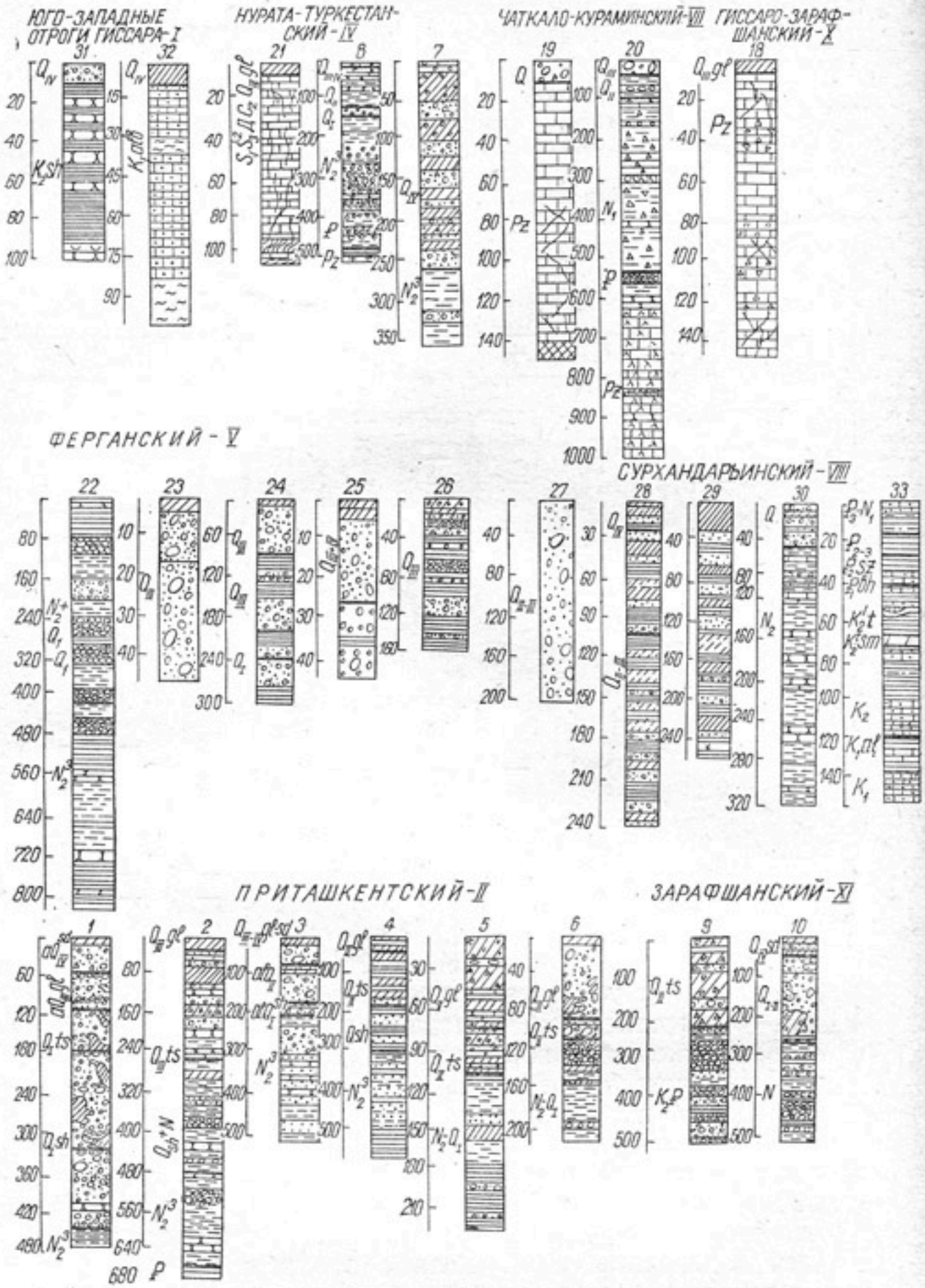
Количество определений и характер изменения свойств по водоносным горизонтам, комплексам, зонам трещиноватости в целом для средне-и крупномасштабных съёмок и поисково-разведочных работ Узбекской ССР

Индекс водоносного горизонта, комплекса	Характер изменения свойств							
	устойчивый		относительно устойчивый		изменчивый		очень изменчивый	
	$K_ф$	м	$K_ф$	м	$K_ф$	м	$K_ф$	м
Среднемасштабные съемки								
Q	5	1	—	11	16	9	—	—
$N—Q_1$	1	—	—	—	—	1	—	—
N	5	1	2	6	7	7	—	—
$P_3—N_1$	3	—	—	3	—	—	—	—
P	3	5	4	4	3	1	—	—
$K_2—P_1$	—	—	1	2	1	—	—	—
K	2	3	7	10	5	3	—	—
J	—	—	1	3	2	—	—	—
PZ	1	1	3	3	4	5	1	—
Крупномасштабные съемки								
N	—	—	1	4	4	2	—	—
K	—	—	—	—	—	1	—	—
Q	4	—	4	1	10	12	—	2
Поисково-разведочные работы								
N_2	—	2	1	1	1	—	—	—
K	1	1	—	—	—	—	—	—
Q	5	10	2	4	12	2	—	—

ные горизонты и комплексы с относительно устойчивым и еще реже — с устойчивым характером. Отличительная черта — отсутствие очень изменчивого характера фильтрационных свойств водоносных комплексов.

Изменчивость величины плотного остатка подземных вод при крупномасштабном картировании резко отличается от среднемасштабного. Различие заключается в преобладании изменчивого (против устойчивого) характера величин плотных остатков подземных вод, приуроченных к отложениям четвертичного возраста. Водовмещающей толщей водоносных комплексов с относительно устойчивым характером являются неогеновые отложения. В единичных случаях водоносные комплексы четвертичных отложений имеют очень изменчивый характер величины плотного

Рис. 3. Карта регисиальной изменчивости значений коэффициентов фильтрации Узбекской ССР (составили В. А. Борисов, Ф. И. Лось, 1978). Усл. обоз. см. на рис. 2.


ЮГО-ЗАПАДНЫЕ ОТРОГИ ГИССАРА-I
НУРАТА-ТУРКЕСТАНСКИЙ-IV
ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКИЙ-VII
ГИССАРО-ЗАРАФШАНСКИЙ-X
ФЕРГАНСКИЙ-V
СУРХАНДАРЬИНСКИЙ-VIII
ПРИТАШКЕНТСКИЙ-II
ЗАРАФШАНСКИЙ-XI

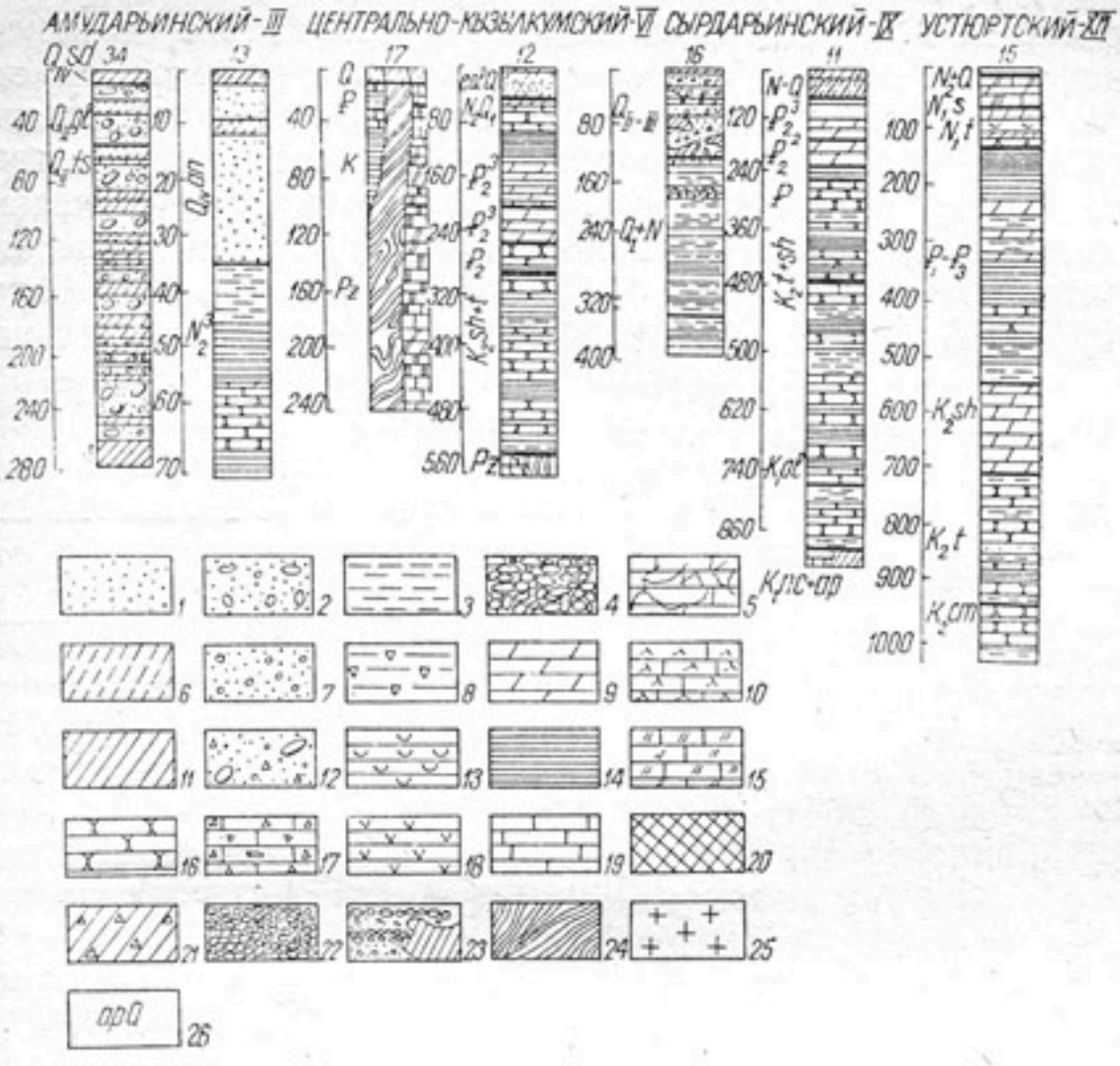


Рис. 4. Типовые литологические колонки по гидрогеологическим районам Узбекской ССР (составили В. А. Борисов, Е. В. Мельникова, 1978).

1—песок; *2*—галечник с включением крупных валунов; *3*—алевролит; *4*—конгломерат; *5*—известняки трещиноватые, окремненные, брекчированные (зона разлома); *6*—супесь серая; *7*—гравий с песком и галькой; *8*—алевролит плотный с включением дресвы; *9*—мергель; *10*—известняк окремненный; *11*—суглинок; *12*—валуны, щебень; *13*—гипс мелкокристаллический; *14*—глина плотная; *15*—известняк крепкий, ожелезненный, доломитизированный; *16*—песчаник; *17*—брекчия, цемент известковистый, *18*—ангидрит белый; *19*—известняки окварцованные; *20*—вторичные кварциты, *21*—щебень; *22*—гравелит; *23*—конгломераты плотные, галечники с прослоями мелкоземов; *24*—сланец плотный, трещиноватый; *25*—гранодиориты; *26*—геологический индекс, соответствует генезису и возрасту водосодержащих пород.

остатка. Основная отличительная черта изменчивости крупномасштабного картирования — отсутствие устойчивого характера плотного остатка, при среднемасштабном картировании этот вид характера преобладает (табл. 11).

Изменчивость, выявленная в процессе поисково-разведочных работ, проанализирована на примере Ферганского и Приташкентского гидрогеологических районов (табл. 11). Результатами проработок установлено, что водоносные горизонты и комплексы в большинстве случаев имеют изменчивый, реже — устойчивый и относительно устойчивый характер изменения значений коэффициентов фильтрации водовмещающих четвертичных отложений.

По характеру и виду распределения данные о изменчивости величины коэффициентов фильтрации и плотного остатка подземных

вод при крупно- и среднемасштабном картировании и поисково-разведочных работ отличаются по гидростратиграфическим единицам и имеют разные значения в пределах одного гидрогеологического района. Каждый тип характера изменчивости свойств требует разного количества точек для изучения пространственных, качественных и количественных закономерностей условий залегания и распространения (Богацкий, 1963; Бондарик и др., 1976; Гороховский, 1977; Рац, 1973; Шарапанов и др. 1975). Следовательно, из-

Таблица 12

Подразделение геологоразведочного процесса выполнения работ на стадии

Работы на подземные воды (пресные, термальные, минеральные)		Работы на твердые полезные ископаемые и не связанные с ними, а также на нефть, газ	
стадия	подстадия	стадия	подстадия
Гидрогеологическая съемка м-ба 1 : 200000		Региональные геолого-геофизические работы	Региональные геофизические работы м-ба 1 : 200000 (1 : 100000) Региональная геологическая съемка м-ба 1 : 200000 (1 : 100000) Геологическая съемка м-ба 1 : 50000(1 : 25000) Глубинное геологическое картирование
Поиски	Общие поиски Детальные поиски	Поиски месторождений полезных ископаемых	Общие поиски Детальные поиски Поисково-оценочные работы
Предварительная разведка		Предварительная разведка	
Детальная разведка	Нового месторождения. Эксплуатируемого месторождения	Детальная разведка	
Эксплуатационная разведка		Разведка эксплуатируемых месторождений	

менения свойств водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости создают объективные предпосылки на территории Узбекистана для значительного разнообразия объемов гидрогеологических исследований.

В. В. Богацкий (1963) считает, что к истинному среднему для устойчивого и относительно устойчивого характера изменения свойств приближается среднеарифметическое, а для изменчивого — среднелогарифмическое (табл. 9). На этом основании он пришел к выводу о том, что «способ оценки среднего определяется характером исследуемого геологического объекта». Это прин-

ципиально важное положение не нашло пока широкого применения в гидрогеологии, так как в практике наиболее распространенный способ оценки — расчеты через среднеарифметическое значение.

Характер изменчивости формы и содержания водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости и в целом гидрогеологических условий выявляется в результате комплекса наземных гидрогеофизических, буровых, горных, опытных, гидрохимических работ. Объем этих исследований зависит от горно-геологических условий и требований к разведанности и достоверности качественных и количественных гидрогеологических параметров по площади и на глубину, регламентируемых стадиями геологоразведочного процесса проведения полевых работ (Винниченко, Егорин, 1978). Для гидрогеологических исследований установлены стадии и подстадии работ, приведенные в табл. 12. При этом подстадия «региональная геологическая съемка и геологическая съемка» заменяются гидрогеологическими, инженерно-геологическими или комплексными съемками тех же масштабов.

Территория Узбекистана характеризуется разной степенью изученности (табл. 7), различной сложностью (табл. 8) и изменчивостью (табл. 10, 11) геолого-гидрогеологических условий. Поэтому точное установление стадий, их совмещения и масштабов съемочных работ — важный момент в обеспечении успешного решения поставленных задач, а это — элементы стратегии и тактики в постановке исследований (Израэль, 1978; Лахтин, 1969; Скопцов, 1979).

Глава II. ТАКТИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УЗБЕКСКОЙ ССР

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ ТАКТИКИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гидрогеологические исследования — совокупность видов работ, направленных на изучение гидрогеологических условий определенных территорий, отыскание различных типов месторождений подземных вод и оценку пригодности их для промышленной разработки или возможностей гражданского, промышленного, сельского, водохозяйственного строительства. Отличительная особенность гидрогеологических исследований, как и геологоразведочных работ,— недостаточная осведомленность об изучаемом объекте, закономерностях характера изменчивости форм, содержания и вызванное этим состояние неопределенности подлежащей познанию системы. Это требует разработки стратегии и тактики. Теоретические и методологические основы этой науки заложены и разработаны в учении марксизма-ленинизма. Отдельные положения ее в последние годы стали разрабатываться применительно к науке (Лахтин, 1969), геологическим поискам и разведке (Родионов, 1975; Гельтман, 1975; Марголин, 1976), управлению качеством природной среды (Израэль, 1978).

Вопросы стратегии исследований рассматривались Д. Берналом (1966), управления водными ресурсами — Г. Уайтом (1973), планирования — Х. Озбекханом (1971, 1975). Однако в имеющихся работах по вопросам стратегии и тактики в отраслях, смежных с гидрогеологической наукой, нет единого мнения в их определении. Г. А. Лахтин (1969) понимает под стратегией науки «способ ведения научных кампаний, замысел командующего, направленный на достижение победы». Тактику науки он понимает как «совокупность повседневных будничных действий по организации усилий исследователей, по созданию всех необходимых условий для достижения успеха..., тактику науки можно трактовать как выработку и принятие частных оптимальных решений».

Основные положения стратегии геологических поисков и разведки рассмотрены в докладах советских геологов к XXV сессии Международного геологического конгресса по проблеме «Геологическая информация и математическая геология» (1976). В этих

работах впервые обоснована необходимость включения в понятие стратегии вновь формирующихся в геологии научных направлений по разработке и апробации математических основ геологических прогнозов, созданию автоматизированных систем обработки информации, оптимизации процесса геологоразведочных работ. Такая постановка вопроса принципиально важная и перспективная для формирования учения о стратегии. Доказательство этому тот факт, что на основе указанных теоретических проработок в Советском Союзе успешно развиваются такие разделы, как оптимальная стратегия, стратегия разведки (Марголин, 1968, 1974, 1976), оптимальные стратегии поиска (Гельтман, 1975). В этих исследованиях широко используются теоретические основы поисков оптимальных решений, разработанных Ж. Матероном (1967). Вследствие теоретической направленности указанных выше работ в них нет еще решений вопросов тактики исследований. Ю. А. Израэль (1978) считает, что «для оптимизации взаимодействия человеческого общества с природой необходимо выработать стратегию этого взаимодействия, стратегию управления качеством среды, стратегию рационального использования ресурсов природы». Им рассмотрены возможные подходы выработки этих стратегий и обоснован наиболее правильный выбор ее при решении проблемы окружающей среды.

При анализе стратегий американского водного управления Уайт (1973) определяет ее как «комбинацию целей, средств и критериев принятия решений». Он вводит термин «стратегия» с целью выявления и формирования основных ее направлений, «преобладавшее прежде и господствующее ныне в американском водохозяйственном планировании». Это позволяет анализировать «различные цели, методы и критерии, которые использовались людьми, ответственными в течение многих лет за решения, касающиеся природных ресурсов». Проводя ретроспективный анализ использования водных ресурсов в США, он на основе эволюции целей, средств и органов управления выделяет шесть типов стратегий: 1) частные, 2) государственные, 3) одноцелевые, государственные (комплексные) многоцелевые сооружения, 4) одноцелевые государственные мероприятия, осуществляемые только комплексом средств, 5) этого же типа мероприятия, но с включением научных исследований и 6) слияние комплекса целей и средств, включая научные исследования.

Подробно рассмотрев каждый тип стратегии, Г. Уайт пришел к выводу о том, что активная деятельность человека способствует рождению новой стратегии, когда «центр тяжести смещается со строительства гидротехнических сооружений на научные изыскания, с долговременных привязанностей на краткосрочную гибкость». Сущность этой стратегии состоит в изменении отношения человека к природе, поскольку «средства и методы обращения с водой становятся все более сложными, внимание к проблемам влияния на среду более насущным».

Вопросы тактики управления водными ресурсами США в работе Г. Уайта специально не рассматриваются. Однако в ней дается анализ природы решений и выделяется три основных подхода. Первый — инженерный, проектирование водных систем рассматривается как поиск комбинаций видов и объемов работ, дающих наибольшую выгоду. Второй — социологический, на основе проведенных исследований составляются рекомендации по регламентации действий различных учреждений, предприятий, а также созданию и поддержке органов, принимающих решения в области использования водных ресурсов. Этот подход ставит фундаментальные вопросы, касающиеся последствий создания новых сооружений для окружающей среды, но не дает на них исчерпывающие ответы. Третий — комплексный, принятие решения определяется одним или несколькими ведущими для конкретной обстановки компонентами модели: диапазоном выбора, водными ресурсами, технологией, экономической эффективностью, пространственными связями. Перечисленные способы принятия решений — тактика в управлении водными ресурсами США. Выбор конкретных форм действия и организации их в конкретных условиях — задача тактики.

Значительную роль стратегия и тактика играют в разработке методологии перспективного планирования (Озбекхан, 1976). «Стратегия может быть определена как ясная формулировка на самом высоком уровне, связующая между собой в единое целое разнообразные средства и цели для осуществления поставленных директив. Узловым пунктом любой стратегии является цель». Поскольку поставленную цель можно достичь многочисленными способами, то неизбежно наличие нескольких моделей стратегии. «Разработка, выбор и распределение альтернативных стратегических направлений в соответствии со специфическими целями лежит в самой основе стратегического планирования» (Озбекхан, 1976). Х. Озбекхан определяет тактику «как деятельность, необходимую для осуществления стратегии», а основной задачей тактического планирования считает проведение в жизнь решений, принятых на более высоком уровне. Эти положения по существу не являются новыми, так как они вытекают из теории марксизма-ленинизма.

Имеющийся опыт в становлении этих направлений позволяет объединить многолетнюю и разностороннюю человеческую деятельность в различных отраслях. Достигается это научным обобщением конкретной формы и содержания действий определенных ведомств, учреждений, организаций, изучением взаимодействия их конечных результатов работ, оценкой влияния конечной продукции на экономику, познанием законов природы принятия решений и их оптимизацией анализом комбинаций целей и средств в заданных условиях или отдельных этапах развития науки и производства.

Оценка состояния изученности показывает, что вопросы стра-

тегии разработаны лучше. Большинство исследователей (Лахтин, Озбекхан, Уайт), определяя стратегию, обращают внимание на практические аспекты. Д. А. Родионов и А. М. Марголин придают содержанию стратегии теоретическое направление. Изложенное в полной мере относится к тактике, понятие которой заменено как принятие оптимальных частных решений (Г. А. Лахтин, Х. Озбекхан). Такое положение необоснованно, так как из определений в теории марксизма-ленинизма тактика отличается от стратегии повышенной конкретизацией форм и условий действия. В остальном они являются равнозначными единой науки.

Вопросы стратегии и тактики гидрогеологических работ в Узбекистане к настоящему времени не разработаны. Из характеристики гидрогеологических исследований следует, что преобладающая часть решаемых задач связана с геологическими заданиями в конкретных условиях. Определение этого понятия для гидрогеологии отсутствует. Оно может быть сформулировано исходя из специфических особенностей положения гидрогеологических исследований в производительных силах, основных решаемых задач, особенностей их формы, содержания, получаемой конечной продукции.

Тактика гидрогеологических исследований — это теория и практика познания гидрогеологических процессов на определенном отрезке времени методологически разработанными к техническому уровню направлениями в гидрогеологии с целью использования подземных вод в качестве средств труда.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОЗНАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Технико-экономические показатели результатов гидрогеологических работ — критерии дифференциации тактики исследований

Научно-исследовательские организации, обобщив многолетний опыт работы, выработали теоретические, методические основы познания гидрогеологических закономерностей. Рассмотрим полученные результаты с точки зрения раскрытия содержания тактики гидрогеологических исследований на примере объединения «Узбекгидрогеология».

Основные технико-экономические показатели, характеризующие тактику гидрогеологических исследований,— выполненный объем научно-исследовательских и геологоразведочных работ в денежном и физическом (для производства) выражениях (табл. 13). Анализ этих данных показывает, что при изучении гидрогеологических условий республики выполняются разнообразные объе-

Таблица 13

Основные показатели результатов гидрогеологических работ в Узбекской ССР

Показатель	1951—1955 гг.	1956—1960 гг.	1961—1965 гг.	1966—1970 гг.	1971—1975 гг.	1976—1980 гг.
Научно-исследовательские						
Объем в денежном выражении по науке, % от объема производственных работ за пятилетку	—	1,4	7,3	8,4	11,3	10,7
Удельный вес ассигнований по науке по пятилеткам, % от итога		1,5	11,5	19,0	31,4	36,6
Геологоразведочные (производственные)						
Объем в денежном выражении (%) к итогу за шесть пятилеток	2,2	9,54	13,9	20,1	24,3	30,0
в том числе договорные, % к объему в денежном выражении за пятилетку	Очень незначительное	7,36	8,34	15,94	32,4	22,7
Механическое колонковое бурение, тыс. пог. м	40,7	189,5	333,9	430,3	460,5	555
Производительность, пог. м/ст. мес.	333	281,3	357,2	420	514	622
Съемки, % к итогу за пятилетку по площади						
крупномасштабные	5,0	6,8	3,8	21,3	21,4	29,7
среднемасштабные	9,2	15,6	47,8	78,7	78,6	70,3
среднемасштабные специализированные	74,2	10,7	6,8	—	—	—
мелкомасштабные	4,6	66,9	41,6	—	—	—
Распределение площадей съемок, % к итогу за шесть пятилеток	13,7	22,9	17,0	9,5	18,2	18,7
Разведанные запасы, млн. м³/сут	—	0,934	16,55	4,48	2,14	3,56
Количество объектов работ с разведанными запасами	Не имелось	3	16	27	30	35
Количество пунктов наблюдений по режимной сети (тыс. пунктов)	Не рассчитано			2,27	2,02	2,30
Объем гидрогеофизических работ, % от объема по ассигнованиям на геологоразведочные работы по пятилетке	Не установлено		11,2	27,0	14,1	8,6
Геофизические исследования (каротаж) в скважинах, тыс. пог. м	Не установлено		303	305	441	530
Средняя глубина изучения скважинами, м	90,0	125,0	175,0	225,0	300	350

мы и виды работ, т. е. тактика гидрогеологических исследований по внутреннему содержанию сложна.

Следует отметить различные тенденции изменения основных показателей результатов гидрогеологических работ во времени и

объемах. Выполненные объемы в денежном выражении по науке и геологоразведочным работам, колонковому бурению, геофизическим исследованиям в скважинах, а также производительность и средняя глубина изучения скважин, количество объектов с разведанными запасами непрерывно растут. Выполненный объем договорных работ в денежном выражении, площади, охваченные съемками различного масштаба, количество разведанных запасов подземных вод, пунктов режимной сети скважин и объем гидрогеофизических исследований колеблются в значительных пределах. Как указано выше (глава I), ведущими являются научные разработки как составляющие производительных сил и средства труда — разведанные запасы подземных вод в средствах производства. Следовательно, эти два фактора определяют возможности гидрогеологической науки в раскрытии закономерностей и удовлетворении запросов народного хозяйства в конечной продукции.

Гидрогеологические исследования за последние тридцать лет проводили в три этапа — по две пятилетки в каждом (табл. 13). В первый (пятая, шестая пятилетки) научно-методическое руководство работами осуществлялось институтом ВСЕГИНГЕО. Народное хозяйство Узбекской ССР удовлетворяло запросы в подземной воде в основном без утверждения запасов. Выполнялся значительный объем (40,6% от итога за шесть пятилеток разного масштаба) съемочных работ. Обращает внимание незначительность глубины изучения (90—125 м).

Во второй этап (седьмая и восьмая пятилетки) укрепилась научно-методическая база. Научно-исследовательские работы стали составлять 7,3—8,4% от объема геологоразведочных. Примерно 30% всех ассигнований на науку за 20 лет приходится на этот период. Увеличиваются (до 85,3% от итога по количеству) разведанные запасы подземных вод. Объем съемочных работ уменьшается с 17,0 в седьмой пятилетке до 9,5% от итога за 30 лет в восьмой. Возросла средняя глубина изучения гидрогеологических условий (175—225,0 м). Этот период характеризуется максимальным развитием комплексов гидрогеофизических исследований, затраты на которые составляют 11,2—27% от выполненного объема геологоразведочных работ по каждой из пятилеток.

В третий этап (девятая, десятая пятилетки) возрастает объем научно-исследовательских работ (68% от итога за шесть пятилеток). Этому в значительной мере способствовало объединение научных и производственных организаций в одно структурное подразделение — «Узбекгидрогеология». Сокращаются виды проводимых съемок, резко возрастает глубина изучения водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости (до 300—350 м). Количество разведанных запасов стало меньше, но относительно равномерно распределилось между пятилетками.

Таким образом, в каждом этапе имелись различные предпо-

сылки для проведения и разработки научных проблем. В производстве формировались разные взаимоотношения объемов и видов гидрогеологических исследований, характеризовавших различную практику проведения полевых работ. Каждый этап имел разное количество конечной продукции — разведанные запасы подземных вод. Указанные характеристики — содержание тактики гидрогеологических исследований. Поэтому правомерно выделить три тактики в изучении гидрогеологических условий Узбекистана.

Рассмотрим степень разработанности и содержание использованных теорий познания гидрогеологических закономерностей, а также степень обеспеченности производственных работ методиками. Примем за аксиому, что результаты исследований 1951—1979 гг. углубили разработки С. Ф. Аверьянова, О. А. Алекина, М. Е. Альтовского, В. И. Аравина, Г. В. Богомолова, П. И. Бутова, М. М. Васильевского, М. А. Вевиоровской, В. В. Ведерникова, В.И. Вернадского, А. П. Виноградова, И. В. Гармонова, Н. К. Гиринского, Н. Е. Жуковского, И. К. Зайцева, Е. П. Замарина, Н. К. Игнатовича, В. С. Ильина, Г. Н. Каменского, В. А. Ковда, Д. И. Костякова, О. К. Ланге, А. Ф. Лебедева, Л. С. Лейбензона, В. С. Личкова, Ф. А. Макаренко, К. И. Макова, М. Маскета, А. И. Мятиева, А. М. Овчинникова, А. И. Огильви, П. В. Отоцкого, Н. Н. Павловского, Н. А. Плотникова, П. Я. Полубариновой-Кочиной, В. А. Приклонского, Ф. П. Саваренского, А. И. Силина-Бекчурина, Н. Н. Славянова, В. А. Сулина, Н. И. Толстихина, С. В. Троянского, А. Е. Ферсмана, Ф. Форхгеймера, И. А. Чарного, В. Н. Щелкачева и др. Рассмотрим основные, связанные с выполнением производственных гидрогеологических работ в УзССР, либо способствовавших становлению новых исследований.

В послевоенные годы в первую очередь требовалось резко повысить гидрогеологическую изученность республики. Проведение съемок от мелкого до крупного масштаба объясняется состоянием изученности научно-методических разработок по данному вопросу. За 1951—1960 гг. опубликовано всего пять работ по методикам проведения гидрогеологических съемок (Антоненко и др., 1957; Методические указания, 1952; Организация и проведение съемки, 1957; Роговская, 1956, 1959). При этом наиболее разработаны мелкомасштабные съемки и вопросы методики гидрогеологических исследований на массивах орошения. Кроме того, имелись четкие методические рекомендации по проведению геологических съемок. Отдельные вопросы гидрогеологических съемок в общем виде рассмотрены в работах 1941—1945 гг.

В целом единые методические указания по проведению гидрогеологических съемок среднего и крупного масштаба отсутствовали. Поэтому методика работ создавалась при проведении съемок, т. е. научные и производственные организации занимались поисками методик гидрогеологического картирования. В этот период оказались хорошо разработанными закономерности формирования режима подземных вод, научные основы мелиора-

тивной гидрогеологии и методические руководства, указания по изучению режима подземных вод (Альтовский, 1954; Кенесарин, 1959; Коноплянцев, 1954; Крылов, 1959; Лебедев, 1957; Попов, 1955; и др.). Режимные и балансовые исследования проводились во всех ирригационно освоенных районах. Поиски и разведка подземных вод составляли небольшой объем (0,93 млн.м³/сут, табл. 13). Научно-методические основы поисково-разведочных работ достаточно хорошо разработаны в трудах С. К. Абрамова, 1955, С. Ф. Аверьянова, 1949, 1956; М. Е. Альтовского, 1947, Б. Д. Бабушкина, 1955, Н. Н. Биндемана, 1951; Г. Н. Каменского, 1947; Н. А. Плотникова, 1948, 1959; Н. И. Плотникова, 1959 и др. Отличительная особенность научных исследований в этом плане — ориентация на установившееся движение подземных вод и на расчеты гидравлическими методами.

По степени разработанности научных проблем и практической направленности деятельности производственных организаций (табл. 13) первый период относится в основном к поисковой и режимно-балансовой тактике гидрогеологических исследований. Вместе с тем появились важные научные работы по оценке водопритоков в горные выработки, дренажные сооружения (Абрамов, 1955; Плотников, Сыроватко, Щеголев, 1957; Сухарев, 1956; Троянский, Чекин, и др., 1960). В них обобщался многолетний опыт наблюдений за водопритоками в целом по СССР. Месторождения полезных ископаемых Узбекской ССР относились к числу слабо обводненных, в связи с чем это направление не получило широкого производственного размаха. В дальнейшем появилось теоретическое обоснование региональной оценки естественных ресурсов подземных вод, разработанное Б. И. Куделиным. Эта работа способствовала формированию в гидрогеологии и гидрологии нового направления по региональной оценке прогнозных эксплуатационных запасов подземных вод и оценке подземного стока территории СССР. Теоретическое обоснование оно получило в работах Н. Н. Биндемана (1961), И. С. Зекцера (1968), С. Ш. Мирзаева (1971), О. В. Попова (1968), Л. С. Язвина (1975) и др.

Накопленный производственный опыт съемочных работ в СССР позволил разработать специальные руководства по проведению гидрогеологических съемок для различных целей (Методические руководства..., 1961, 1972; Рябчиков, Пичугин, Биндеман, 1968). Эти результаты с ранее имевшимися позволили упразднить многообразие в масштабах проводимых съемочных работ (табл. 13) в последующие годы. Однако фактический объем съемочных работ оставался значительным (26,5% от площади, заснятой за 30 лет), т. е. в 1961—1970 гг. продолжалось региональное изучение территории Узбекистана.

На этом этапе изменился научно-методический подход к оценке эксплуатационных запасов. Основной упор был сделан на гидродинамические расчеты в условиях неустановившегося движе-

ния подземных вод к водозаборным сооружениям. Следует отметить первые разработки Ф. М. Бочевера, Н. Н. Веригина (1961), Н. Н. Биндемана (1963), В. М. Шестакова (1965). Дальнейшее их изучение осуществлено В. Д. Бабушкиным (1969), Б. В. Боревским (1976), И. С. Глазуновым, В. М. Гольдбергом (1969), Е. Л. Минкиным, Н. И. Плотниковым (1965, 1968), Л. С. Язвиным и др. Теоретическая разработанность методики оценки эксплуатационных запасов подземных вод в значительной мере способствовала разведыванию необычно большого количества (21,0 млн.м^3/сут) запасов подземных вод в республике.

За 1961—1970 гг. завершены крупные региональные работы по оценке эксплуатационных запасов подземных вод и подземного стока (Мирзаев и др., 1971), применимости дренажа (Романов и др., 1969), картированию и изучению потоков грунтовых вод (Ходжибаев, 1970), составлению регионального водно-солевого баланса подземных вод (Алимов, 1972), формированию химического состава грунтовых вод (Хасанов, 1965) и др. Эти данные вместе с ранее указанной значительностью съемочных работ свидетельствуют о преобладании в течение 1961—1970 гг. работ регионального направления. Подтверждение этому — монография «Гидрогеология СССР», т. XXXIX, Узбекская ССР (1971). Однако значительный удельный вес в производстве разведочных работ позволяет охарактеризовать тактику гидрогеологических исследований в Узбекистане как регионально-разведочную. Это не означает, что другие направления гидрогеологических исследований сокращены или ликвидированы. В период регионально-разведочной тактики гидрогеологических исследований продолжалось совершенствование научных основ изучения режима, баланса, мелиоративной гидрогеологии. Значительное развитие получило новое направление в гидрогеологии — гидрогеофизика,— основанное И. И. Гринбаумом (1965), А. М. Гореликом (1966), Н. А. Огильви (1956), А. Д. Судоплатовым (1967) и др.

Отличительная особенность третьего этапа — выполнение исследований по прогнозам изменения гидрогеологических условий и охране подземных вод от истощения и загрязнения. Это сформулировано в принятых основах водного законодательства Союза ССР и союзных республик (1971 г.). К настоящему времени завершены научные проработки по вопросам прогнозов режима и гидрогеолого-мелиоративных условий, вероятностных изменений структуры использования ресурсов подземных вод. Это нашло отражение в трудах В. А. Гейнца (1978), В. С. Ковалевского (1974), А. А. Коноплянцева и др. (1974), С. Ш. Мирзаева (1968, 1971, 1974, 1978), В. Г. Самойленко (1976, 1977), Х. Т. Туляганова (1978), Н. Н. Ходжибаева (1974, 1976, 1978), Р. А. Якубовой (1977) и др. По остальным научным направлениям исследования в стадии завершения. Поэтому есть основание считать тактику гидрогеологических работ (1971—1980 гг.) прогнозно-охранной.

Таким образом, тактика гидрогеологических исследований в

Узбекской ССР за 30-летний период (1951—1980 гг.) изменялась: поисково-режимно-балансовая, регионально-разведочная и прогнозно-охранная. Основной фактор, изменяющий ее,— совершенствование научных теорий, методических руководств, различный характер запросов народного хозяйства, влияние человека на окружающую среду. Особенностью тактик гидрогеологических исследований является подавляющий вес производственных геологоразведочных работ с изучением гидрогеологических условий Узбекской ССР (табл. 13).

Многочисленными исследованиями доказано наличие в геологоразведочном процессе научного и производственного содержания (Быховер, 1968; Винниченко; Егорин, 1978; Дунаев, Миловидов, 1973; Кобахидзе, 1978; Моссур, 1975; Соколовский, 1974; Туляганов, Ходжибаев, 1975; Фейтельман, 1969; и др.). Однако содержание соотношения не изучено. Эта попытка предпринята

Таблица 14

Соотношение объема ассигнований гидрогеологических исследований, отнесенных к средствам и предметам труда, % от государственного бюджета на геологоразведочные работы

Основное направление гидрогеологических исследований	1966—1970 гг.	1971—1975 гг.	1976—1980 гг
Гидрогеологические исследования категории средств труда			
Поиски и разведка подземных вод для водоснабжения, орошения, обводнения	26,35	25,8	26,9
городского и промышленного водоснабжения	12,94	14,8	16,3
термальных вод	1,29	1,41	—
Всего	40,58	42,01	43,2
Гидрогеологические исследования категории предметов труда			
Крупномасштабная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка	6,91	13,74	15,8
Среднемасштабная гидрогеологическая съемка	7,88	10,9	8,0
Контроль за охраной подземных вод	2,24	4,18	19,4
Режим подземных вод	16,19	15,2	—
Всего	33,22	44,02	43,2
Инженерно-геологические работы			
Изучение геодинамических процессов и специальные работы	26,20	13,97	13,6
Итого	100	100	100

для гидрогеологических исследований (табл. 14), исходя из их разделения на средства и предметы труда (табл. 4). Анализ полученных данных показывает, что в восьмой пятилетке ассигнования на гидрогеологические исследования, отнесенные к средствам труда (поиски и разведка подземных вод), на 7,36% превышали денежные затраты на исследования, отнесенные к предметам труда.

Девятая пятилетка характеризуется превышением на 2,01% денежных средств гидрогеологических исследований, отнесенных к предметам труда над комплексом работ, составляющим средства труда. В десятой пятилетке денежные расходы на предметы и средства труда одинаковые. Следовательно, можно отметить разные соотношения распределения денежных средств между гидрогеологическими исследованиями, отнесенными к средствам и предметам труда. Однако намечается тенденция к выравниванию и даже превышению затрат на исследования, отнесенные к предметам труда, над ассигнованиями, выделяемыми на средства труда. Такое положение закономерно, так как открытие новых месторождений полезных ископаемых в общем и подземных вод в частности становится более сложным, требующим значительного увеличения денежных средств (Минашкин, 1974; Соколовский, 1974; Фейтельман, 1969). Эта тенденция сохранится и на перспективу. В этих условиях особенно важное значение приобретают научные исследования, усиление их научной и материальной базы.

Анализ данных табл. 13, 14 показывает, что с учетом затрат на научные исследования в восьмой пятилетке ассигнования на предметы труда и научные разработки превышали всего на 1,1% денежные затраты на гидрогеологические исследования, отнесенные к средствам труда. В последующих двух пятилетках это соотношение на 10,7—11,3% улучшилось в сторону гидрогеологических исследований, отнесенных к предметам труда, что стало соответствовать общим закономерностям развития геологоразведочных работ в СССР.

Таким образом, тактика гидрогеологических исследований каждого периода характеризуется определенным распределением денежных средств на науку, предметы и средства труда в производстве. От правильности выбора этих соотношений зависит успешность решения поставленных народнохозяйственных задач и переход на новую тактику и стратегию исследований в целом.

Виды и объемы гидрогеологических работ производственного процесса познания

Характеристика основных показателей съемочных работ

Успехи поисков и разведки месторождений подземных вод в первую очередь определяются съемочными работами. На территории Узбекистана проведено большое количество съемок разного

Таблица 15

Основные виды и объемы работ среднемасштабных съемок Узбекской ССР

Гидрогеологический район	Индекс вида съемки	Сметн. стоим. вып. раб., тыс. руб	Объем бурен., тыс. пог. м	Кол-во скваж., шт.	Максим. глубина скваж., пог. м	Кол-во опробований, шт.	Продолжит. опробования бр./см
Устюртский	а	1213,3	30,1	185	300	313	1498,9
	б	496,1	8,3	59	375	72	319,3
	б	504,5	10,57	91	570	12	72
	г	430,0	6,6	56	898	82	58,5
	г	369,7	6,6	25	н.с	55	474,5
Центрально-Кызылкумский	а	1714,3	28,8	177	900	89	1696,0
	б	343,8	12,02	212	436	н.с	380,0
Амударьинский	а	241,0	6	36	300	н.с	518,0
	в	206,0	5,2	49	310	н.с	388,7
	в	304,6	0,94	184	35	61,0	н.с
	а	144,9	2,3	3,0	н.с	14,0	127,5
	б	382,3	6,85	н.с	н.с	н.с	300,5
	в	313,0	4,65	25	н.с	43,0	354
Сырдарьинский	а	1065,2	14,10	113	н.с	101	708,6
	б	809,5	15,1	106	н.с	128	1150,0
	б	154,6	1,10	28	н.с	н.с	н.с
	б	619,4	12,08	55	н.с	143	545
	а	397,6	5,25	18	н.с	25	433
Сурхандарьинский	а	467,1	13,7	72	н.с	н.с	728,3
Зарафшанский	в	266,2	6,3	50	1200	16	323,5
Нурата-Туркестанский	в	355,9	5,9	42	647	32	216
Горноскладчатый артезианский бассейн юго-западных отрогов Гиссара	а	623,8	6,75	21	Н.с	50	630
Приташкентский	в	246,6	8,0	62	420	н.с	221,6
Ферганский	в	360,3	7,79	52	776	н.с	618,6
	г	380,6	5,27	82	502	н.с	625,4
		253,3	3,90	46	503,5	н.с	385,0

Примечание. а—полистная, б—групповая гидрогеологическая, в—полистная, г—комплексная групповая гидрогеологическая и инженерно-геологическая.

целевого назначения и различных масштабов (табл. 15, 16). По мере накопления научных знаний методика проведения съемочных работ совершенствовалась. В последних трех пятилетках в республике выполняются средне- и крупномасштабные съемки, масштабы и цели упрощены, поэтому рассмотрим только кондиционные съемки (табл. 17).

Гидрогеологические районы Узбекистана в разной степени охвачены среднемасштабными гидрогеологическими съемками. Наибольшее их количество выполнено в Устюртском, Сырдарьинском, Амударьинском районах. Общие затраты на среднемасштабные съемки здесь колеблются от 1,2 до 2,9 млн. руб. В Центрально-Кызылкумском и Нурата-Туркестанском гидрогеологических рай-

онах проведено от 6,7 до 8,8% среднемасштабных съемочных работ с затратами соответственно 1,6 и 0,8 млн. руб. В остальных гидрогеологических районах выполнено от 2,6 до 3,5% среднемасштабных съемочных работ к итогу по республике. Сметная стоимость съемок, выполненных по районам, колеблется от 0,2 до 0,64 млн. руб. При этом отмечаются повышенные стоимости средне-

Таблица 16

Основные виды и объемы работ крупномасштабных съемок по гидрогеологическим районам УзССР

Гидрогеологический район	Индекс вида съемок	Сметная стоим. вып. раб., тыс. руб.	Объем бурения, тыс. пог. м	Кол-во скважин, шт.	Максим. глубина скважин, пог. м	Кол-во опробований, шт.	Продолжительн. опроб., бр/см	Горные выработки	
								кол-во, шт.	объем, пог. м
Сырдарьинский	а	1530,8	41,22	530	135	87	2150	466	2007,0
	а	755,2	6,11	165	Н. с.	78	Н. с.	Н. с.	Н. с.
Центрально-Кызылкумский	а	358,4	9,39	Н. с.	Н. с.	20	340	135	223
	а	272,6	4,02	200	Н. с.	18	356,7	50	150
Амударьинский	а	2893,0	68,25	1540	520	301	6651,5	514	3072,4
	а	1325,8	28,13	546	322	73	2195,8	806	6105,5
	в	1615,7	26,57	465	Н. с.	210	2081,6	541	4217
Сурхандарьинский	к	250,7	9,36	614	100	8	Н. с.	263	1715,0
Гиссаро-Зарафшанский	и	175,2	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	42	537,0
	д	100,0	0,18	Н. с.	43	Н. с.	Н. с.	3,0	12,0
	д	264,9	5,68	47	Н. с.	17	130,6	Н. с.	Н. с.
Приташкентский	к	551,3	23,58	1094	400	27	Н. с.	411	4413,3
	и	174,9	3,29	38	207	13	209	38	608
	з	99,3	4,10	106	681	16	105,7	Н. с.	Н. с.
	в	287,5	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	92	1155
	е	463,6	7,17	96	101	13	276,5	Н. с.	Н. с.
	а	446,4	5,43	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.
Чаткало-Кураминский	г	472,2	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	Н. с.	62	1577
	ж	281,8	0,20	6	41	3	30	37	596
	е	467,6	5,66	70	203	10	544,2	Н. с.	Н. с.
	д	390,5	1,81	26	228	37	154,7	Н. с.	Н. с.
	д	188,5	0,48	18	Н. с.	16	302	Н. с.	Н. с.
Ферганский	а	994,5	19,31	458	260	22	2326	282	1347,6
	б	129,6	4,96	262	100	9	216	303	731
	л	130,6	4,61	254	100	7	216	251	649
	б	229,0	5,54	155	95	28	939,9	90	124
	а	1728,7	29,68	511	Н. с.	130	1853,8	159	620,5

Примечание. а — комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая (для мелиорации), б — комплексная инженерно-геологическая (для мелиорации), в — инженерно-геологическая (для мелиорации и курортного строительства), г — специализированная инженерно-геологическая (для изучения селей), д — специализированная гидрогеологическая (для водоснабжения), е — гидрогеологическая в комплексе с поисково-разведочными работами (для водоснабжения), ж — специализированные инженерно-геологические исследования (для изучения развития селей, оползней), з — гидрогеологическая (для водоснабжения), и — комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая (общего назначения), к — съемки, требующие дополнительного выполнения работ (для обоснования кондиционности), л — гидрогеологические некондиционные.

Таблица 17

Распределение выполненного объема в денежном и физическом выражении кондиционных гидрогеологических и инженерно-геологических средне- и крупномасштабных (включая специализированные) съемок по территории Узбекской ССР

Гидрогеологический район	Среднемасштабные съемки			Крупномасштабные съемки		
	стоим. вып. раб., млн. руб	площадь, % от итога по республике	стоимость 1 км², руб	стоим. выполн. работ, млн. руб	площадь, % от итога по республике	стоимость 1 км², руб.
Сырдарьинский	2,9	27,5	52,2			
Устюртский	1,9	28,3	33,0			
Центрально-Кызылкумский	1,6	8,8	89,8			
Амударьинский	1,2	13,2	45,8	7,8	47,1	483,5
Нурата-Туркестанский	0,8	6,7	58,6			
Гиссаро-Зарафшанский и юго-западные отроги Гиссара	0,2	3,2	32,6			
Ферганский	0,64	3,5	89,7	3,2	21,8	245,3
Приташкентский	0,54	2,6	99,5	2,7	19,2	237,5
Зарафшанский	0,27	3,1	42,3			
Сурхандарьинский	0,25	3,1	38,7	0,25	3,5	119,4
Чаткало-Кураминский				1,35	6,03	372,0
Гиссаро-Зарафшанский				0,50	2,4	363,7
Всего	10,30	100	50,8	15,8	100,0	265,3

масштабных съемочных работ для Ферганского и Приташкентского гидрогеологических районов, что объясняется интенсивным промышленным освоением (табл. 1).

Общие затраты на среднемасштабные кондиционные съемочные работы составили 10,3 млн. руб. при средней стоимости 1 км² 50,8 руб. По отдельным гидрогеологическим районам стоимость 1 км² среднемасштабной съемки колеблется от 32,6 до 99,5 руб. Основная причина значительного колебания стоимости 1 км² съемок — большое разнообразие видов и объемов гидрогеологических работ (табл. 15) и различная плотность разведочной сети (табл. 18).

Крупномасштабные съемки на территории Узбекистана проведены на освоенных, но неблагоприятных в мелиоративном отношении землях, на вновь осваиваемых под орошаемое земледелие и в горных районах с развитой или развивающейся горнорудной промышленостью (табл. 16, 17). Наибольшие площади засняты в Амударьинском, Ферганском и Приташкентском гидрогеологических районах (табл. 17). Общая сметная стоимость проведенных работ для указанных территорий изменяется от 2,7 до 7,8 млн. руб. Несколько меньше по объему и ассигнованиям крупномасштабные съемки в Гиссаро-Зарафшанском, Сурхандарьинском, Чаткало-

Плотность разведочной сети мелко- и среднемасштабных объектов

Индекс масштаба и вида съемочного объекта	Объем буровых работ на 1 км²	Продолжит. опробований 1 бр/см на 1 км²	Объем горных работ на 1 км²	Кол-во выработок на 1000 км²
II-б	0,31	0,01		3,04
II-а	0,98	0,06		9,31
II-а	0,60	0,05		6,43
II-б	0,50	0,02		2,96
II-а	0,55	0,04		4,40
II-а	8,19	0,07		6,19
II-б	0,30	0,02		2,76
II-а	0,65	0,07		2,81
II-а	0,83	0,10		3,86
II-а	0,90	0,02		4,56
II-а	1,52	0,01		3,78
II-г	0,95	0,01	0,01	8,0
II-б	0,82	0,07		4,41
II-б	0,54	0,04	0,013	5,4
II-а	0,38	0,01		0,64
II-а	0,38	0,02		0,5
II-б	0,54	0,04		2,06
II-б	0,10	0,05		4,39
II-б	0,48	—		3,83
II-б	0,39	0,01		3,67
II-б	0,63	0,03		—
II-а	1,49	0,07	0,03	7,14
II-а	1,23	0,10	0,07	7,18
II-в	1,82	0,13	0,15	16,33
II-в	1,25	0,03	—	9,72
II-в	0,74	0,05	0,01	4,48
I-а	0,45	0,03	0,03	1,30
II-в	0,89	0,07	0,01	4,78
II-д	0,90	0,03		
II-д	0,34		0,16	3,44
II-д	0,10		0,10	5,29
I-д	0,64	0,02	0,01	11,31
II-в	1,45	0,05	0,08	10,28
II-в	2,35	0,19		15,66
II-в	0,99	0,05	0,02	7,94
II-в	0,85	0,07		2,90
II-в	2,03	0,24	0,01	31,54
II-в	0,87	0,09	0,02	10,24
II-в	2,47	0,17		13,14
I-б	0,09		0,06	0,24
II-б	0,19			2,48
II-в	0,31		0,08	4,16
II-в	0,24		0,06	2,88
II-д	0,73	0,09	0,11	2,55
I-д			0,05	23,09
I-д	0,53			5,48
I-д	0,06	0,01	0,06	0,39
II-в	0,07		0,17	19,64
II-в	0,22		0,11	39,08
II-в	0,15		0,13	31,86

Примечание. I—мелкомасштабные, II—среднемасштабные, виды: а—поли гидрогеологические и иженерно-геологические, д—геолого-гидрогеологические.

Таблица 18

съемочных работ Узбекской ССР

Кол-во опробований на 1000 км²	Объем съемочных работ на 1 пог. м	Продолж. опробов. бр/см на 1 пог. м	Объем горных работ на 1 пог. м	Кол-во опробований на 1 пог. м
4,70	3,23	0,01		0,02
12,86	1,02	0,06		0,01
12,70	1,66	0,08		0,02
2,96	2,00	0,04		0,01
7,24	1,82	0,07		0,01
12,22	0,12	0,01		0,001
4,43	3,28	0,06		0,01
4,47	1,53	0,10		0,01
4,43	1,20	0,12		0,01
6,18	1,11	1,11		0,01
2,63	0,66	0,01		0,001
11,7	1,06	0,01	0,02	0,01
4,58	0,82	1,22	—	0,01
7,4	1,84	0,07	0,01	0,01
4,77	2,62	0,04		0,01
2,33	2,61	0,06		0,01
1,24	1,84	0,07		0,002
11,84	0,44	0,44	0,12	0,12
—	2,10	—	—	—
1,0	2,53	0,02		0,003
—	1,58	0,05		—
3,65	0,67	0,47	0,02	0,002
14,37	0,81	0,08	0,06	0,01
10,00	0,80	0,03	—	—
—	0,55	0,07	0,08	0,01
1,70	1,35	0,06	0,02	0,002
6,78	2,24	0,06	0,06	0,02
4,97	1,13	0,08	0,02	0,01
	1,11	0,03		—
72,40	2,91		0,45	0,21
58,29	9,75		0,98	0,57
—	1,56	0,03	0,01	—
6,61	0,69	0,04	0,05	0,004
—	0,43	0,08		
4,44	1,00	0,05	0,02	0,004
—	1,18	0,08		—
—	0,49	0,12	0,01	—
4,01	1,15	0,10	0,02	0,004
—	0,40	0,07	—	—
0,90	11,21		0,65	0,01
—	5,39			
37,64	3,18		0,25	0,12
22,12	4,13		0,26	0,09
6,38	1,29	0,12	0,15	0,01
—				
—	1,90			
10,26	15,35	0,10	0,98	0,16
43,93	13,66		2,26	0,60
17,27	4,49		0,48	0,08
27,60	6,73		0,86	0,19

стные, б—групповые гидрогеологические, в—полистные, г—групповые комплексные

Плотность разведочной сети крупномасштабных объектов съемочных

Индекс вида съемки	Объем буровых работ на 1 км²	Продолжительность опробования 1 бр/см на 1 км²	Объем горных выработок на 1 км²	Кол-во выработок на 1000 км²	Кол-во опробований на 1000 км²
а	5,63	0,42	0,004	161,25	55
а	7,62	1,08	0,41	241,63	33,47
к	3,05	3,05	0,40	98,5	—
а	6,48	6,48	0,26	229,09	54,55
а	8,43	0,17	0,41	230,91	9,09
а	3,91	0,17	0,19	58,89	10,0
а	4,32	0,14	0,18	117,78	10,0
б	9,59	0,82	2,19	126,94	29,78
а	5,19	0,41	0,35	11⁰,33	20,0
б	4,73	0,29	0,78	107,62	8,37
а	6,44	1,25	0,37	90,0	51,11
а	5,03	0,85	0,11	140,91	25,45
а	8,03	0,82	0,19	194,87	7,69
к	4,70	0,20	0,69	248,34	8,53
а	4,13	0,57	0,47	95,83	5,42
а	5,59	0,27	0,34	23,5	13,50
д	0,28	0,10	—	12,24	8,16
к	4,14	0,19	0,58	227,80	6,28
д	4,55	0,31	—	23,13	115,63
ж	—	—	2,68	—	—
а	7,39	0,81	0,59	240,0	67,88
к	2,29	—	0,55	80,0	6,92
а	5,51	0,37	0,20	152,61	13,04
е	10,67	0,27	—	275,68	41,61
ж	0,32	0,05	0,93	9,57	4,78
е	10,50	0,40	—	140,56	19,03
и	10,89	0,69	2,01	125,83	43,05
е	14,14	1,36	—	175,0	25,0
к	4,46	—	0,82	292,38	3,81
б	6,41	0,76	2,36	115,03	28,76
а	6,05	0,44	0,71	75,43	5,71
к	3,13	—	1,02	197,16	4,26
к	2,99	—	0,50	237,31	8,96
д	0,12	0,15	—	2,78	—
а	10,03	1,94	0,38	176,54	19,75
а	6,05	0,44	0,71	75,43	5,71
а	5,96	0,18	0,44	—	—
а	3,91	0,14	0,09	—	8,33
д	0,79	0,12	—	28,06	—
д	0,71	—	0,06	—	—
а	7,56	0,96	0,56	133,64	39,09

Примечание. Индекс вида съемок см. в табл. 17.

Кураминском гидрогеологических районах. Физические объемы в этих районах изменяются от 2,4 до 6,03% всей площади крупномасштабной съемки, выполняемой в Узбекской ССР, а затраты колеблются от 0,25 до 1,35 млн. руб.

Для объемов средне- и крупномасштабных съемок устанавли-

Таблица 19

работ Узбекской ССР

Объем съемочных работ на 1 пог. м	Продолжительность опробований на 1 бр/см пог. м	Объем горных выработок на 1 пог. м	Кол-во выработок на 1 пог. м	Кол-во опробований на 1 пог. м
0,18	0,08	0,001	0,003	0,01
0,13	0,14	0,05	0,03	0,004
0,33	0,01	0,13	0,03	—
0,15	0,05	0,04	0,04	0,01
$0,01_2$	0,02	0,05	0,03	0,001
0,26	0,04	0,05	0,02	0,003
0,23	0,03	0,04	0,03	0,002
0,10	0,09	0,23	0,01	0,003
0,19	0,08	0,07	0,02	0,004
0,21	0,06	0,16	0,02	0,002
0,16	0,19	0,06	0,01	0,01
0,20	0,17	0,02	0,03	0,01
0,12	0,10	0,02	0,02	0,001
0,21	0,04	0,15	0,05	0,002
0,24	0,14	0,11	0,02	0,001
0,18	0,05	0,06	0,004	0,002
3,52	0,34	—	0,04	0,03
0,24	0,05	0,14	0,06	0,002
0,22	0,04	—	0,01	0,03
—	—	—	—	—
0,14	0,11	0,08	0,03	0,01
0,44	—	0,24	0,03	0,003
0,18	0,07	0,04	0,03	0,002
0,09	0,03	—	0,03	0,004
3,12	0,15	2,92	0,03	0,01
0,10	0,04	—	0,01	0,002
0,09	0,06	0,18	0,01	0,004
0,07	0,10	—	0,01	0,002
0,22	—	0,18	0,07	0,001
0,16	0,12	0,37	0,02	0,004
0,17	0,07	0,12	0,01	0,001
0,32	—	0,33	0,06	0,001
0,33	—	0,17	0,08	0,003
8,37	1,28	—	0,02	—
0,10	0,19	0,04	0,02	0,002
0,17	0,07	0,12	0,01	0,001
0,17	0,03	0,07	—	—
0,26	0,04	0,02	—	0,002
1,26	0,15	—	0,04	—
1,41	—	0,08	—	—
0,01	0,13	0,07	0,02	0,005

вается связь с промышленной развитостью районов (Ферганский, Приташкентский и Чаткало-Кураминский). Вместе с определяющим фактором на объемы съемочных работ существенно влияют перспективы освоения новых земель. Это четко устанавливается в Амударьинском гидрогеологическом районе, охватывающем Каршинскую степь и низовья р. Амударьи. Наблюдается зависимость

постановки крупномасштабных съемок от запросов горнорудных предприятий. Это подтверждается выполнением съемок в Гиссаро-Зарафшанском гидрогеологическом районе.

Следовательно, постановка крупномасштабных съемок зависит от значительно большего количества факторов, чем среднемасштабных. Это усложняет тактику гидрогеологических исследований на различных этапах. Стоимость 1 км² крупномасштабных съемок колеблется от 119,4 до 483,5 руб. и в целом для республики составляет 265,3 руб. При этом отмечается опережение стоимости единицы съемочных работ над увеличением масштабности. Так, крупномасштабные съемки детальнее среднемасштабных в 2—4 раза, а стоимость 1 км² возрастает по минимальным и максимальным значениям (табл. 17) в 3,7—4,8 раза, а в среднем исчислении для республики — в 5 раз. Это следствие того, что объем основных видов работ (буровых, горных, опытных, количество выработок, опробований и др.) на единицу площади при крупномасштабных съемках увеличивается на один порядок (табл. 18, 19).

Особенно резко возрастает количество выработок на тысячу квадратных километров площади (табл. 19). Сравнение основных видов работ на один погонный метр выполненных буровых работ дает иное соотношение (табл. 18, 19). Объем съемочных работ на один погонный метр бурения уменьшается при крупномасштабном картировании на один порядок. Остальные показатели в расчете на погонный метр бурения при средне- и крупномасштабных съемках аналогичны. Это свидетельствует о том, что интервал опробования опытными и горными работами объектов изучения при указанных масштабах примерно одинаковый, меняется лишь частота изучения по площади (количество выработок и опробований на единицу площади).

При среднемасштабной съемке (табл. 15) максимальная глубина изучения изменяется от 300 до 1200 м и в среднем значении для территории Узбекистана колеблется от 106 до 262 м. Для крупномасштабных съемок эти же показатели соответственно изменяются от 41 до 500 м и от 24,8 до 80,2 м. Из этого следует, что среднемасштабные съемки характеризуют гидрогеологические условия по глубине, а крупномасштабные—заданную для изучения толщу по площади. Оставшийся интервал глубины между средне- и крупномасштабными съемками — предмет постановки работ глубинного геологического (гидрогеологического) картирования. Целесообразность его выполнения определяется перспективами обнаружения новых типов месторождений подземных вод, либо практическими запросами народного хозяйства.

Обобщая результаты съемок, можно отметить, что проведение средне- и крупномасштабных съемок, глубинного картирования позволяет познавать особенности гидрогеологических условий и закономерности гидрогеологических процессов в пространстве.

Характеристика основных показателей поисково-разведочных работ

Поисково-разведочные работы по положению в производительных силах и геологоразведочном процессе относятся к средствам труда. Этому направлению уделяется большое внимание (Арцев, 1965; Борисов, 1975, 1977; Лубенский, 1975; Мирзаев, 1974, 1977; Плотников, 1968; Туляганов, 1977; и др.). Экономика разведки подземных вод Узбекистана изучена Х. Т. Тулягановым, В. А. Борисовым (1977). Мы рассмотрим лишь основные показатели (табл. 20), необходимые для понимания тактики гидрогеологических исследований различных этапов развития гидрогеологической науки в Узбекской ССР.

Поисково-разведочные работы за 1956—1975 гг. выполнены на площади, составляющей 37,2% всей территории республики. Общие затраты на этот вид работ равны 39,3 млн. руб., что в 3,8 раза больше расходования средств на среднемасштабные съемки (10,3 млн. руб.) и в 2,5 раза — на крупномасштабные (15,8 млн. руб.).

Для определения возможностей сравнения съемочных и поисково-разведочных работ важно установить стоимость опоискования и разведки единицы площади (табл. 20). Анализ этого показателя свидетельствует об увеличении стоимости затрат на единицу площади от поисков к предварительной (340 руб.) и детальной (450,4 руб.) разведке. В целом опоискование и разведка единицы площади стоит 234,4 руб., что примерно соответствует стоимости крупномасштабной съемки. Установить какую-либо особенность в изменениях стоимости единицы площади поисковыми и разведочными работами не удалось.

Из приведенных данных (табл. 20) видно, что поисковые работы за 25 лет их выполнения имели минимальную стоимость (39,9 руб.) в девятой пятилетке. В дальнейшем отмечается увеличение стоимости работ в 2—10 раз и более. Предварительная и детальная стадии работ имеют иное распределение стоимости разведки единицы площади. Максимальные значения приходятся на девятую и десятую пятилетки. В годы, предшествующие им, стоимость единицы разведки площади была в 3—15 раз дешевле. Эта особенность увеличения стоимости предварительной и детальной стадий разведки подтверждает тот факт, что стоимость проведения поисковых и разведочных работ на современном этапе возрастает.

Отметим, что поисково-разведочными работами оценивается качественное и количественное содержание изучаемых водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости. Поэтому такие работы в комплексе со съемочными характеризуют изучаемую территорию и происходящие на ней гидрогеологические процессы в пространстве и по количественному содержанию.

Таблица 20

Основные показатели результатов постадийного выполнения поисково-разведочных работ на территории Узбекской ССР

Показатель	Поиски	Предварительная разведка	Детальная	Предварительная и детальная	Поиски и предварительная	Всего
1956—1960 гг.						
Модуль разведанных запасов, тыс. м³/км²	0,02	0,04	0,02	0,17	0,02	0,03
Сметная стоимость, млн. руб.	2,60	0,8	0,7	0,01	0,23	4,34
Стоимость 1 м³/ сут, руб.	13,0	1,08	4,53	0,11	11,2	3,59
Площадь, тыс. км²	11,0	20,1	6,6	0,50	0,90	39,0
Стоимость разведки 1 км² площади, руб.	236,4	39,8	106,1	20,0	255,6	111,0
1961—1965 гг.						
Модуль разведанных запасов, тыс. м³/км²	0,26	0,24	0,21	0,09	1,20	0,23
Сметная стоимость, млн. руб.	2,0	0,29	4,7	1,07	0,09	8,15
Стоимость 1 м³/сут, руб.	1,91	2,50	2,03	12,44	2,63	1,76
Площадь, тыс. км²	4,03	4,65	10,71	0,900	0,03	20,3
Стоимость разведки 1 км² площади, руб.	496,3	62,3	438,8	1188,9	3000	401,5
1966—1970 гг.						
Модуль разведанных запасов, тыс. м³/км²	0,02	0,57	0,70	1,32	Н. с.	0,44
Сметная стоимость, млн. руб.	1,8	8,83	6,61	0,18	0,07	17,5
Стоимость 1 м³/сут, руб.	9,31	0,96	0,85	3,93	9,77	1,32
Площадь, тыс. км²	11,5	16,3	11,1	0,04	Н. с.	38,94
Стоимость разведки 1 км² площади, руб.	156,5	541,7	595,5	4550,0	Н. с.	449,4
1971—1975 гг.						
Модуль разведанных запасов, тыс. м³/км²	0,02	1,22	0,35	0,01	0,06	0,05
Сметная стоимость, млн. руб.	2,14	1,69	1,21	0,33	0,98	6,35
Стоимость 1 м³/сут, руб.	1,95	1,13	3,86	5,43	4,51	2,00
Площадь, тыс. км²	53,6	1,22	0,9	8,46	3,76	67,9
Стоимость разведки 1 км² площади, руб.	39,9	1385,2	1344,4	39,0	260,6	93,5
1976—1980 гг.						
Модуль разведанных запасов, тыс. м³/км²	0,01	0,60	Н. с.	Н. с.	Н. с.	0,05
Сметная стоимость, млн. руб.	0,12	0,23	Н. с.	Н. с.	Н. с.	0,35
Стоимость 1 м³/сут, руб.	35,95	3,48	Н. с.	Н. с.	Н. с.	4,94
Площадь, тыс. км²	11,1	0,11	Н. с.	Н. с.	Н. с.	11,21
Стоимость разведки 1 км² площади, руб.	110,0	2091,0	Н. с.	Н. с.	Н. с.	31,2

Продолжение табл. 20

Показатель	Поиски	Предварительная разведка	Детальная	Предварительная и детальная	Поиски и предварительная	Всего
			Всего за 1956—1975 гг.			
Модуль разведанных запасов, тыс. м³/км²	0,03	0,30	0,36	0,03	0,06	0,15
Сметная стоимость, млн. руб.	8,66	14,46	13,22	1,60	1,38	39,3
Стоимость 1 м³/сут, руб.	3,42	1,14	1,25	5,69	4,91	1,49
Площадь, тыс. км²	81,24	42,46	29,35	9,91	4,70	167,66
Стоимость разведки 1 км² площади, руб.	106,6	340,6	450,4	161,4	293,6	234,4
Процент площади УзССР, охваченной поисковыми и разведочными работами	18	9,4	6,5	2,2	1,04	37,2

Характеристика основных показателей гидрогеологических работ по изучению режима и баланса подземных вод

Первые стационарные гидрогеологические исследования в Узбекистане начаты в 1912 г. Голодностепской сельскохозяйственной станцией. В 1932 г. оборудована опорная режимная сеть. С этого времени начались планомерные и систематические наблюдения за режимом подземных вод, которые ведутся в настоящее время (табл. 21). Анализ этих материалов показывает, что в отличие от съемочных и поисково-разведочных работ режимные наблюдения характеризуются большими площадями объектов работ (5,1—37,1 тыс. км²) и небольшими для этой территории ежегодными ассигнованиями (99,7—363 тыс. руб., табл. 22). Большое количество производимых замеров (табл. 21) свидетельствует о другом (временном) уровне изучения гидрогеологических процессов и ведет к низкой стоимости одного замера (1,8—5,50 руб.). При этом значительная часть выделенных денежных средств расходуется на передвижения наблюдателя пешком и на автомашине между пунктами региональной и специальной сети. Поэтому традиционные виды гидрогеологических работ — бурение, откачки, съемки, гидрогеофизика — занимают относительно небольшой объем в проектах. Так, общий объем бурения колеблется от 0,5 до 3,9 тыс. пог. м. Но преобладают значения 0,5—1,2 тыс. пог. м. Количество передвижения между пунктами режимной сети изменяется от 16,6 до 58,4 пог. км/км².

Выполняемый объем в денежном выражении колеблется в одних и тех же партиях от 1,5 до 2,0 раз. Это обусловлено многообразием решаемых геологических задач, различными запросами народного хозяйства в организации специальной сети и выполнением договорных работ. Чтобы оценить, какими же факторами определяется развитие работ по изучению режима и баланса подземных вод, были рассчитаны среднегодовые основные технико-экономические показатели по гидрогеологическим и инженерно-геологиче-

Сведения о составе и количестве сети по гидрогеологическим

Наименование ГГ и ИГ партий, год ее организации	Год	Средняя глубина режимных скважин, м	Кол-во скважин, обслуживаемых партиями
1	2	3	4
Ташкентская, 1932	1969	17,3	115
	1970	19,3	115
	1971	20,1	112+20 родн
	1972	26,4	105
	1973	25,6	122
	1974	21,9	132
	1975	23,1	116
Голодностепская, 1950	1969	26,8	557
	1970	25,9	411
	1971	28,7	260
	1972	31,5	264
	1973	33,2	280
	1974	30,4	291
	1975	27,3	319
Зарафшанская, 1958	1969	13,6	95
	1970	21,8	121
	1971	23,3	91
	1972	29,3	100+60 родн
	1973	37,2	132
	1974	25,6	136
	1975	24,8	132
Ферганская, 1931	1969	22,3	415
	1970	30,3	367
	1971	29,3	422
	1972	31,6	260
	1973	29,9	283
	1974	30,2	260
	1975	29,0	273
Сурхандарьинская, 1929	1969	19,3	245
	1970	18,3	191
	1971	21,0	143
	1972	18,5	144
	1973	17,8	150
	1974	17,8	166
	1975	21,9	162
Бухарская, 1930	1969	14,7	253
	1970	12,9	203
	1971	14,9	216
	1972	15,8	212
	1973	14,3	197
	1974	25,5	246
	1975	22,6	282
Кашкадарьинская, 1959	1969	н.с	н.с
	1970	33,6	218
	1971	31,5	280
	1972	31,4	290
	1973	28,7	274
	1974	30,0	287
	1975	28,3	377

Таблица 21

(ГГ) и инженерно-геологическим (ИГ) партиям Узбекской ССР

Наименование ГГ и ИГ партий, год ее организации	Замеры			
	общее кол-во	регион. сеть	специальн. сеть	эксперим. исследования
1	5	6	7	8
Ташкентская, 1932	42478	14514	10964	17000
	28719	14477	—	14242
	28250	11088	5554	11608
	18996	11016	4790	3240
	12350	9830	2520	Н.с
	11172	8652	Н.с	
	12865	Н.с	Н.с	Н.с
Голодностепская, 1950	98886	30051	19549	49286
	82431	28668	8627	45136
	56938	23215	9040	24683
	29902	18902	2728	8272
	21685	19033	2652	Н.п
	24664	19996	4668	Н.п
	26924	21159	5765	Н.п
Зарафшанская, 1958	49510	12300	2320	34890
	46307	14319	—	31988
	29038	9876	19162	Н.п
	10125	9405	720	
	14064	10308	660	3096
	20305	14533	2640	3132
	20305			Н.п
Ферганская, 1931	67065	37437	8910	20718
	63133	39090	15820	8228
	58188	1276	—	17368
	21354	20168	1186	Н.п
	23450	Н.с	—	Н.п
	20980	Н.с	—	Н.п
	20696	Н.с	—	Н.п
Сурхандарьинская, 1929	51496	14500	7240	29756
	35466	10557	7086	17824
	32171	11017	5170	15984
	11480	10880	—	Н.п
	10748	10068	—	Н.п
	12594	11574	1020	Н.п
	11762			
Бухарская, 1930	87199	21942	5367	59890
	55770	23314	—	32456
	65998	19117	5625	Н.п
	42094	15734		26360
	43974	17292		26682
	35521	12395	575	22551
	31777	17476	14301	Н.п
Кашкадарьинская, 1959	56280	17269	—	39011
	50416	14602	—	35814
	49240	17500	5055	26685
	31872	14740	1530	15602
	19433	17899	Н.с	Н.п
	21017	Н.с	Н.с	Н.п
	30303	Н.с		

Наименование ГГ и ИГ партий, год ее организации	Год	Средняя глубина режимных скважин, м	Кол-во скважин, обслуживаемых партиями
1	2	3	4
Хорезмская, 1934	1969	16,9	187
	1970	16,1	154
	1971	18,9	283
	1972	16,6	242
	1973	16,3	254
	1974	17,6	258
	1975	17,1	265
Каракалпакская, 1952	1969	14,1	342
	1970	16,5	
	1971	16,1	377
	1972	16,0	209
	1973	15,9	229
	1974	15,9	239
	1975	15,8	320

ским партиям (ГГ и ИГ) Узбекской ССР за девятую пятилетку (табл. 23). Приведенные данные указывают на взаимосвязь между площадью района исследований и выполненным объемом работ в денежном выражении. На основании этого все гидрогеологические и инженерно-геологические партии, занимающиеся изучением режима подземных вод, разбиты на три группы:

Номер группы ГГ и ИГ партий	*Площадь района работ, тыс. км²*	*Выполняемый годовой объем в денежном выражении, тыс. руб.*
I	5—10	130—150
II	10—20	151—200
III	30—40	220—250

Интенсивная водохозяйственная деятельность человека изменила гидрогеологические условия и характер направленности гидрогеологических процессов (Туляганов, Гейнц, 1978) в Голодной степи, Хорезмской области, долине р. Зарафшана. Вследствие этого стоимость изучения 1 км² площади режимными наблюдениями оказалась в 1,5—4 раза выше, чем в районах, где хозяйственная деятельность еще не привела к изменению гидрогеологических условий. Поскольку в перспективе хозяйственная деятельность человека будет не уменьшаться, а увеличиваться, гидрогеологические исследования, связанные с изучением режима и баланса подземных вод, будут характеризовать начало нового цикла стадий работ, связанных с эксплуатацией природных ресурсов. Однако это предмет специальных исследований.

Кроме перечисленных основных видов гидрогеологических исследований, проводятся работы, относящиеся к категории вспо-

Продолжение табл. 21

Наименование ГГ и ИГ партий, год ее организации	Замеры			
	общее кол-во	регион. сеть	специальн. сеть	эксперим. исследования
1	5	6	7	8
Хорезмская, 1934	42681	22681	Н.с	20000
	52590	23820	Н.с	28770
	45590	22170	960	22450
	26680	23620	3060	Н.п
	26980	23820	3869	Н.п
	27083	23143	3860	Н.п
	28121	26501	1620	Н.п
Каракалпакская, 1952	77409	26009	51400	
	70736	24214	40596	5926
	85603	22372	14080	49201
	18084	18084	Н.с	Н.с
	14982	14982	Н.с	Н.с
	16668	Н.с	Н.с	Н.с
	23098	Н.с	Н.с	Н.с

могательных. В их число включаются тематические, региональные геофизические и мелкомасштабные съемки. Два последних вида работ в настоящее время не проводятся, так как региональными геофизическими исследованиями охвачена вся территория республики, мелкомасштабные карты составляются камеральным путем. По данным произведенного обобщения, установлено, что затраты на указанные виды работ сравнительно незначительные и в расчете на 1 км² площади составляют по тематическим работам 60 руб., мелкомасштабным съемкам — 17,2, региональным гидрогеофизическим исследованиям — 40,2 руб.

Таким образом, выполняемый производством комплекс съемочных, поисково-разведочных и режимно-балансовых исследований позволяет познавать гидрогеологические процессы в пространстве, по содержанию и во времени. В зависимости от практической необходимости данного этапа распределяются виды и объемы гидрогеологических работ по стадиям (табл. 12) для изучения глубины, площади, содержания и выявления происходящих гидрогеологических процессов во времени. Эти показатели определяют внутреннее содержание тактики гидрогеологических исследований, а характер ее устанавливается разработанностью научных проблем. Поэтому характер тактики гидрогеологических исследований определяется разрешающей способностью научных разработок, а ее внутреннее содержание — запросами практики в необходимости познания пространственных, содержательных и временных характеристик гидрогеологических процессов.

Поскольку внутреннее содержание тактики гидрогеологических исследований характеризуется различными соотношениями в стадиях работ, мы рассмотрим сложившуюся практику особенностей распределения денежных средств в едином цикле «наука — произ-

Основные гидрогеологические и технико-экономические характеристики режима подземных

Режимные ГГ и ИГ партии	Год	Скоррект. стоим. 1 зам. режимных наблюдений на $K_ф$ к зарплате, руб.	Средняя минерализация грунтовых вод, г/л	Средняя глубина залегания уровня по району работы партии, м	Средняя глубина изучения режима по району работ партии, м	Размер объекта режимных наблюдений факт., тыс. руб.	Водоподача в район работ партии, млн. м³	Общая длина маршрутов при передвижении, км
Ташкентская	1970	2,92	1,26	7,055	19,3	140,5	479,2	271026
	1971	2,09	0,84	7,15	20,13	305,2	516,2	328380
	1972	2,28	1,69	5,8	26,4	263,1	394,1	206038
	1973	2,78	1,50	5,8	25,6	231,0	326,6	189915
	1974	3,16	1,75	6,0	21,875	182,9	260,9	225166
	1975	2,32	1,24	6,8	23,07	214,5	309,8	225609
Голодностепская	1969	2,34	4,72	4,9	26,8	237,445	270,5	210144
	1970	5,50	4,7	6,8	25,67	240,201	337,1	168314
	1971	5,13	4,44	9,943	28,69	196,6	356,3	169881
	1972	4,56	4,96	8,29	31,47	121,5	307,5	180384
	1973	3,99	5,608	8,64	33,17	179,9	296,5	196235
	1974	3,23	5,50	5,54	30,4	177,4	256,4	206280
	1975	2,82	5,06	5,6	27,3	211,6	267,7	193141
Зарафшанская	1969	2,55	1,48	8,53	13,58	99,7	53,6	191880
	1971	2,26	1,0	8,67	23,3	133,8	1,4	188352
	1972	3,49	0,91	9,43	29,25	127,3	1,2	176475
	1973	3,03	1,0	13,452	37,175	139,9	190,0	145740
	1974	2,94	1,037	12,5	25,59	160,2	181,4	294425
	1975	3,24	1,036	9,9	24,806	168,3	197,7	215832
Ферганская	1970	1,69	1,86	7,66	30,265	134,7	448,3	959198
	1972	1,49	2,92	4,6	31,61	174,0	337,7	94336
	1973	1,15	2,47	7,78	29,86	143,7	355,6	95352
	1974	1,75		5,01		138,9	285,704	84474
	1975	2,03		7,65		138,9	250,14	101332
Сурхандарьинская	1969	1,42	5,72	6,92	19,26	114,2	379,58	160952
	1971	4,31	4,105	10,1	20,96	122,1	288,6	144904
	1972	4,88	3,896	6,056	18,52	110,9	371,6	146676
	1973	4,68	3,72	4,41	17,82	169,9	416,4	146676
	1974	3,25	4,062	7,66	17,76	120,6	347,5	149220
	1975	3,51	4,0	7,95	21,91	130,1	319,6	176120
Бухарская	1969	2,62	2,911	2,75	14,68	180,4	344,2	141344
	1971	2,44	2,754	3,1	14,79	150,2	288,8	218632
	1972	2,82	4,162	3,56	15,76	264,0	307,8	277123
	1973	2,97	2,646	7,279	14,308	291,7	355,7	298695
	1974	1,87	3,398	10,1	25,458	282,9	258,8	224590
	1975	2,88	3,676	18,2	22,562	205,007	267,9	285459
Каршинская	1972	4,50	5,023	7,89	31,43	143,5	309,8	239472
	1973	3,24	5,662	8,0	28,66	215,4	407,9	260619
	1974	3,96	4,85	7,5	30,02	199,2	448,5	271246
	1975	2,93	5,04	6,1	28,29	236,1	723,9	265201
Хорезмская	1969	1,85	3,799	1,85	16,91	113,8	467,5	116148
	1972	1,80	2,74	1,78	16,56	185,8	551,6	133462
	1973	1,92	3,757	1,8	16,319	107,9	588,9	134761
	1974	1,89	4,048	1,97	17,629	141,5	479,3	140887
	1975	2,26	4,141	1,78	17,102	150,5	628,2	144637

Таблица 22

гидрогеологических и инженерно-геологических партий при изучении вод Узбекской ССР

Объем бурения, п. ог. м	Длина маршрутов пешком, км	Средняя амплитуда колебания уровня, м	Средняя частота замеров (кол-во)	Плотность режимных наблюдений на единицу площади, по			
				скважинам, шт/км²	количеству замеров зам/км²	общему передвижению наблюдателя, км/км²	передвижению наблюдателя пешком
483	109590	2,4	100,0	0,014	1,06	29,3	11,9
1625	83340	2,3	87,5	0,011	1,12	35,5	9,1
1450	91188	2,1	86,6	0,011	1,12	22,3	9,1
1645	74844	2,4	76,3	0,001	0,97	20,6	8,1
900	74480	2,3	80,1	0,012	1,20	24,4	8,1
889	93391	2,6	80,1	0,015	1,22	24,4	10,1
1168,1	120197	1,8	96	0,014	2,21	20,8	11,9
1473	50494	1,5	94,4	0,014	2,02	16,6	5,0
1430,4	50966	2,0	85,2	0,012	1,87	16,8	3,04
1564	72154	1,6	95	0,013	1,94	17,8	7,1
1799	78493	1,7	95	0,017	1,88	19,4	7,8
2659	82513	1,7	92	0,016	1,98	20,4	8,2
1632	147726	1,9	86,2	0,022	2,03	19,1	14,6
562	73842	1,4	114	0,024	2,91	37,96	14,6
1689	77144	1,1	105	0,022	2,47	38,2	15,3
375	68844	1,1	105	0,021	2,06	34,9	13,6
1766	57040	0,9	107	0,015	2,79	28,8	11,9
1471	123832	0,9	116	0,024	4,02	58,4	24,5
1471	111222	1,2	107	0,019	2,58	42,7	32,0
1640	95998	1,42	118	0,024	2,69	8,71	8,71
1328	94336	1,23	83,7	0,021	1,79	8,56	8,56
1610	95352	1,37	83,7	0,021	1,86	8,47	8,47
1460	64216	1,53	82,6	0,017	1,91	7,67	5,88
1138	75215	1,45	83	0,021	1,68	9,20	6,83
1521,5	80426	2,11	76	0,023	2,0	17,38	3,69
661	85138	1,87	72,4	0,015	2,33	15,65	9,2
642	92137	2,34	74,4	0,011	1,19	15,84	9,95
490	88952	1,99	74	0,013	1,32	15,84	9,61
632	106332	1,95	71,5	0,014	1,14	16,12	11,48
990	133903	2,82	71,1	0,012	1,24	19,02	11,22
1341,9	141344	1,97	131,3	0,0062	0,79	4,68	4,68
182	188707	1,64	86	0,0068	0,56	7,24	8,25
1073	127841	1,44	31,3	0,009	0,52	9,18	4,23
1200	190375	1,54	111,0	0,0087	0,56	9,89	4,32
1461,2	97080	1,71	70,4	0,089	0,41	7,44	3,21
1860,5	112625	1,54	83,5	0,088	0,55	9,45	3,73
3874,0	86910	1,28	88	0,012	1,80	13,73	5,0
1863,0	112104	1,50	60,6	0,012	1,03	15	6,45
2288,5	106727	1,78	11,2	0,013	1,18	15,61	6,14
2727,15	104724	1,78	74,4	0,014	1,83	15,36	6,02
143	116148	1,93	112,6	0,029	1,87	16,9	10,9
5338	133462	1,73	98,5	0,032	7,36	19,42	19,42
466	134761	1,78	105	0,032	6,66	19,61	19,61
908	140287	1,89	105	0,088	7,21	20,41	20,41
2558,8	144637	1,77	105	0,032	6,45	21,05	21,05

Режимные ГГ и ИГ партии	Год	Скоррект. стоим. 1 зам. режимных наблюдений на $K_ф$ к зарплате, руб.	Средняя минерализация грунтовых вод, г/л	Средняя глубина залегания уровня по району работы партии, м	Средняя глубина изучения режима по району работ партии, м	Размер объекта режимных наблюдений факт., тыс. руб.	Водоподача в район работ партии, млн. м³	Общая длина маршрутов при передвижении, км
Каракалпакская	1969	3,74	7,482	10,368	14,08	190,0	547,9	120002
	1972	3,56	8,434	3,643	16,019	288,9	668,6	208200
	1973	3,19	8,112	3,335	15,904	165,7	717,4	170723
	1974	3,19	4,921	3,4	15,861	201,7	522,5	201339
	1975	4,16	5,377	3,5	15,804	201,8	652,2	172000

водство» как элементов производительных сил и составляющих геологоразведочного процесса производства (рис. 5). Для этого воспользуемся приведенными выше значениями стоимости 1 км² съемочных, поисково-разведочных, режимных работ, которые в последующем будут именоваться как удельные затраты на единицу гидрогеологических работ по площади. Значения удельных затрат по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам рассчитывались путем деления выполненных объемов работ в денежном выражении за 1960—1980 гг. соответственно на площадь республики и на площадь, охваченную гидрогеологическими работами после внедрения средств на опытно-конструкторские работы (1976 г.) (рис. 5). Исходя из принятых условий, удельные затраты по научно-исследовательским работам определялись равными 39,75, а по опытно-конструкторским разработкам — 120 руб. на 1 км².

Анализ составленного графика изменения удельных затрат по стадиям работ геологоразведочного процесса выполнения гидрогеологических исследований показывает, что расходование денежных средств в процессе познания происходит в виде наклонной синусоиды с увеличивающейся амплитудой по мере возрастания детальности работ. Каждая составляющая производительных сил (наука, предметы и средства труда) характеризуется одним и тем же видом кривой. Она по общей форме напоминает переход экспоненты в логистическую кривую с резким уменьшением значений удельных затрат на границах между элементами производительных сил. Такой же вид кривой имеет рост информационных потоков (Налимов, Мульченко, 1969), характеризующих получение знаний отдельных наук (химии, физики, математики). Аналогичность форм кривых роста информационных потоков и удельных затрат на 1 км² площади постановки гидрогеологических исследований свидетельствует о том, что процесс познания закономерностей в гидрогеологии в целом не отличается от других наук. Выявлена тенденция увеличения стоимости гидрогеологи-

Продолжение табл. 22

Объем бурения, п.ог. м.	Длина маршрутов пешком, км	Средняя амплитуда колебания уровня, м	Средняя частота замеров (кол-во)	Плотность режимных наблюдений на единицу площади, по			
				скважинам, шт/км²	количеству замеров зам/км²	общему передвижению наблюдателя, км/км²	передвижению наблюдателя пешком
885,41	120002	2,02	86,8	0,016	1,34	9,26	9,26
580	208200	1,67	89,5	0,018	1,40	16,07	16,07
746	170723	1,66	66,2	0,017	1,25	13,18	13,18
896,5	201339	1,58	65,8	0,018	1,29	15,54	15,54
1612	172000	1,53	67,5	0,016	1,22	13,28	13,28

Таблица 23

Среднегодовые технико-экономические показатели ГГ и ИГ партий УзССР за девятую пятилетку

Номер группы	ГГ и ИГ партии	Площадь района работ, тыс. км²	Выполняемый объем за год, тыс. руб.	Кол-во скважин, шт.	Общее передвижен., тыс. км	Средн. стоим. 1 замера регион. сети, руб.	Годовая стоимость изучения 1 км²
I	Зарафшанская	5,1	145,9	102	205,1	2,99	28,6
	Сурхандарьинская	9,2	130,7	124	152,7	4,38	14,2
	Хорезмская	6,8	133,1	231	138,5	1,72	19,6
II	Голодностепская	10,1	177,4	164	189,2	4,26	17,6
	Ферганская	11,0	151,2	219	93,9	1 55	13,7
	Кашкадарьинская	17,4	194,04	223	255,2	3,68	11,1
III	Каракалпакская	37,1	232,99	248	185,3	4,42	6,3
	Бухарская	30,2	222,79	251	260,9	2,94	7,4
	Ташкентская	9,2	239,3	111	235,0	2,52	26,0
	Всего	136,1	1627,4				12,0

ческих исследований от категории работ, изучающих пространственные особенности, к работам, характеризующим качественное и количественное содержание перспективной для народного хозяйства части водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что производимые на единицу площади затраты на разных стадиях работ отличаются большими интервалами колебаний. Для их нивелирования требуется уменьшение площадей изучения за счет концентрации работ на небольших участках. Это положение вместе с выявленными соотношениями в денежных затратах между различными стадиями работ является важной характеристикой для целей перспективного планирования гидрогеологических работ.

В настоящее время на изучение 1 км² площади республики за 1946—1980 гг. потребовалось 1825,9 руб. Удельный вес в этой цифре различных видов работ разный и характеризуется следующими значениями, % к общему итогу: научно-исследовательские работы — 2,1, тематические — 3,3, опытно-конструкторские — 6,6, мелкомасштабные съемки — 0,9, региональные гидрогеофизические работы — 2,2, среднемасштабные съемки — 2,8, крупномасштаб-

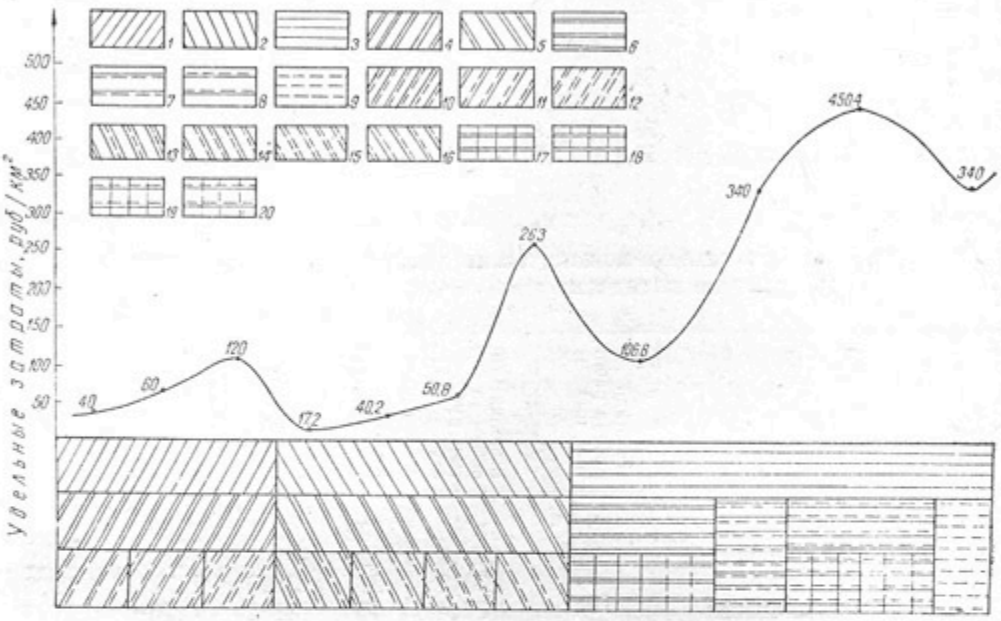


Рис. 5. Изменение удельных затрат на 1 км² (руб) гидрогеологических исследований по стадиям работ геологоразведочного процесса.

Элементы производительных сил:
1—наука, *2*—предметы труда, *3*—средства труда. Стадия работ: *4*—научно-исследовательские, тематические, опытно-конструкторские, *5*—региональные геолого-геофизические, *6*—поиски, *7*—предварительная разведка, *8*—детальная, *9*—эксплуатационная. Подстадия работ: *10*—научно-исследовательские, *11*—тематические, *12*—опытно-конструкторские, *13*—мелкомасштабная съемка, *14*—региональные геофизические, *15*—среднемасштабные съемки, *16*—крупномасштабные, *17*—общие поиски, *18*—детальные поиски, *19*—детальная разведка нового месторождения, *20*—детальная разведка эксплуатируемого месторождения.

ные — 14,4, поиски — 5,8, предварительная разведка — 18,6, детальная — 24,7, режимные наблюдения — 18,5.

Оптимальное распределение денежных средств на выполнение гидрогеологических исследований должно решаться комплексом работ на значительных площадях методами и стадиями, имеющих незначительный вес (2—5%) в общих затратах по республике, и на небольших перспективных площадях крупномасштабными съемками и поисково-разведочными работами. Этот традиционный метод выполнения геологоразведочных работ сохраняется на перспективу.

Анализ конечной продукции гидрогеологических исследований

Основная конечная продукция гидрогеологических исследований — информация различных уровней и количество разведанных запасов подземных вод. Изучение литературных данных показывает, что дать количественную оценку категории гидрогеологических исследований, отнесенных к «науке» (табл. 4), затруднительно. Результаты научных работ — информация первого рода. Анализ основных работ дан при обосновании теории и практики процесса познания гидрогеологических процессов в Узбекской ССР. Важный вклад в развитие гидрогеологии Средней Азии внесли У. М. Ахмедсафин, Б. А. Бедер, В. А. Дмитриев, В. А. Гейнц, П. Г. Григоренко, Д. М. Кац, Г. А. Кенесарин, М. М. Крылов, Г. В. Куликов, О. К. Ланге, Г. А. Мавлянов, С. Ш. Мирзаев, П. А. Панкратов, Н. И. Плотников, Н. М. Рещеткина, Н. В. Роговская, В. С. Самарина, Ж. С. Сыдыков, А. Н. Султанходжаев, Х. Т. Туляганов, А. С. Хасанов, Н. Н. Ходжибаев, М. А. Шмидт и др.

Развитию гидрогеологических исследований в значительной мере способствовали ведущие организаторы производства территориальных управлений, министерств, различных ведомств и коллективы производственных экспедиций и партий. Несомненна ведущая роль в этом ученых головных, центральных институтов, высших учебных заведений Москвы, Ленинграда, других городов союзных республик.

Продукция гидрогеологических исследований, отнесенных к категории «предметов труда» (табл. 4), на современном этапе знаний оценивается количеством полученной информации второго рода. Ниже рассмотрим методику и способы оценки этого показателя.

Анализ количества полученной информации второго рода гидрогеологическими исследованиями в Узбекистане. В теории информации количество получаемой информации рассчитывается по формуле

$$\Delta H = H_1 - H_2, \tag{3}$$

где ΔH — количество полученной информации, H_1, H_2 — величина энтропии до начала (H_1) и после завершения (H_2) исследований.

Величина энтропии рассчитывается по формуле (1). Определение количества информации по формуле (3) дает абсолютную величину прироста, что трудно сопоставить при разных видах гидрогеологических исследований. Поэтому удобнее пользоваться значениями удельной энтропии (H^1), приведенной к одному расчетному контуру, которые рассчитывали по формуле

$$\Delta H^1 = \frac{H_1^1 - H_2^1}{H_1} \cdot 100\ \%. \tag{3а}$$

Исследованиями А. Д. Арманда (1975), В. Ф. Дунаева, К. Н. Миловидова (1973), И. С. Комарова (1968), Г. А. Лахтина (1969), К. Саланского (1978) доказано, что информационные меры позволяют оценивать количество полученной научной продукции. На основе гидрогеологических исследований, отнесенных к предметам труда, можно закартировать гидрогеологические условия территории. Выполняемые при этом виды и объемы работ направлены на выявление в плане и разрезе гидрогеологических границ, закономерностей распределения водоносных толщ различных типов подземных вод, их качества, запасов, фильтрационных и других гидрогеологических характеристик.

Результаты гидрогеологических исследований — составленные карты и разрезы к ним, содержащие полученную в полевых условиях качественную и количественную характеристику гидрогеологических условий изучаемых территорий. Исходной основой при этом является геологическая карта. Поэтому разность энтропий геологической и отчетных гидрогеологических карт характеризует количество информации или гидрогеологическую продукцию, полученную при выполнении гидрогеологических исследований. Это положение использовано для оценки прироста удельной региональной информации по территории Узбекистана.

Для изданной мелкомасштабной геологической карты Узбекской ССР (1961 г.) по формуле (1) рассчитаны значения удельной энтропии по частоте встречаемости различных литолого-петрографических типов пород разного возраста и количество тектонических нарушений (табл. 24). Затем на основании полученных данных (табл. 5) выполнены расчеты по количеству получаемой гидрогеологической информации по территории республики (табл. 24). Поскольку определение информационных мер производилось по мелкомасштабным картам, полученные значения информации отнесены к региональному виду, характеризующему общие закономерности на значительных площадях. Анализ этих данных показывает, что за десять лет работы гидрогеологи получили прирост региональной гидрогеологической информации на 51,4% против установленной к 1961 г.

Следует отметить значительную неравномерность количества получаемой региональной информации. Наибольший прирост (74,1%) ее получен для межгорных впадин с интервалами колебания по отдельным районам от 47 (Сурхандарьинский) до 85,3% (Зарафшанский). Примерно на 28% меньше получено информации при изучении гидрогеологических условий артезианских бассейнов пустынно-низменной равнины Узбекистана. Здесь величина прироста информации по гидрогеологическим районам колеблется от 23 (Центрально-Кызылкумский) до 64,1% (Амударьинский). Гидрогеологические массивы характеризуются низким (20,2%) значением прироста гидрогеологической информации. При этом по Чаткало-Кураминскому и Нурата-Туркестанскому (горные массивы) районам прирост региональной информации

Таблица 24

Расчет количества полученной региональной гидрогеологической информации по территории Узбекской ССР за 1961—1971 гг.

Гидрогеологическая		Информационные меры карт						Количество полученной информации (удельной)	
		геологической			гидрогеологических				
Область	район	кол-во расчет. единиц	энтропия, дит.	удельн. энтроп. дит/контур	кол-во расчет единиц	энтропия, дит	удельн. энтроп. дит/контур	дит	процент
Межгорная впадина	Зарафшанский	10	126,35	12,6	74	134,47	1,86	10,78	85,3
	Сурхандарьинский	33	94,03	2,85	81	122,6	1,51	1,34	47,0
	Ферганский	20	128,99	3,79	105	131,65	1,25	5,20	80,6
	Приташкентский	23	103,17	4,49	122	132,38	1,08	3,41	75,9
	Всего	86	452,54	5,26	382	521,1	1,36	3,90	74,1
Пустынно-низменная равнина	Устюртский	31	134,63	4,34	82	143,77	1,75	2,59	59,7
	Сырдарьинский	47	113,57	2,42	72	122,31	1,70	0,72	29,7
	Центрально-Кызылкумский	75	104,15	1,39	124	132,60	1,07	0,32	23,0
	Амударьинский	41	91,52	2,23	167	134,09	0,80	1,43	64,1
	Всего	194	443,87	2,29	445	532,77	1,20	1,09	47,5
Гидрогеологические массивы	Гиссаро-Зарафшанский	26	98,48	3,79	51	157,96	3,15	0,64	16,8
	Чаткало-Кураминский	36	83,06	2,36	53	163,44	3,03	Прироста информации не получено	
	Нурата-Туркестанский	31	82,55	2,66	53	145,28	2,74		
	Юго-западные отроги Гиссарского хребта	19	107,72	5,67	72	139,98	1,97	3,70	65,2
	Всего	112	371,81	3,32	229	606,66	2,65	0,67	20,18
	Итого	392	1268,22	3,23	1056	1660,53	1,57	1,66	51,39

отсутствует, а для двух других районов колеблется от 16,8 (Гиссаро-Зарафшанский) до 65,2% (юго-западные отроги Гиссарского хребта). На этом основании можно сделать вывод о том, что имеющиеся темпы прироста региональной гидрогеологической информации в размере 7% за год можно признать удовлетворительными для межгорных впадин (кроме Сурхандарьинского гидрогеологического района).

Выявление региональных закономерностей гидрогеологических условий Узбекской ССР показывает, что прирост информации в артезианских бассейнах составляет 4,8% (в среднем за год), а в гидрогеологических массивах — всего лишь 2,0% (табл. 24). Эти данные предопределяют тактику гидрогеологических исследований на ближайшую перспективу. Имеющаяся конечная продукция гидрогеологических исследований требует продолжения прогнозно-охранной тактики в районах с интенсивной хозяйственной деятельностью человека, но одновременно необходимо усилить

темпы прироста региональной информации по артезианским бассейнам пустынно-низменной равнины и в межгорных впадинах Особое внимание требуется уделить изучению гидрогеологических массивов, которые вместе с невыявленным потенциалом подземных вод имеют еще незначительный прирост региональной информации.

Значительное количество гидрогеологической информации получено при проведении съемочных работ (Борисов, 1977). Для среднемасштабных съемок процент прироста гидрогеологической информации изменяется от 3,2 до 14,9% на один лист международной разграфки и в среднем не превышает 10% от имеющейся геологической информации (табл. 25). Этот же показатель для крупномасштабных съемок (табл. 26) в среднем значении увеличивается на 6,2—18,5%. Для крупномасштабных комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических съемок средний процент прироста информации изменяется от 10,6 до 18,5, т. е. примерно в два раза больше, чем для объектов съемочных работ среднего масштаба.

Прирост гидрогеологической информации различен для разных гидрогеологических областей УзССР. Для пустынно-низменной равнины прирост информации для среднемасштабных съемок составляет 7—15%, по крупномасштабным объектам — 8,8—25%. В межгорных впадинах в процессе выполнения среднемасштабных съемок получен прирост информации 5—16%, крупномасштабных — 11,2—30%. На площади гидрогеологических массивов процент прироста гидрогеологической информации для среднемасштабных съемок 3—6% и крупномасштабных — 2,9—15%.

По сравнению с приростом региональной гидрогеологической информации в процессе съемок большее количество получается при выполнении работ в артезианских бассейнах пустынно-низменной равнины и меньшее в межгорных впадинах. Такое несоответствие объясняется получением значительного прироста гидрогеологической информации при проведении поисково-разведочных работ, которые в большинстве случаев проводятся в межгорных впадинах (Туляганов, Борисов, 1977). Гидрогеологические массивы при региональном изучении и в процессе выполнения съемок имеют наименьший процент прироста информации по сравнению с межгорными впадинами и пустынно-низменной равниной.

Данные табл. 25 показывают, что процент прироста гидрогеологической информации мелко- и среднемасштабных съемок сравнительно небольшой (3,2—16,1% по отношению к геологической карте). На что же еще расходуются денежные средства при выполнении съемок. Сравним относительную ошибку точности определения среднего значения отображенных на картах контуров (t), которая рассчитывается по формуле

$$t = \frac{v}{\sqrt{n-1}} = \frac{s}{a\sqrt{n-1}}, \qquad (4)$$

где v — коэффициент вариации,

n — объем выборки, при значениях менее 30, единица под корнем не учитывается, s — среднеквадратичное отношение длины контуров карт, a — среднеарифметическое значение длины отображенных на карте контуров.

Формула (4) использовалась для расчета значений t геологических, а затем гидрогеологических карт. По разности относительных ошибок точности, деленных на этот показатель по геологическим контурам, устанавливался процент повышения точности среднего значения, выявленный гидрогеологическими исследованиями (табл. 25). Результатами выполненных расчетов установлено, что проведение мелко- и среднемасштабных съемок повышает процент определения среднего значения отображенных на гидрогеологических картах контуров на 10—71%. Среднеарифметический процент повышения среднего значения отображенных на карте контуров по республике составляет 44,3, т. е. информативность гидрогеологических карт по достоверности изучения гидрогеологических условий возрастает примерно в половину по сравнению с геологической основой. Следовательно, при выполнении гидрогеологических съемок помимо получения прироста новой информации значительно повышается среднее значение отображенных на картах контуров.

Ценность и полезность получаемой гидрогеологической информации трудно переоценить, поскольку она необходима для научных разработок и средств труда (поисков и разведки подземных вод). Кроме того, информация широко используется проектными, производственными, научно-исследовательскими учреждениями, министерствами, ведомствами негеологического профиля (сельского, водного хозяйства, строительными организациями и др.). Однако несмотря на большое значение гидрогеологической информации для практических целей не безразлично, что же содержит эта информация для развития последующих стадий работ. Поэтому как разновидность конечной продукции геологоразведочных работ используется такой показатель, как отдача одного рубля различных видов исследований и количество выявленных или подготовленных участков под поисково-разведочные стадии работ (Моссур и др., 1975; Фейтельман, 1969).

Оценка гидрогеологических исследований по этим показателям для съемочных работ позволила установить следующие особенности их распределения по территории Узбекистана (табл. 27). В целом для республики на один рубль съемочных работ приходится 5,1 га для среднего масштаба и 2,64 га для крупного. Однако отдача одного рубля съемочных работ зависит от масштаба съемок и гидрогеологических условий районов. Среднемасштабные съемки имеют четко устанавливаемые интервалы колебания отдачи одного рубля по гидрогеологическим областям Узбекистана. В пределах артезианских бассейнов пустынно-низменной равнины на один рубль можно заснять от 1,1 до 3,0 га, в межгорных

Количество полученной гидрогеологической информации по объектам

Информационные меры				
Энтропия карт, дит.		кол-во полученной информации		точность
геологической	гидрогеологической	дит	%	геологической карты
				Устюрт
178,3	151,7	26,6	14,9	75,2
172,4	155,5	16,9	9,8	25,7
152,3	146,2	6,1	4,0	46,8
				Сырдарь
139,7**	131,1	8,6	6,15	32,9
161,6*	148,2	13,4	8,29	33,0
184,3	163,7	20,6	11,0	14,5
186,7	171,1	15,6	8,24	22,8
184,03	171,1	12,93	7,02	44,5
190,3	178,9	21,4	11,24	16,0
				Центрально-
184,1	173,9	10,2	5,6	Н.с
178,9	173,1	5,8	3,2	48,0
190,2	178,8	11,4	5,99	Н.с
176,1*	170,3	5,8	3,29	11,3
				Приташ
184,6**	175,7	8,9	4,8	—
				Ферган
184,5**	164,0	20,5	11,1	3,0
183,3**	170,3	10,0	5,45	3,8
				Зараф
185,66	155,73	29,53	16,12	Н.с
				Сырдарь
158,68	156,31	2,37	1,43	Н.с
176,69	165,42	11,27	6,37	14,0
174,49	164,11	10,38	15,94	Н.с
				Амударь
170,31	149,41	20,9	12,28	35,8
171,51	164,45	7,06	4,11	56
				Центрально-
176,72	160,13	16,59	9,38	Н.с
192,89*	169,87	22,92	11,88	27,8
166,16*	151,83	14,33	8,62	Н.с
187,31*	155,61	31,7	16,92	Н.с

Примечание. Вид съемок: * — групповые, ** — комплексные, остальные —

Таблица 25

средне- и мелкомасштабных съемок Узбекской ССР

Характеристика удельной изменчивости карт				
определения среднего значения			коэффициент вариации, %	
гидрогеологическ. карты	точность гидрогеол. параметров, %	процент повышения средн. значения	гидрогеологических характеристик	геологических показателей
ский				
22	53,2	70,7	108,7	150,5
23,1	2,6	10,1	128,7	101,1
20,7	26,1	55,7	84,4	65,6
инский				
14,0	18,9	57,4	92,1	124,9
20,0	13,0	39,4	147,1	127,9
Н.с	Н.с	Н.с	110,6	143,5
20,2	2,6	11,4	131,1	155,1
16,4	28,1	63,1	72,1	209,4
19,5	—	—	122,8	157,4
Кызылкумский				
13,2	Н.с	Н.с	112,3	Н.с
Н.с	Н.с	Н.с	1,8	176,9
11,2	Н.с	Н.с	96,8	Н.с
8,8	2,5	21,7	110,9	123,4
кентский				
—	Н.с	Н.с	105,9	Н.с
ский				
8,8	гидрогеолог. харак. больше		56	33,0
4,4	геологич. показателей		120,3	57,5
шанский				
Н.с	Н.с	Н.с	182,2	95,6
инский				
Н.с	Н.с	Н.с	54,8	Н.с
25,0			120	Н.с
Н.с	Н.с	Н.с	83,0	Н.с
инский				
11,9	23,9	66,7	60	Н.с
14,6	35,4	62,8	Н.с	Н.с
Кызылкумский				
33,4	Н.с	Н.с	111,2	Н.с
20,0	7,8	28,1	64,9	Н.с
Н.с	Н.с	Н.с	90,65	112,3
Н.с	Н.с	Н.с	89,9	208,7

полистные, Н.с — нет сведений.

Таблица 26

Количество полученной гидрогеологической и инженерно-геологической информации по объектам крупномасштабных съемок Узбекской ССР

Гидрогеологическая		Геоморфологическая характеристика части района	Кол-во приведенной информации, %	
область	район		интервалы колебания	среднее значение
Комплексные крупномасштабные гидрогеологические и инженерно-геологические съемки для мелиорации				
Межгорные впадины	Приташкентский	Голодная степь	8,1—15,5	10,6
		Долины Чирчика, Ахангарана, Дальверзинская степь	11,2—13,9	12,4
	Ферганский		16—30	18,5
	Амударьинский	Дельты рек Кашкадарьи и Зарафшана	8,8—24,0	17,4
		Дельта р. Амударьи, Хорезмский оазис	8,5—25,0	14,1
Специализированные крупномасштабные съемки для целей водоснабжения горнорудных предприятий				
Гидрогеологические массивы	Чаткало-Кураминский и Гиссаро-Зарафшанский	—	6,3—10,7	6,24
Специализированные среднемасштабные (оползневые) инженерно-геологические съемки				
Гидрогеологические массивы	Чаткало-Кураминский, Гиссаро-Зарафшанский, Юго-Западные отроги Гиссара		2,9—15	7,4

впадинах — от 10 до 11, в гидрогеологических массивах—от 23,7 до 30,7 га площади. Такое соотношение обусловлено различной глубиной залегания водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости.

В артезианских бассейнах съемки сопровождаются значительным объемом буровых и опытных работ. В пределах гидрогеологических массивов эти виды работ используются в незначительном объеме, поэтому отдача одного рубля, хотя и высокая, но, как было указано в предыдущих разделах, здесь отсутствует прирост информации второго рода. То есть для данного случая экономическая и гидрогеологическая эффективность работ находится в противоречии. Межгорные впадины УзССР по отдаче среднемасштабных съемочных работ оказались в промежутке между указанными

выше таксономическими единицами гидрогеологического районирования.

Крупномасштабные съемки проведены в межгорных впадинах, дельтах рек Кашкадарьи, Амударьи и Зарафшана и близки по отдаче на один рубль к среднему значению по республике — 2,45—2,76 га/руб. Исключение составляют лишь горные массивы Чаткало-Кураминского и Гиссаро-Зарафшанского районов, где отдача на один рубль съемок изменяется от 0,36 до 3,72 га. Из этого следует, что съемки в гидрогеологических массивах при крупном и среднем масштабах выполняются с разной отдачей.

Проведенные на значительной площади съемки различного масштаба позволили выполнить поисково-разведочные работы на 195 участках (табл. 27). Из них примерно 28,2% к итогу по республике приходится на поисковые объекты и остальные 71,8% на предварительную, детальную и совмещенные стадии разведки подземных вод. В Ферганском, Приташкентском, Зарафшанском,

Таблица 27

Результаты съемок по отдаче на 1 руб. и количеству выявленных участков под поисково-разведочные работы

Гидрогеологический район	Отдача съемочных работ, га/руб.		Кол-во разведанных участков по стадиям работ, шт.					
	среднемасштабн.	крупномасштабн.	поиски	предварит. разведка	детальная	поиски и предварит. разв.	предварительная и детальная	Всего
Межгорные впадины								
Ферганский	11,15	2,45	3	16	6	—	—	25
Приташкентский	10,05	2,37	9	11	14	1	3	38
Зарафшанский	23,67	—	1	3	3	—	—	7
Сурхандарьинский	25,86	—	4	2	2	—	3	11
Всего	—	—	17	32	25	1	6	81
Гидрогеологические массивы								
Чаткало-Кураминский	—	3,72	5	—	—	1	—	6
Гиссаро-Зарафшанский	30,7	0,36	—	—	2	1	—	3
Нурата-Туркестанский	1,71	—	5	2	2	—	—	9
Юго-западные отроги Гиссарского хребта	—	—	—	1	1	—	1	3
Всего	—	—	10	3	5	2	1	21
Пустынно-низменная равнина								
Сырдарьинский	1,92	—	12	5	11	1	6	35
Центрально-Кызылкумский	1,11	—	5	2	2			9
Амударьинский	2,20	2,76	10	10	15	3	10	48
Устюртский	3,03	—	1	—	—	—	—	1
Всего	—	—	28	17	28	4	16	93
Итого	5,08	2,64	55	52	58	7	23	195

Амударьинском гидрогеологических районах количество объектов предварительной разведки больше числа объектов работ поисковой стадии.

Эти данные свидетельствуют о том, что хорошее проведение съемочных работ позволило опустить стадию поисков и сразу же приступить к выполнению предварительной разведки, что способствовало повышению гидрогеологической эффективности разведочных работ. Вместе с тем в ряде гидрогеологических районов (Устюртском, Гиссаро-Зарафшанском, юго-западных отрогах Гиссарского хребта) проведены поисково-разведочные работы всего лишь на 1—3 участках. Это обусловлено тем, что, кроме Гиссаро-Зарафшанского района, два других характеризуются развитием солоноватых и соленых вод. Поэтому отдача съемочных работ по постановке поисково-разведочных исследований на пресные воды низкая. Оценку гидрогеологической эффективности съемочных работ этих районов целесообразно производить по другим средствам получения подземной воды (опреснение, магазинирование, возможности использования тепла земли и т. д.). Однако эти вопросы находятся в стадии разработки. Анализируя конечную продукцию съемок, можно отметить, что они повыщают количество информации, ее достоверность, способствующую развитию поисково-разведочных работ.

Анализ конечной продукции гидрогеологических исследований по количеству разведанных запасов подземных вод. Выполнен для поисково-разведочных работ, отнесенных к категории средств труда по положению в производительных силах Узбекистана. Этот вид конечной продукции гидрогеологических работ завершает геологоразведочный процесс, поэтому подробно изучен и рассмотрен в литературе. Результаты поисков и разведки подземных вод позволили удовлетворить все запросы потребителей в водоснабжении, обводнении пастбищ, использовании на орошение, что дает основание считать проведенные исследования эффективными как по гидрогеологической, так и экономической отдаче. Однако дальнейшее использование подземных вод во многом зависит от степени подготовленности площадей, перспективных на постановку поисковых и разведочных работ, и от величины использования разведанных запасов в отраслях народного хозяйства. Это по существу определяет гидрогеологическую эффективность конечной продукции исследований.

Территория Узбекской ССР характеризуется значительной природной неравномерностью площадного распределения прогнозных региональных запасов подземных вод (табл. 28). Из общего количества 41% отнесен к числу разведанных, т. е. эксплуатационные запасы подземных вод утверждены в ГКЗ, ТКЗ и приняты в авторских цифрах. Эксплуатационные запасы, утвержденные в ГКЗ и ТКЗ, по сумме категорий $A+B+C_1+C_2$ составляли 22,4% от оцененных региональных.

При этом степень обеспеченности поисково-разведочных работ

Таблица 28

Распределение прогнозных региональных, разведанных, утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод и соотношение их количества по сумме категорий А + В к $C_1 + C_2$ по административным областям Узбекской ССР без гидрогеологических массивов, по данным объединения «Узбекгидрогеология»

Административная единица	Удельное значение на конец 1977 г., %							
	распределение прогнозных региональных запасов подземных вод к итогу по республике	использование подземных вод в вегетацион. период к прогнозным региональным запасам	разведанных к прогнозным региональным запасам	сумма категорий А + В к общему кол-ву разведанных запасов по области	утвержденных эксплуатацион. к прогнозным региональным запасам	сумма категорий А + В к общему количеству утвержденных эксплуатационных запасов по области	утвержденных эксплуатационных к разведанным запасам	утвержденных эксплуатационных по сумме категорий А+В к разведанным
Андижанская	13	14,8	34,0	30,0	19,3	18	56	10
Наманганская	15	7,7	9,0	72	2,9	70	32	23
Ферганская	15	40,2	78,0	53	70,5	54	90	49
Ташкентская	18	21,4	23,0	61	19,7	71	76	55
Сырдарьинская	5	27,6	209,0	8,0	5,4	47	3,0	1,0
Джизакская	2	86,7	38,0	64	38,0	80	100	80
Самаркандская	12	18,0	39,0	48	9,3	66	75	49
Кашкадарьинская	2	123,4	113,0	44	66,7	47	59	28
Сурхандарьинская	7	19,8	4,0	44	4,0	44	100	44
Бухарская	1	99,5	100	66	80,2	54	80	43
Хорезмская	5	2,1	61,0	15	11,1	44	18	8,0
КК АССР	5	6,4	28,0	43	11,0	59	39	23
Всего по УзССР	100	22,7	41,0	39	22,4	54	54	29

прогнозными региональными запасами подземных вод как потенциального резерва успешного выявления эксплуатационных запасов неодинаковая для административных областей Узбекской ССР. В Сырдарьинской, Кашкадарьинской областях указанный резерв отсутствует, поскольку разведанные запасы подземных вод либо равны прогнозным региональным, либо превышают их. Значительный удельный вес (61—78% от прогнозных региональных запасов) занимают разведанные запасы в Ферганской и Хорезмской областях.

Следовательно, в указанных областях поисково-разведочные работы в первую очередь должны быть направлены на выявление новых месторождений подземных вод и проведение гидрогеологических исследований, которые позволили бы резко увеличить прогнозные региональные запасы подземных вод.

В Бухарской области процент использования прогнозных региональных запасов подземных вод близок к их установленной величине. Поэтому для административных областей Узбекской

ССР — Бухарской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской, Ферганской и Хорезмской — необходимо значительное увеличение объема общих поисков. Остальные шесть областей по обеспеченности постановки работ на общие поиски при условии необходимости их выполнения по требованиям народного хозяйства имеют больший резерв. Так, в Андижанской, Ташкентской, Самаркандской областях величина разведанных запасов составляет 23—39% от прогнозных региональных запасов подземных вод, а в Наманганской и Сурхандарьинской —4—9% (табл. 28). Следовательно, разница между прогнозными региональными и разведанными запасами подземных вод, которая рассматривается как потенциальный резерв постановки общих поисков, изменяется от 61 до 96%.

Анализ соотношения утвержденных в ГКЗ и ТКЗ эксплуатационных и прогнозных региональных запасов подземных вод показывает, что значения удельных величин значительны (67—80,2%) для Ферганской, Кашкадарьинской, Бухарской областей, несколько меньше (19—38%) для Андижанской, Джизакской, Ташкентской и сравнительно небольшое (2,9—11%) для Наманганской, Сырдарьинской, Самаркандской, Хорезмской и КК АССР.

В разность между утвержденными и прогнозными региональными входит часть разведанных запасов подземных вод, которые содержат информацию об изученности месторождений подземных вод, не охваченных утвержденными запасами. Эта разность рассматривается как перспективный потенциальный резерв постановки детальных поисков. По данным табл. 28, он значителен (80,3—97,1% от прогнозных региональных запасов) для Андижанской, Наманганской, Ташкентской, Сырдарьинской, Самаркандской, Сурхандарьинской, Хорезмской областей и КК АССР, но относительно небольшой(19,8—33,3% от прогнозных региональных запасов) для Ферганской, Кашкадарьинской и Бухаркой областей, при этом здесь необходимо проведение и общих поисков подземных вод. Сырдарьинская, Джизакская, Хорезмская области не обеспечиваются общими поисками, но имеют перспективу на выполнение детальных поисков. В остальных областях УзССР и КК АССР имеются возможности для проведения поисковых работ при запросах потребителей.

Анализ удельных значений утвержденных эксплуатационных запасов к разведанным позволяет оценить перспективную подготовленность территорий административных областей к проведению предварительной разведки. Это обосновывается тем, что указанное соотношение характеризует наличие информации по разведанным участкам месторождений подземных вод УзССР, для которых поисковые работы необязательны. Поэтому появляется возможность проведения работ со стадии предварительной разведки. Такие условия имеются в Андижанской, Наманганской областях и КК АССР (кроме Устюрта). Для Ташкентской и Самаркандской областей указанные возможности весьма ограничены, так как

разность между разведанными и утвержденными эксплуатационными запасами подземных вод составляет 24—25% (табл. 28). По остальным областям до постановки предварительной разведки требуется проведение либо общих, либо детальных поисков.

Кроме того, на территории республики необходимо проводить в увеличивающемся объеме общие, детальные поиски, исследования для получения подземной воды другими средствами производства, расширение постановки стадии предварительной разведки и наращивания прогнозных региональных запасов. Необходимость проведения этого комплекса работ дополнительно возрастет в связи с загрязнением, истощением запасов подземных вод и значительным влиянием на них хозяйственной деятельности человека. Установленные тенденции в изменении соотношений между стадиями поисково-разведочных работ предопределяют тактику гидрогеологических исследований для средств труда на ближайшую перспективу. Для практической работы небезынтересно изучение видов гидрогеологических работ и при каких на них затратах получена конечная продукция, важно при этом установить аналогию и различия выполнения разных комплексов гидрогеологических исследований.

Особенности геологоразведочного процесса выполнения гидрогеологических исследований

Геологоразведочный процесс проведения гидрогеологических исследований — тесно взаимосвязанный комплекс научных и производственных работ. При этом наибольший удельный вес в физическом и денежном выражениях приходится на исследования, связанные со стадийным выполнением полевых работ, которые составляют основу геологоразведочного производства. Он включает применительно к гидрогеологическим исследованиям съемочные, поисково-разведочные, режимные и гидрогеофизические работы.

Анализ структуры удельных затрат единицы гидрогеологических исследований по видам и стадиям работ позволит выявить особенности их выполнения и определить основные пути снижения затрат без уменьшения их информационной отдачи или количества разведанных запасов подземных вод. Для этой цели проанализированы результаты выполнения геологических заданий, приемки этапов завершенных видов, объемов работ в денежном и физическом выражениях по проектно-сметной и отчетной документации объектов работ за 1948—1977 гг. Основное внимание при этом уделялось работам, завершенным в течение 1971—1977 гг., когда гидрогеологические организации Узбекской ССР перевели на новую систему планирования и экономического стимулирования, действующую по сегодняшний день. Результаты этого обобщения позволили выявить следующие особенности геологоразведочного процесса выполнения гидрогеологических исследований.

Среднемасштабные гидрогеологические и инженерно-геологи-

ческие съемки. Сметная стоимость по объектам работ изменяется в денежном выражении от 70 до 750 тыс. руб. при площадях съемок от 2,5 до 36 тыс. км². Поскольку при таких резких изменениях объемов работ сравнивать их нельзя, был произведен пересчет физических и денежных объемов работ на 1 км². Полученные данные распределены по гидрогеологическим районам Узбекской ССР и приведены с указанием минимальных, максимальных и средних значений вычисленных показателей (табл. 29).

Из этой информации следует, что структура себестоимости среднемасштабных съемок складывается из четырех основных составляющих видов полевых работ, %: буровые — 41—56, съемоч-

Структура стоимости 1 км² среднемасштабных съемок Узбекской ССР

Гидрогеологический район	Стоимость 1 км² съемки в комплексе, руб.	Виды работ, числ.-основные и сопут	
		съемка без буровых и опытных, сопутствующих работ	комплекс буровых работ
			Пустынно-низменная
Сырдарьинский	62—77,4 22,6—38,0	8,9—23,3 7,2—13,2	37,4—51,8 16,9—20,6
Устюртский	61,6—66,5 33,5—38,4	4,1—9,1 н.с—6,1	11,2—9,1 6,0—7,04
Амударьинский	61,9—82,9 17,1—38,1	1,83—21,3 1,83—8,5	34,7—55,6 5,8—19,2
Центрально-Кызылкумский	67,3 32,7	5,8 5,0	23,8 14,1
			Межгорные
Зарафшанский	87,3 12,6	5,18 н.с	41,1 31,2
Сурхандарьинский	27,2 11,4	10,4 н.с	8,67 2,7
Ферганский	85,4 14,62	6,18 4,6	42,7 29,7
Приташкентский	78,0 21,0	16,4 10,6	45,1 25,9
			Гидрогеологические
Нурата-Туркестанский	75,3—76,5 23,5—24,7	16,7—25,4 12,9—13,4	38,6—52,8 18,4—26,3
Гиссаро-Зарафшанский	32,9 17,5	11,6 н.с	9,6 3,0

ные 9—16, геофизические 7,0—15 и опытные 5—10. Поскольку буровые работы главные, то рассмотрим соотношение собственных буровых работ к вспомогательным. Для этой цели произвели расчет стоимости вспомогательных работ, приходящихся на 1 руб. собственных буровых работ (табл. 29). В них включены постоянные вспомогательные работы при бурении: монтаж — демонтаж, перевозка станка, гидрогеологические исследования, геофизические работы в скважинах, переменные вспомогательные работы, оставление труб в скважине, оборудование фильтрами, простре-лы и цементация отдельных интервалов ствола скважин. Кроме того, к вспомогательным работам относятся опытные работы вме-

Таблица 29

по основным видам полевых работ, %

ствующие, знамен.-основные		Затраты на 1 руб.		
комплекс опытных работ	комплекс геофизических работ	вспомог. работ в скважинах на собственно буровые работы	вспомогательных работ в скважин. без опытных на собствен. буровых	опытных работ на собственно буровые работы
равнина				
3,6—10,3 / 1,04—7,5	9,5—30,7	2,0—1,53	1,20—1,50	0,2—0,5
7,6 / 5,8	20,7	1,0—4,1	0,9—3,0	0,2—1,1
6,3—11,5 / 3,7—6,8	6,5—8,9	1,6—2,5	1,4—1,9	0,2—0,6
6,05 / 1,95	49,8	1,21	0,8	0,4
впадины				
6,5 / н.с	18,7	0,53—1,44	0,3—1,1	0,2—0,35
4,8 / н.с	н.с	4,0	2,2	1,8
5,4 / 2,2	7,62	0,68	0,48	0,20
5,3 / 3,0	16,3	0,97	0,8	0,17
массивы				
5,6—6,3 / 4,3—4,8	6,6—15,3	1,25	1,0	0,21
5,3 / н.с	н.с	4,0	2,2	1,8

сте с сопровождающими их сопутствующими. Это обусловлено тем, что проведение опытных работ сказывается на загрузке буровых станков и как результат отражается на производительности буровых работ.

Анализ этого материала показывает, что для пустынно-низменной равнины это соотношение колеблется от 1,0 до 4,1 руб/руб при затратах на опытные работы от 0,2 до 1,1 руб/руб, а для межгорных впадин оно уменьшается до 0,53—1,40 при удельных затратах опытных работ от 0,2— до 1,8 руб/руб. Из этого следует, что объем вспомогательных работ в гидрогеологических районах платформенной области больше, чем в горно-складчатой. Стоимость вспомогательных работ на 1 руб. чистого бурения в большинстве случаев увеличивается за счет переменных вспомогательных работ. Это обусловлено необходимостью более детального изучения картируемых водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости в разрезе и по площади.

Крупномасштабные гидрогеологические, инженерно-геологические и специализированные съемки. Проведены в основном в орошаемых районах, оазисах и частично в горных массивах. Анализ структуры стоимости 1 км² крупномасштабных съемок (табл. 30) показывает, что полевые работы имеют наибольший удельный вес (59,2—83,7%) при комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических съемках и несколько меньше (56—58%) при специализированных гидрогеологических. В комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических съемках нанаибольший удельный вес (41,5—50,3%) приходится на комплекс буровых работ.

Съемочные и опытные исследования составляют от 10,2 до 14,4% от стоимости полевых работ. На геофизические работы приходится от 7,8 до 16,0%. Кроме того, в структуре стоимости 1 км² съемочных объектов появляются новые виды работ. К их числу относятся горные работы, составляющие 3,1—7,4%, наливы, занимающие 2,8—5,8%, режимные наблюдения с величиной удельного веса от 2,3 до 3,8%, новые методы исследований, составляющие 3,6—4,7% от стоимости 1 км² полевых работ. Общий удельный вес горных, режимных видов работ, наливов и новых методов изменяется от 11,8 до 21,7% от стоимости полевых работ 1 км² съемочных объектов крупного масштаба. Специализированные съемки отличаются от комплексных меньшим удельным весом буровых работ за счет увеличения объема геофизических и гидрометрических исследований (табл. 30).

При изменении структуры стоимости 1 км² съемочных крупномасштабных объектов между видами работ основным остается комплекс буровых. Поэтому рассмотрим соотношения стоимости бурения к вспомогательным работам (табл. 30) по аналогии с объектами съемок среднего масштаба.

Соотношение вспомогательных работ, приходящихся на 1 руб. стоимости бурения скважин, колеблется от 0,3 до 5,54 руб/руб

Таблица 30

Структура стоимости 1 км² крупномасштабных съемок Узбекской ССР по основным видам полевых работ, %

Гидрогеологический участок	Полевые работы	Съемка без буровых, опытных и других сопутствующих работ	Комплекс буровых работ	Комплекс опытных работ	Комплекс горных работ	Наливы с сопутствующими работами	Комплекс геофизических работ	Режимные наблюдения*	Новые методы	Затраты на 1 руб., числ.-интервал колебания, знамен.-средние		
										вспомогательн. геофизических буровых, опытных работ на собствен. бурение	вспомогательных работ в скважинах без опытных работ на собственно буровые	комплекса опытных работ на собственно буровые
Комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические												
Дельта р. Амударьи	58,2	14,0	44,5	10,8	3,5	2,8	8,9	3,4	4,7	1,3—5,3 / 3,50	0,9—4,3 / 2,60	0,4—1,4 / 0,9
Приташкентский	59,2	7,2	41,5	12,6	3,1	5,8	9,5	2,6	Н.с	1,4 / 1,4	0,9 / 0,9	0,5 / 0,5
Дельта р. Кашкадарьи и Зарафшана Амударьинского гидрогеологического района	65,0	13,9	36,2	14,4	7,4	5,6	16,0	2,3	Н.с	1,1—3,6 / 2,3	0,5—2,3 / 1,4	0,6—1,3 / 0,9
Ферганский	83,7	10,2	50,3	12,7	3,5	4,3	7,8	3,80	3,6	0,8—2,3 / 1,6	0,5—1,7 / 1,1	0,6—0,7 / 0,5
Специализированные гидрогеологические съемки для целей водоснабжения												
Чаткало-Кураминский	57,7	20,4	27,2	6,5	21,8	3,2	15,8	20,6*	4,5	0,7—3,4 / 1,40	0,3—1,6 / 0,7	0,2—1,8 / 0,7
Гиссаро-Зарафшанский	56,0	12,5	37,6	14,3	0,3	—	19,3	18,9*	Н.с	0,3—0,9 / 0,6	0,3—0,4 / 0,4	0,01—0,5 / 0,2
Инженерно-геологические												
Ферганский	78,7	14,3	47,6	16,7	4,7	2,8	5,0	2,2	17,0	0,4—4,4 / 2,4	0,2—2,7 / 1,4	0,3—1,7 / 1,0

*Режимные наблюдения в комплексе с гидрометрическими работами.

(табл. 30). На опытные работы приходится 0,2—1,8 руб/руб. При этом отмечается рост значений вспомогательных работ на 1 руб. бурения от специализированных гидрогеологических съемок для водоснабжения, выполненных в горных массивах (0,6—1,40 руб/руб) при удельном весе опытных работ (0,2—0,7), к инженерно-геологическим съемкам (0,43—4,4) и комплексным гидрогеологическим и инженерно-геологическим съемочным объектам для целей мелиорации (1,0—5,3), где опытные работы составляют 0,4—1,4 руб/руб. Кроме того, в последнем виде съемочных работ показатель от ранее проведенных (1,00—1,44 руб/руб) возрастает к съемочным объектам, выполненным в девятой и десятой пятилетках (2,9—5,3 руб/руб).

Сопоставление соотношения вспомогательных работ и стоимости собственно бурения скважин по гидрогеологическим районам характеризуется своими пределами колебаний. В дельте р. Амударьи этот показатель для недавно завершенных объектов изменяется от 4,2 до 5,4 руб/руб. В дельте р. Кашкадарьи и Зарафшана на 1 руб. бурения приходится от 2,4 до 3,6 руб/руб, а в Ферганской котловине — от 1,8 до 2,3.

Сравнение приведенных данных со среднемасштабными объектами съемочных работ показывает увеличение стоимости вспомогательных работ на 1 руб. стоимости бурения в 1,5—2,0 раза. Это обусловлено увеличением удельного веса опытных работ и переменных вспомогательных, а также постоянных вспомогательных работ в комплексе буровых опытных и бурением опытных скважин больших диаметров в кустах усложненной конструкции и проведением в них опытных работ большей продолжительности. Отличительная особенность проведения крупномасштабных съемок — использование значительного комплекса видов работ с преобладанием в структуре стоимости 1 км² комплекса буровых работ.

Поисково-разведочные работы. Имеют большой удельный вес в общих ассигнованиях на гидрогеологические и инженерно-геологические исследования (табл. 14). Структура общей стоимости разных стадий работ различна. По результатам выполненного обобщения установлено, что при поисковой стадии собственно геологоразведочные работы составляют от 51,0 до 76,7% от сметной стоимости. На сопутствующие работы приходится от 23,3 до 49%. При предварительной разведке объем собственно геологоразведочных работ возрастает до 62,7—78,1%, а сопутствующих работ и затрат уменьшается до 21,9—37,2%. Детальная стадия разведки имеет интервалы колебания собственно геологоразведочных работ от 65,6 до 76,2%, сопутствующих работ и затрат от 23,7 до 83,4%.

Из приведенных данных видно, что объем выполняемых собственно геологоразведочных работ растет от поисков к детальной стадии разведки. Это отвечает требованиям, предъявляемым к стадиям поисково-разведочных исследований. Вместе со стадиями

разведочных работ изменяется и структура стоимости по видам работ в соотношениях (% к общей сметной стоимости) комплексных (основные и вспомогательные) видов полевых работ.

	Поиски	*Предварительная разведка*	*Детальная разведка*
Бурение	49,9—78,4	34,8—62,4	35,5—67,2
Опытные работы	6,6—15,8	17,1—24,6	16,5—35,4
Геофизические работы	4,0—19,0	2,3—14,2	9,1—7,3
Стационарно-режимные наблюдения	1,24—4,1	1,32—8,5	3,3—14,1
Гидрометрические работы	0,95—1,81	0,6—3,9	0,42—1,8

Из приведенных данных следует, что в целом для всех стадий поисково-разведочных работ буровые вместе с постоянными и переменными вспомогательными являются основными. Они составляют 35,5—78,4% от выполненного объема работ в денежном выражении. Характерно уменьшение удельного веса буровых работ от стадии поисков к детальной разведке. Выполненный объем опытных работ увеличивается от стадии поисков (6,6—15,8%) к детальной разведке (16,5—35,4%).

Такой же характер изменения имеют режимные наблюдения. Их удельный вес в сметной стоимости работ растет от стадии поисков (1,2—4,1%) к детальной разведке (3,3—14,1%). Увеличение объема выполненных опытных и режимных наблюдений от стадии поисков к детальной разведке отвечает требованиям, предъявляемым к стадийности работ. Объемы выполненных в денежном выражении геофизических и гидрометрических работ не зависят от стадий поисково-разведочных. В общем по геофизическим работам отмечается уменьшение их удельного веса в сметной стоимости от стадии поисков (4,—19,0%) к детальной разведке (3,1—7,3%). Гидрометрические работы имеют наибольший удельный вес на стадии предварительной разведки и уменьшаются при поисках и детальной разведке.

Комплекс буровых работ для поисковых и разведочных исследований основной, поэтому мы произвели расчет затрат вспомогательных работ, приходящихся на 1 руб. стоимости бурения (табл. 31). Эти данные показывают, что объем вспомогательных работ в денежном выражении на 1 руб. чистого бурения увеличивается от стадии поисков (0,57—0,93 руб) к детальной разведке (1,2—2,2 руб.). Это обусловлено усложнением конструкций скважин и возрастанием выполняемого объема опытных работ с 0,09—0,38 до 0,51—1,44 руб/руб. Расчеты соотношения вспомогательных работ, включающих только постоянные и переменные вспомогательные буровые, показывают, что на 1 руб. чистого бурения приходится от 0,57—2,85 руб. вспомогательных работ.

Таким образом, в гидрогеологических исследованиях комплекс буровых работ составляет 35,5—78,4%, опытных — 5—35,4, геофизических — 2,3—16,0, изучение инженерно-геологических

Таблица 31

Затраты вспомогательных работ, приходящихся на 1 руб, собственно буровых работ при поисках и разведке подземных вод по гидрогеологическим районам Узбекской ССР

Гидрогеологический район	поиски	предварительная разведка	детальная	совмещен. предварит. и детальная
Ферганский	0,87 / 0,64 — 0,23	1,62 / 0,74 — 0,88	1,15 / 0,64 — 0,51	
Амударьинский восточн. часть	0,88 / 0,68 — 0,2	1,88 / 1,78 — 0,1	2,85 / 1,91 — 0,94	
западн. часть	4,68 / 3,98 — 0,7	3,88 / 2,44 — 1,44	7,13 / 2,18 — 4,95	1,89—9,32 / 0,86—3,17
Зарафшанский	2,25 / 1,90 — 0,35	2,34 / 1,44 — 0,9	—	1,03—6,15
Нурата-Туркестанский горные массивы	0,67 / 0,40 — 0,27	—	—	1,81 / 0,42 — 1,39
межгорные впадины	—	1,73 / 0,62 — 1,11	—	—
Приташкентский левобережье р. Сырдарьи, Голодная степь	0,88 / 0,68 — 0,2	1,83 / 1,05 — 0,78	2,17 / 1,10 — 1,07	—
правобережье Сырдарьи, долины Чирчика, Ахангарана	0,93 / 0,56 — 0,37	1,75 / 0,57 — 1,18	0,82—2,0 / 0,28—1,07	0,54—0,93
Чаткало-Кураминск. Сурхандарьинск.	0,57 / 0,48 — 0,09	—	2,39 / 1,18 — 1,21	
Юго-западные отроги Гиссара	0,64 / 0,26 — 0,38			

Примечание. Числитель—собственные и вспомогательные буровые и опытные работы, знаменатель — собственные и вспомогательные буровые работы, число за дробью — затраты опытных работ на один рубль буровых.

условий — 11,8—21,7, съемка без буровых, опытных, геофизических работ средне- — 8,3—25,4, крупномасштабных — 10,2—14,4% в денежном выражении от общей сметной стоимости работ. Эти соотношения позволяют выбирать основные виды работ, которые необходимо совершенствовать и повышать информативность с целью снижения их стоимости. Из приведенных данных следует, что первая отличительная особенность геологоразведочного процесса выполнения гидрогеологических исследований — ведущая роль буровых и сопутствующих им вспомогательных работ, вто-

рая состоит в том, что комплекс проводимых в скважинах опытных, геофизических, вспомогательных буровых работ (обсадка, оборудование фильтрами, цементация, прострелы и т. д.) в 2—5 раз по стоимости превышает затраты на собственно бурение. Следовательно, научно-технический прогресс в бурении гидрогеологических скважин, совершенствовании их конструкций и комплекса опытных работ определяет стратегию гидрогеологических исследований и возможности снижения стоимости работ.

Съемочные и поисково-разведочные работы являются одноцелевыми по выполнению геологических заданий. Однако в практике гидрогеологических исследований имеются многоцелевые работы, решающие сразу несколько геологических заданий. К ним относятся режимные исследования, одновременно изучающие закономерности регионального режима, влияние человеческой деятельности на окружающую среду, разрабатывающие рекомендации по охране подземных вод от истощения и загрязнения. Для такого вида исследований важен не только анализ структуры стоимости единицы работ, но и установление соотношения между комплексными видами работ для определения сложившихся тенденций и прогноза их изменения на перспективу.

Гидрогеологические исследования по изучению режима и баланса подземных вод. Анализировались за 1966—1975 гг. (табл. 32). Эти данные показывают, что ведущим видом работ в структуре исследований, проводимых ГГ и ИГ партиями являлись режимные наблюдения по региональной сети, на которые приходятся 38,4% от всех затрат. Значительные средства (25,9%) израсходованы на прочие работы, в том числе на исследования, необходимые для проведения полевых работ, транспортировку, полевое довольствие (10%), на лабораторные, топографические, камеральные, геофизические работы, а также проектирование. Затраты на режимные наблюдения по специальной сети составили 16,3%.

Затраты на охрану подземных вод от истощения и загрязнения равны 10,6%, на инженерно-геологические исследования — 5,2%, внедрение новых методов — 3,6%.

Сравнение структуры выполненных видов работ (табл. 32) восьмой и девятой пятилеток показывает, что объемы исследований режимных наблюдений по региональной сети возросли на 4,1%, лабораторных, геофизических, топографических работ вместе с проектированием — на 4,4%, внедрение новых методов — на 3,2%, охрана подземных вод от истощения и загрязнения — на 2,3%, инженерно-геологические исследования — на 1,4%. Одновременно снизились затраты на проведение режимных наблюдений по специальной сети на 11,1%, прочие затраты уменьшились на 1,1% за счет снижения затрат на транспорт, строительство и экспериментальных исследований на опытных участках.

В целом увеличение объемов работ по региональной сети, внедрению новых методов, охране подземных вод и инженерно-

Удельные значения видов работ по ГГ и ИГ партий Узбекской ССР,

Год	Региональная сеть	Специальная сеть	Охрана подземных вод от загрязнения и истощения	Инженерно-геологические исследования	Внедрение новых методов работ	Всего прочих работ
						Ферган
1966—1970	38,3	18,3	16,2	6,4	5,4	15,5
1971—1975	35,2	12,5	21,3	7,5	7,5	16,0
						Ташкент
1966—1970	46,1	15,7	8,2	0,3	0,6	28,2
1971—1975	29,3	12,8	14,2	1,3	6,3	36,0
						Сурхандарь
1966—1970	36,5	21,5	11,7	4,1	4,4	21,8
1971—1975	43,2	6,8	14,3	9,2	7,4	19,1
						Зараф
1966—1970	39,0	20,4	19,3	3,0	—	17,7
1971—1975	50,4	11,0	10,1	3,7	2,3	22,0
						Голодно
1966—1970						
1971—1975	42,6	16,7	3,3	1,5	4,3	26,6
						Бухар
1966—1970	37,3	22,4	7,9	5,8	1,2	25,4
1971—1975	42,1	13,7	6,6	11,9	2,7	23,1
						Кашкадарь
1966—1970	23,0	40,1	7,8	2,2	1,6	25,3
1971—1975	33,8	12,3	22,7	3,0	7,9	20,8
						Хорезм
1966—1970	25,6	23,3	4,5	4,2	2,8	39,7
1971—1975	48,1	8,8	2,3	2,9	3,9	34,0
						Каракал
1966—1970	44,2	22,7	2,0	7,7	—	22,6
1971—1975	51,3	5,7	2,7	12,5	0,5	27,4
						Ито
1966—1970	36,1	22,8	9,3	4,4	1,8	26,5
1971—1975	40,2	11,7	11,6	5,8	5,0	25,4
ВСЕГО	38,4	16,3	10,6	5,2	3,6	25,9

геологических исследований отвечают требованиям, предъявленным к работе гидрогеологических и инженерно-геологических партий УзССР. Обращает внимание сравнительно небольшой темп роста затрат на охрану подземных вод.

Вместе с тем значительные колебания отмечаются по затратам на специальную сеть, строительство и уменьшение объема

Таблица 32

% к выполненной сметной стоимости

Проектиров. топоработ. камеральн. лабораторн. работы, геофизич. раб. рецензии, команд. прием	Транспортировка	Полевое довольствие	Прочие работы (земельные, агротехнические)	Строительство		
				всего строительных работ	в поле	на базе
ская						
8,6 11,3	1,9 0,1	3,6 3,2	0,93 0,5	0,47	—	0,47
ская						
6,7 13;6	4,9 3,7	5,9 8,0	1,3 0,5	9,5 10,2	0,18 0,6	9,4 9,6
инская						
10,0 7,9	2 3,0	7,2 6,8	0,65 —	1,98 1,45		1,98 1,45
шанская						
4,5 6,2	4,1 2,62	5,1 4,9	0,5 0,8	3,5 6,5		3,5 6,5
степская						
14,7	2,1	6,9	—	2,7	1,5	1,2
ская						
9,7 9,9	3,8 5,7	6,2 5,8	1,4 0,4	4,3 1,3	0,25	4,1 1,3
инская						
9,6 12,5	2,4 1,7	7,7 6,0	1,0 0,6	4,5		4,5
ская						
13,9 18,7	8,9 8,2	7,2 6,1	1,3 0,4	9,0 0,6		9,0 0,6
пакская						
9,6 11,7	5,7 7,1	6,9 4,5	— —	0,4 4,1		0,4 4,1
го						
7,6 11,9 10,0	4,0 3,8 3,9	5,9 6,1 6,1	0,8 0,3 0,5	3,9 3,3 3,6	0,6 0,3 0,2	3,8 3,0 3,4

по земляным и агротехническим работам. Эти данные показывают, что особенностью гидрогеологических работ по изучению режима подземных вод является многообразие и большая динамичность изменения объемов отдельных комплексных видов.

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРАТЕГИИ И ТАКТИКИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ состояния изученности вопросов стратегии и тактики показал, что понятие стратегии объединяет комплекс исследований, обосновывающих перспективы их развития и достижение глобальных конечных целей (Скопцов, 1979). Поэтому под стратегией гидрогеологических исследований понимается разработка на перспективу новых научных теорий, методов, объектов познания гидрогеологических процессов, соответствующих и опережающих теоретический, научно-технический уровень смежных наук с целью увеличения роли результатов гидрогеологической науки и практики в развитии производительных сил.

Сравнение определений тактики и стратегии гидрогеологических исследований показывает, что основное связующее звено между ними — научно-технический прогресс в средствах производства работ. Поскольку при выполнении гидрогеологических исследований наибольшие объемы приходятся на бурение скважин и проведение в них опытных и геофизических работ, то рассмотрим развитие научно-технического прогресса по ним в Узбекистане.

До середины шестой пятилетки гидрогеологическая служба использовала для проведения полевых работ станки колонкового КАМ-2М-300, КАМ-500 и ударного УА-75, УКС-20 бурения, различные установки ручного бурения. Опытные работы выполнялись поршневыми, центробежными насосами на горизонтальной оси и качалками. Привод буровых станков и насосов производился от действующих линий электропередач, а в неосвоенных районах — двигателями внутреннего сгорания А-22, Н-22 и 1, 2, 4 М4-10,5/13.

Широко и в большом объеме применялась проходка шурфов и колодцев на глубину до 10 м. Отличительная особенность этого периода — техническая сложность бурения гидрогеологических скважин на значительную глубину и большого диаметра станками колонкового бурения в неосвоенных, пустынных и горных районах. Средняя глубина изучения территории составляла 90 м (табл. 13). Проведение опытных работ с использованием центробежных насосов на горизонтальном валу возможно при динамических уровнях в скважинах не более 5—6 м от поверхности земли. Продолжительность опытных работ незначительна. Об этом свидетельствует тот факт, что при среднемасштабных съемках за 1956—1960 гг. общая продолжительность опытных работ составила всего лишь 236 бригадо-смен, в то время как в седьмой пятилетке (1961—1966 гг.) объем опытных работ возрос в 5, 6 раз и составил 1317 бригадо-смен.

Поскольку изученность территории Узбекской ССР к середине шестой пятилетки была незначительной по площади и глубине (табл. 13), то возникла необходимость дальнейшего расширения

гидрогеологических исследований, которые сдерживались не геолого-гидрогеологическими условиями, а технической оснащенностью. Поэтому стратегию гидрогеологических работ до середины шестой пятилетки можно рассматривать как становление гидрогеологических исследований на производственную основу.

В середине шестой пятилетки (1956—1958 гг.) техническая, энергетическая, механическая вооруженность буровых, опытных, геофизических работ резко возросла. Появились буровые самоходные установки УКБ-100, АВБ-3-100, АВБ-400 и АРБ-3-100/500, СБУ-150-ЗИВ, УРБ-ЗАМ, УРБ-2А, УВБ-600, станки с гидравлической подачей марки ЗИВ-150, 300, 650, 1200, буровые станки ударно-канатного бурения УКС-30, а также буровые комплексные установки УГБ-50А, 50Ш, 150. Опытные работы стали выполняться центробежными артезианскими турбинными (АТН-8, 10, 14, 16; 12НА), винтовыми (ВАИ-4/35, 4/60) и артезианскими насосами с погрузными электродвигателями (6, 8, 10, 12, 14-АП-9×6, 18×6, 18×2, 18×14 и ЭПА-6, ЭЦИВ-8, 10, 12). Для привода буровых станков и выполнения опытных работ стали использоваться передвижные электростанции ДЭС-30, 60, ПЭС-14, 15, У-12, 14, 6ч 23/30. В практике гидрогеологических исследований широко применялись передвижные компрессоры ЗИФ-54, 55, ПКС-6М, КСЭ-3М, 6м, ПК-10. Появились различного типа КШК для проходки шурфов и строительства колодцев.

Из приведенных данных следует, что проблема технической вооруженности гидрогеологических исследований была успешно решена. Кроме того, заимствованная у нефтяников, геологов-разведчиков буровая и откачечная техника стала совершенствоваться применительно к решению гидрогеологических задач. Разрабатывались фильтры-опробователи для опережающего опробования водоносных горизонтов и комплексов в ходе бурения гидрогеологических скважин, создавались подъемные устройства на компрессор ПК-10 для водоподъемных труб при проведении эрлифтной откачки. Экспедициями производятся динамоэрлифты, создаются приставки к станку УКС-22 для проходки скважин с обратной промывкой в валунно-галечниковых отложениях, буровые наконечники (из комплекта различных долот) диаметром до 800 мм, применяемые для бурения гидрогеологических скважин при исследованиях под вертикальный дренаж.

Для ускорения производства фильтров разработан и введен в действие автоматический станок-перфоратор на три сверла, широко используются свабы для разглинизации гидрогеологических скважин. В практику проведения съемочных работ внедрена пенетрационно-каротажная установка (СПКУ). Широкое использование различных видов каротажа скважин и расходомерии позволило на 65—80% выполнить бескерновое бурение. Все эти факторы позволили резко увеличить объем буровых работ до 350—550 тыс. м за пятилетку и повысить производительность труда с 280—330 до 420—620 пог. м на станко-месяц (табл. 13).

Вследствие резко возросшей технической вооруженности гидрогеологических работ, возможности выполнения съемочных, поисково-разведочных, режимно-балансовых по основным водоносным горизонтам, комплексам, зонам трещиноватости практически стали неограниченными. Однако в середине девятой пятилетки меняется тактика гидрогеологических исследований с регионально-разведочной на прогнозно-охранную. Это вызвало необходимость раз-

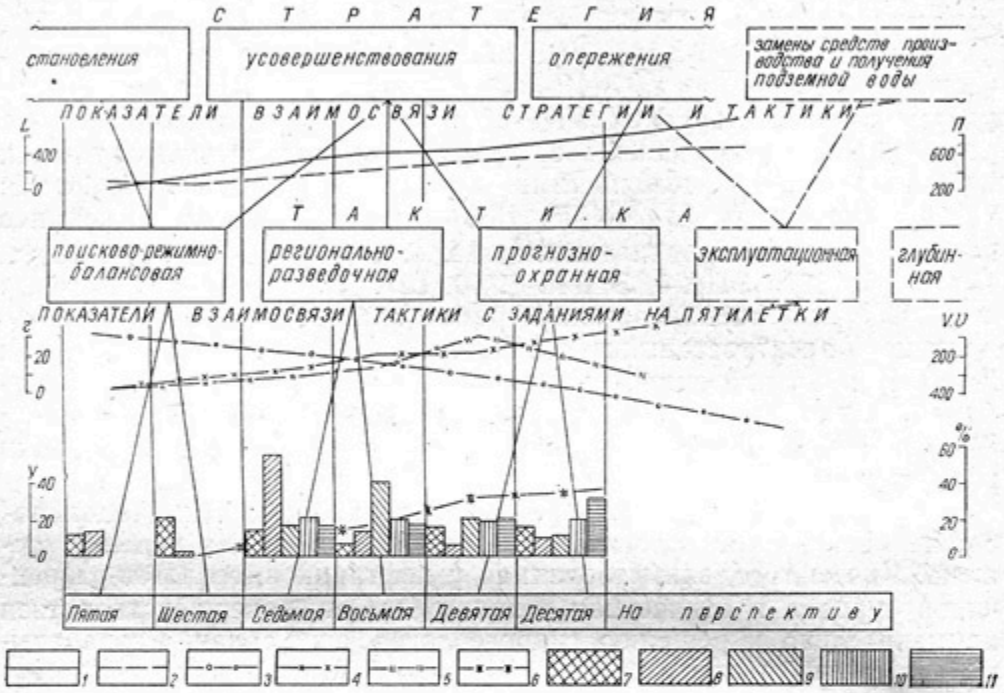


Рис. 6. Схема взаимосвязи стратегии, тактики и заданий пятилеток по УзССР.

1—годовой объем механического колонкового бурения, тыс. пог. м.; *2*—производительность П, пог. м. на ст/см; *3*—средняя глубина изучения скважин *r*, м; *4*—объем в денежном выражении *V*, % к итогу за шесть пятилеток; *5*—объем договорных работ *v*, % к объему в денежном выражении; *6*—удельный вес ассигнований по науке У по пятилеткам, % ст итога; *7*—распределение площадей съемок, % к итогу за шесть пятилеток; *8*—распределение разведанных запасов подземных вод, % к итогу за шесть пятилеток; *9*—распределение наземных гидрогеофизических работ, % за четыре пятилетки; *10*—пункты наблюдений по режимной сети, % за четыре пятилетки; *11*—геофизические исследования (каротаж) в скважинах, % за четыре пятилетки.

работки новых технических средств для решения задач и, следовательно, обусловило изменение стратегии гидрогеологических работ.

Период между концом шестой и началом десятой пятилеток характеризуется стратегией усовершенствования методики и техники проведения гидрогеологических исследований. С середины десятой пятилетки на территории Узбекской ССР сказывается влияние человеческой, особенно водохозяйственной, деятельности на качество и количество подземных вод (Мирзаев, 1978; Туляганов, Гейнц, 1978; Ходжибаев, 1978; и др.). Резко возросла глубина

изучения водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости при проведении съемочных и поисково-разведочных работ (табл. 13, 15, 16, 22). Это потребовало выполнения опытно-конструкторских разработок по созданию новой и усовершенствованию действующей буровой, откачечной, гидрогеофизической техники, оборудования и широкого использования аналогового моделирования, электронно-вычислительных машин. Главная задача этих мероприятий — обеспечение опережающего темпа технического прогресса над изменением природно-геологических и гидрогеологических условий и соотношения между поисковыми и разведочными работами. Следовательно, стратегия гидрогеологических исследований со второй половины десятой пятилетки может рассматриваться как опережающая.

При проведении гидрогеологических исследований на территории Узбекской ССР за 1951—1980 гг. можно отметить стратегию становления, усовершенствования и опережения (рис. 6). Стратегия каждого этапа подразделяется на тактики, отличающиеся комплексом решаемых вопросов, способами и методиками выполнения работ. Так, стратегия усовершенствования по продолжительности действия охватывает поисково-режимно-балансовую, регионально-разведочную и прогнозно-охранную тактики проведения работ. Стратегия опережения включает прогнозно-охранную и эксплуатационную тактики. Однако обзор состояния гидрогеологических исследований показывает, что уже сейчас имеются первые симптомы изменения этой тактики на глубинную. Дальнейшее развитие гидрогеологических исследований покажет, какая будет тактика на ближайшую и отдаленную перспективу. Тактика и стратегия работ взаимосвязаны и изменяются во времени. При этом смена тактик происходит чаще стратегий.

Глава III. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ТАКТИКЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЗБЕКИСТАНА

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Сметная стоимость объекта работ — сумма произведений физических объемов на стоимость единицы работ. Перечень выполняемых полевыми партиями, отрядами основных видов работ весьма значительный. Поэтому решить задачу оптимизации видов и объемов работ для одного объекта невозможно. Для этой цели требуется совокупность объектов. Анализировать принимаемую совокупность объектов с выявлением взаимосвязи между видами работ без применения математических методов весьма затруднительно. При этом основная задача — выявление ведущих факторов, влияющих на сметную стоимость объекта работ.

Общий перечень факторов, определяющих сметную стоимость работ, включает экономико-географические, горно-геологические условия, их изменения во времени, внедрение научно-технических разработок, организационно-технические условия проведения работ, соблюдение их стадийности, требования к достоверности качественных, количественных, информационных характеристик, определяющих физические объемы. Поэтому для выявления зависимости стоимостных показателей от факторов, влияющих на них, широко используется статистическое нормирование удельных (плановых) затрат (Лубенский, 1977; Четыркин, 1975; и др.).

При гидрогеологических работах за удельные затраты на съемочных работах принимается стоимость 1 км^2, а при поисках и разведке — 1 м^3 в сутки разведанных запасов подземных вод, при режимно-балансовых — стоимость одного замера.

Нормирование удельных затрат сводится к составлению модели

$$C = \bar{C} \cdot f_1(X_1) \cdot f_2(X_2) \cdot \ldots f_n(X_n), \qquad (5)$$

где $\bar{C}$ — средняя по анализируемой совокупности величина удельных затрат одного из видов гидрогеологических исследований, $f_1(X_1)$, $f_2(X_2)$, $f_n(X_n)$ — статистические зависимости, отражающие влияние различных факторов (X_1, X_2, X_n) на величину удельных затрат.

Основное требование при составлении модели (5) к анализи-

руемой совокупности объектов работ — приведение их к одинаковым значениям по коэффициентам к заработной плате, накладным расходам, материалам, ценам, тарифам. Это обычно достигается путем включения в анализируемые совокупности объектов, проектов работ и смет, которые рассчитывались по СУСНам, действующим с 1969 г., что позволяет выдержать требования к однотипности по накладным расходам, материалам, ценам.

На территории Узбекистана установлен районный коэффициент к заработной плате 1,15. В пределах Каракалпакской АССР в Тамдынском, Кенимехском районах Бухарской области он увеличен до 1,30. Кроме того, в зависимости от района работ по отдельным объектам устанавливаются коэффициенты к заработной плате от 1,1 до 1,40 за работу в пустынных и безводных, высокогорных районах.

Поскольку для большей части территории УзССР установлен коэффициент 1,15, то корректировку разнообразия объектов работ по значениям коэффициентов к заработной плате целесообразно произвести на эту величину путем выражения повышающих надбавок в долях по формуле

$$\Delta n = \frac{N_2 - N_1}{N_2} = \frac{\Delta N}{N_2}, \qquad (6)$$

где N_1, N_2 — коэффициенты к заработной плате за работу в пустынных и высокогорных районах вместе с районным коэффициентом по объекту работ (N_2) и значения коэффициента приведения объекта работ к единым условиям $N_1 = 1{,}15$, ΔN — разность коэффициентов в заработной плате, Δn — значение повышающего коэффициента по объекту работ, доли.

Коэффициенты за работу в пустынных, безводных, высокогорных районах начисляются на заработную плату ИТР и рабочим. Поэтому, чтобы произвести корректировку объектов по этим показателям, требуется определение удельного веса заработной платы при разных значениях коэффициентов и по различным видам гидрогеологических работ. Анализ удельных весов статей расходов станко-смены, приборо-смены, бригадо-смены, партия-месяцев по данным СУСнов (вып. I—V, 1969) показывает, что значения удельного веса заработной платы различны для съемочных, геофизических, опытных гидрогеологических, горно-проходческих буровых и других видов работ. Проекты работ состоят из различного сочетания видов и объектов. Анализ структуры стоимости полевых работ показал, что для всех завершенных объектов работ наибольший удельный вес имеют затраты на буровые и сопутствующие им работы. На основании этого корректировку по значениям коэффициентов к заработной плате предлагается производить на удельный вес буровых работ по формуле

$$C_p = C_\phi \left(1 - \alpha \frac{\Delta N}{N_2}\right), \qquad (7)$$

где $C_р$, $C_ф$ — удельные затраты определяемого вида гидрогеологических исследований: скорректированные на единые условия по коэффициентам к заработной плате ($C_р$) и сметные ($C_ф$), α — удельный вес заработной платы в стоимости станко-смены колонкового бурения; ΔN, N_2 — разность коэффициентов в заработной плате между значениями для объекта работы (N_2) и приводимым ($N_1 = 1{,}15$).

Приведение объектов работ к единым условиям по категориям буримости пород и глубинам скважин требует определения средневзвешенных значений категорий буримости.

Расчет их производится по формуле

$$К_б = \frac{в_1 K_1 L_1 + в_2 K_2 L_2 + \ldots + в_n K_n L_n}{в_1 L_1 + в_2 L_2 + \ldots + в_n L_n}, \qquad (8)$$

где $в_1$, $в_2$, $в_n$ — норма времени на существующую категорию буримости пород, принимаемую по СУСН (вып. V, 1969), K_1, K_2, K_n — категории буримости пород, L_1, L_2, L_n — объем бурения по соответствующей категории.

Для совершенствования и убыстрения расчета средневзвешенных категорий буримости разработана программа на электронно-вычислительной машине ЕС 10—20. На ней были произведены расчеты средневзвешенных значений категорий буримости пород по объектам работ для разных интервалов и средних глубин скважин.

Корректировка объектов работ по категориям буримости и глубинам скважин производилась на основе следующих принципов. По каждой из совокупности объектов работ, для которой составлялась математическая модель, определялись средние значения глубины скважин и средневзвешенные по метражу категории буримости пород. По данным значений средней глубины скважин устанавливается интервал бурения, свойственный выбранной совокупности, затем для него по таблицам СУСНа (вып. V, 1969) по значениям средневзвешенных по метражу категорий буримости пород определялась норма времени на проходку 1 пог. м с корректировкой на доли категории по формуле

$$в_р = в_1 + (в_2 - в_1)\,\Delta K, \qquad (9)$$

где $в_1$, $в_2$, $в_р$ — норма времени на бурение 1 пог. м, предшествующая средневзвешенному по метражу значению категории буримости ($в_1$), последующая ($в_2$), расчетная для совокупности ($в_р$), ΔK — десятые и сотые значения средневзвешенной по метражу категории буримости пород.

Формула (9) использовалась также для расчета нормы времени на бурение 1 пог. м по каждому объекту работ, включенному в анализируемую совокупность. В этом случае составляющие формулы (9) обозначались дополнительным штрихом сверху. Нормы времени на бурение 1 пог. м по объектам работ принимались в

зависимости от средней глубины скважин и способа бурения: колонковое, ударное, с керном, без керна. Общая корректировка удельных затрат ($C_р^1$) объектов работ по категориям буримости, глубине скважин, способам бурения выполнялась по формулам

$$C_р' = b \cdot C_ф (a - 1) \tag{10}$$

$$a = \frac{в_1 + (в_2 + в_1)\,\Delta K}{в_1' + (в_2' - в_1')\,\Delta K'} = \frac{в_р}{в_р'}, \tag{11}$$

где b — удельный вес стоимости собственно буровых работ в выполненной сметной стоимости объекта работ без временного строительства ($C_ф$), a — коэффициент приведения объектов работ к единым условиям по категориям буримости, глубине скважин, способам бурения.

Раздельное приведение объектов работ к одним условиям по коэффициентам к заработной плате за работу в пустынных, безводных, высокогорных условиях, разным районным коэффициентам и по категориям буримости, глубине скважин, способам бурения трудоемко. Совместное решение уравнений (7 и 10) позволяет осуществлять одновременное корректирование условий по указанным показателям согласно формулам

$$C_0' = C_р + C_{р_1}' \tag{12}$$

$$C_0 = C_ф\left(1 - \alpha \frac{\Delta N}{N_2}\right) + bC_ф (a - 1) \tag{13}$$

$$C_0 = C_ф\left[1 - \alpha \frac{\Delta N}{N_2} + b(a - 1)\right], \tag{14}$$

где $C_ф$, C_0 — удельные затраты гидрогеологических исследований, ($C_ф$) — сметные на фактически выполненный объем работ без временного строительства, (C_0) — удельные затраты, скорректированные (расчетные) на коэффициенты к заработной плате, категорию буримости, глубину скважин, способ бурения, α — удельный вес основной и дополнительной заработной платы в стоимости станкосмены колонкового бурения, ΔN — разность коэффициентов к заработной плате между значениями для объекта работ (N_2) и приводимыми $N_1 = 1{,}15$, b — удельный вес стоимости собственно буровых работ в выполненной сметной стоимости объекта работ без временного строительства, a — коэффициент приведения объектов к единым условиям по категориям буримости, глубине скважин, способам бурения.

Формула (14) — основная для расчетов, поэтому для нее разработан алгоритм, на его основе выполнялись расчеты на электронно-вычислительной машине Наири-3 по корректированию объектов работ на коэффициенты к заработной плате, категорию буримости, глубинам скважин и способам бурения. Значения скор-

ректированных удельных затрат гидрогеологических исследований рассчитывались по каждой из выбранной совокупности разного вида и масштаба объектов работ и для республики в целом.

Для удобства составления экономико-математической модели в дальнейших расчетах используется значение коэффициента приведения (ΔC) удельных затрат гидрогеологических исследований к средним значениям ($\bar{C}_0$) для принятой совокупности

$$\Delta C = \frac{C_{oi}}{\bar{C}_o} \tag{15}$$

или

$$C_{oi} = \bar{C}\Delta C. \tag{16}$$

При этой замене формулу (5) можно упростить $C = \bar{C}_0 \Delta C$, (17)

$$\Delta C = f_1(X_1) \cdot f_2(X_2) \ldots f_n(X_n) \tag{18}$$

Из формул (16, 17) следует, что дальнейшее построение модели сводится к выявлению функций, определяющих значения коэффициента приведения удельных затрат к средним значениям.

Кроме технико-экономических показателей, необходимых для корректирования объектов работ на единые условия и последующего составления экономико-математической модели, использовались глубина изучения r, равная наиболее глубокой скважине объекта работ, объем бурения L, общий объем опытных работ O, включающий монтаж, демонтаж оборудования, количество пройденных скважин n, общая сметная стоимость объекта работ S_1 и та же величина без временного строительства S. Все эти показатели не требуют расчетов.

Основная цель составления экономико-математических моделей — установление зависимости между экономическими показателями и гидрогеолого-информационными характеристиками. К гидрогеологическим показателям относятся коэффициент фильтрации К, средняя величина минерализации подземных вод М, коэффициент водопроводимости K_m, глубина залегания до водоупора (регионального или местного) h и их мощность m. Данные по ним заимствовались из отчетов по завершенным объектам работ и рассчитывались как средние. Информационные показатели состоят из известных характеристик: изученность И, фон до начала выполнения работ Φ_1, после завершения исследований Φ_2, коэффициенты неравномерности режимной сети по передвижению, количеству скважин и замеров. Кроме того, они дополнены специально рассчитанными показателями: коэффициенты вариации v, трансформация карт T, протяженность отображенных на отчетных картах контуров Р.

Указанные характеристики определялись по формулам

$$\Phi_{1,2} = \frac{L_{1,2}}{F} \tag{19}$$

$$v = \frac{s}{a} \cdot 100 \qquad (20)$$

$$v = \sqrt{10^{2 \cdot 3} s^2 \lg x - 1} \qquad (21)$$

$$T = \frac{P_2}{P_1} \qquad (22)$$

$$a = \frac{\Sigma X_i}{n} \qquad (23)$$

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - a)^2}{n - 1}} \qquad (24)$$

$$a_1 = 10^{\overline{\lg x}} + 1{,}15\, s^2 \lg x \qquad (25)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{10^{2\overline{\lg x} + 2{,}3 s^2} \lg \cdot (10^{2{,}3 s^2} \lg x - 1)}, \qquad (26)$$

где $L_{1,2}$ — общий метраж горных выработок на площади объекта работ F до начала работ L_1 и фактически выполненный по проекту работ L_2, s, σ — среднеквадратичное отклонение расчетного показателя (X_i) нормального распределения s и логарифмического распределения σ_1, a, a_1 — среднее значение расчетного показателя (X_i) нормального распределения a, логарифмического распределения a_1, n — объем выборки, P_1, P_2 — суммарная протяженность контуров на геологической карте P_1 и отчетных гидрогеологических и инженерно-геологических картах P_2.

Оценка изученности объектов работ производилась по качественным показателям в зависимости от масштаба ранее проведенных исследований и соблюдения стадийности работ.

При среднемасштабных съемках неизученными остались объекты работ, площади которых до начала исследований не имели кондиционной геологической и гидрогеологических карт мелкого масштаба. Если на территории ранее проводились съемочные работы указанного масштаба и вида, то объекты относились к категории частично изученных. Объекты съемочных работ территорий, на которых проводились кондиционные гидрогеологические съемки среднего масштаба, относились к изученным. Принятый принцип сохраняется для крупномасштабных съемочных и поисково-разведочных работ. За начало отсчета принимались съемки среднего масштаба и в группу изученных объектов при съемках крупного масштаба включались те, которые выполнялись на кондиционной гидрогеологической карте среднего масштаба, а при поисках и разведке — объекты с кондиционными картами крупного масштаба.

Для объектов поисково-разведочных работ перечень характе-

ристик, рассчитываемых по формулам (19—26), дополнился величинами, которые определялись по формулам

$$\xi = \frac{Q_{рэ}}{Q_з} \tag{27}$$

$$\Theta = \frac{N_{рэ}}{N_{пр}}, \tag{28}$$

ξ — коэффициент обеспеченности заявленного количества запасов подземных вод ($Q_з$) с суммарным расходом из разведочных, эксплуатационных скважин ($Q_{рэ}$) для различных стадий поисково-разведочных работ, Θ — коэффициент плотности блокировки, равный отношению количества разведочных, эксплуатационных скважин ($N_{рэ}$), при поисково-разведочных работах к количеству проектных скважин ($N_{пр}$).

Составление экономико-математических моделей требует включения факторов, существенно влияющих на удельные затраты гидрогеологических исследований, но факторы статистически несвязаны, т. е. не имеют корреляционной связи (Лубенский, 1977). Для того, чтобы выполнить это условие, производились следующие расчеты. Для каждого вида, масштаба объектов работ: съемок (полистные, групповые, комплексные среднего и крупного масштаба), поисков и разведки подземных вод на различные водоносные горизонты и комплексы, а также для объектов режимных наблюдений составлялись таблицы. В них давались исходные данные для установления корреляционной связи между скорректированными удельными затратами гидрогеологических исследований и геолого-гидрогеологическими информационными показателями объектов работ.

По составленной программе на ЭВМ БЭСМ-4 вычислялись значения коэффициента корреляции и статистик (средние значения, среднеквадратичное отклонение) для каждой последовательной пары показателей. Полученные с БЭСМ-4 результаты расчетов анализировались и на их основе составлялись корреляционные матрицы. В них включались факторы с величиной коэффициента корреляции более 0,5, со значениями удельных затрат (C_0, ΔC) объектов съемочных, поисково-разведочных и режимных работ. Поскольку удельные затраты гидрогеологических исследований (C_0), скорректированные на коэффициенты к заработной плате, категории буримости пород, глубину и способ бурения взаимосвязаны с коэффициентом приведения (ΔC) к средним значениям (формулы 15—18), то последний показатель принимается за аргумент, который в дальнейшем называется коэффициентом приведения (ΔC, формула 18).

Последующее выявление корреляционных связей производилось между коэффициентом приведения и факторами, имеющими с ним коэффициент корреляции более 0,5. По результатам расчетов

составлялась корреляционная матрица показателей, связанных с коэффициентом приведения. Из совокупности этих факторов выбирались сочетания, не связанные между собой, они использовались для дальнейших расчетов.

Сущность построения экономико-математической модели сводится в основном к решению уравнений (18). В этой зависимости требуется установить тип и расчетные параметры функциональных связей между каждым статистическим независимым фактором (X_1, X_2, X_n) и коэффициентом приведения (ΔC). Для этой цели использовался метод нормирования, широко применяющийся в экономике.

По результатам анализа корреляционных связей устанавливалось количество статистически независимых факторов, связанных с коэффициентом приведения (ΔC). Из этой совокупности (X_1, X_2..., X_n) выбирался фактор (X_1) с наибольшей корреляционной связью. По разработанной программе на БСЭМ-4 рассчитывали теоретические уравнения для зависимости $\Delta C = f_1(X_1)$ с вводом массива данных объектов работ для X_1 и ΔC.

$$\Delta C = a + bX_i \tag{29}$$

$$\Delta C = aX_i^{\text{в}} \tag{30}$$

$$\Delta C = ab^{xi} \tag{31}$$

$$\Delta C = a + b \lg X_i \tag{32}$$

$$\Delta C = a + \frac{b}{X_i} \tag{33}$$

$$\Delta C = a + bX_1 + cX_i^2, \tag{34}$$

где a, b, c — коэффициенты уравнения, X_i — принятый для расчета фактор (X_1, X_2..., X_n). Из этих уравнений для X выбиралось наименьшее значение среднеквадратичного отклонения для коэффициента приведения (ΔC).

По этому показателю устанавливались вид теоретического уравнения и значение его коэффициентов. Теоретическое уравнение между $\Delta C = f_1(X_1)$ включается в формулу (18) вместо $f_1(X_1)$. Одновременно машина рассчитывала теоретическое значение (ΔC) каждого объекта работ (X_i), вошедших в массив исходных данных фактора X_1.

Для дальнейшего расчета определяется величина Z_i, равная отношению значений коэффициента приведения ΔC по каждому объекту работ (массиву данных) к его теоретическому значению ΔC_i^T по формуле (34)

$$Z_i = \frac{\Delta C_i^{\Phi}}{\Delta C_i^{\text{т}}}. \tag{35}$$

Затем выполнялся расчет на выявление тесноты корреляционной связи между Z_i и оставшимися статистически независимыми факторами $(X_2 \ldots X_n)$. Для фактора X_2, который имеет наибольшее значение коэффициента корреляции с показателем Z_i, электронно-вычислительная машина производила расчет аналогичной процедуры с зависимостью $\Delta C = f_1(X_1)$ с той лишь разницей, что использовались данные массива Z_i и X_2. Машина выбивала на печать теоретические уравнения зависимости $Z_{i1}^T = f_2(X_2)$ по формулам (29—34). Из них выбиралось уравнение с наименьшим значением среднеквадратичного отклонения по Z_{i1}^T от Z_i. Оно включалось в формулу (16) вместо $f_2(X_2)$.

После того как получены теоретические значения Z_{i1}^T, по формуле (35) производился расчет показателя $Z_2 = \frac{Z_{i1}}{Z_{i1}^i}$. Затем выявлялась теснота корреляционной связи из оставшегося статистически независимого фактора X_n с Z_2. Расчет выполнялся по аналогичной схеме, как для X_1 и X_2. Описанный способ расчета выполнен для трех статистически независимых факторов (X_1, X_2, X_n). Их количество может быть любым от одного до пяти. Ход расчета однотипен, как для X_1, X_2, X_n, но более длительный.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НОРМИРОВАННОЙ УДЕЛЬНОЙ СТОИМОСТИ ЕДИНИЦЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

Согласно принятой методике составление моделй в общем виде сводится к решению четырех задач:

1) приведение объектов работ к единым (скорректированным) условиям по значениям коэффициентов к заработной плате, категориям буримости пород, глубинам скважин и способам бурения (формула 14);

2) расчет численных значений коэффициентов приведения стоимости единицы гидрогеологических работ к средним по совокупности (формула 15);

3) определение функциональной связи коэффициента приведения удельной стоимости единицы гидрогеологических исследований с коррелируемыми гидрогеолого-информационными факторами (формулы 18—35);

4) оценка адекватности полученной модели.

Рассмотрим последовательность хода расчетов моделей для съемочных, поисково-разведочных работ и режимных наблюдений Узбекской ССР.

Экономико-математические модели для среднемасштабных объектов съемочных работ

Анализ фактического материала по съемочным работам за 1970—1977 гг. позволил выбрать для составления математической модели по Узбекистану 22 объекта. Составляющие этой совокупности различаются значениями коэффициентов к заработной плате, затратами на бурение и категориями буримости пород (табл. 33). В связи с этим первая задача — это приведение выбранной совокупности объектов работ к единым условиям. Для этого использовались формулы (11, 14, 16), результаты расчетов по которым приведены в табл. 33. Определялись гидрогеологические и информационные показатели каждого среднемасштабного съемочного объекта (табл. 15, 34). Эти данные в дальнейшем использовались для расчетов коэффициентов парной корреляции на электронно-вычислительной машине БСЭМ-4 (табл. 35).

Результаты расчетов показали, что из 506 значений коэффициентов корреляции, характеризующих парную связь 23 факторов, связанных с экономическими показателями, оказалось 4 гидрогеолого-информационных; фон до съемки Φ_1, площадь съемки F, категория буримости пород K_6 и фон после съемки Φ_2 (табл. 36). Кроме того, 6 факторов оказались корреляционно-связанными между собой. Один из них — категория буримости пород K_6 — связан с экономическими параметрами, хорошо коррелируется с фоном до съемки, который также связан с экономическими характеристиками. Так как он имеет двойную корреляционную связь, то в дальнейших расчетах не использован.

На основании изложенного фактор категории буримости пород для последующих расчетов исключается. Второй фактор (объем бурения), хотя и корреляционно связан с площадью съемки, но не связан с экономическими параметрами, поэтому для целей составления экономико-математических моделей не используется. Остальные гидрогеолого-информационные характеристики: мощность водоупоров, коэффициент трансформации, средняя величина минерализации подземных вод, коэффициент фильтрации, средняя глубина скважин, объем опытных работ с экономическими параметрами не связаны и из последующего анализа материала исключаются.

Таким образом, для составления модели остается три фактора: фон до съемки Φ_1 и после Φ_2, площадь съемочных работ F. Для них на ЭВМ БЭСМ-4 по разработанной программе выбора оптимального варианта для парной корреляции гидрогеолого-экономических параметров производился расчет уравнений регрессии (формулы 29—34). В результате установлено, что для наиболее тесно связанного фактора — фона после съемки — Φ_2 наименьшее среднеквадратичное отклонение $\sigma=1{,}089$ имеет уравнение вида

$$\Delta C^{\text{т}} = 1{,}242\,(\Phi_2) - 0{,}283\,(\Phi_2)^2 - 6{,}19\cdot 10^{-3}. \qquad (36)$$

Исходные данные и последовательность расчетов приведения средне

Номер объекта	Сметная стоим. работ без временного строительс., руб. S	Средняя глубина скважины R	Фонд заработной платы буровых работ α	Общий коэффициент к заработной плате N_2	Коэфф., приводящий к единым условиям N_1	Затраты на бурение, руб. Б	Средняя категория по группам	
							$K_б$	ΔK
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	439991	262,3	0,56	1,85	1,15	68653	4,49	0,49
2	244062	93,7	0,56	1,70	1,15	14869	4,49	0,49
3	196806	165,08	0,47	1,25	1,15	4601	4,49	0,49
4	266185	125,6	0,50	1,45	1,15	70964	4,49	0,49
5	206000	111,6	0,49	1,40	1,15	27019	4,49	0,49
6	741900	181,1	0,53	1,65	1,15	31041	4,49	0,49
7	417789	232,3	0,53	1,70	1,15	28680	4,49	0,49
8	397558	291,7	0,52	1,55	1,15	49893	4,49	0,49
9	458004	197,1	0,58	1,65	1,15	31278	4,49	0,49
10	240954	171,1	0,49	1,35	1,15	31604	4,49	0,49
11	255844	208,4	0,45	1,15	1,15	47133	4,49	0,49
12	237003	186	0,50	1,45	1,15	26769	4,49	0,49
13	279692	168,3	0,53	1,70	1,15	23100	3,91	0,91
14	632599	234	0,53	1,70	1,15	103813	3,91	0,91
15	228433	264,7	0,52	1,60	1,15	52258	3,91	0,91
16	382215	121,9	0,53	1,65	1,15	58174	3,91	0,91
17	322445	100,6	0,53	1,65	1,15	28308	3,91	0,91
18	487095	185,7	0,53	1,65	1,15	71152	3,91	0,91
19	262570	344	0,52	1,65	1,15	29189	3,91	0,91
20	117362	766,7	0,86	1,25	1,15	24165	3,91	0,91
21	355912	186	0,45	1,15	1,15	54506	6,19	0,19
22	360283	157,8	0,45	1,15	1,15	57534	6,19	0,19

Примечание. Средняя стоимость 1 км² съемки $\overline{C}=50{,}68$, руб.

Оно принято как уравнение регрессии между теоретическими значениями коэффициента приведения стоимости 1 км² съемки ΔC^T и фоном после съемки Φ_2.

Отношения Z_i между фактическими и теоретическими значениями коэффициента приведения стоимости 1 км² съемочных работ вычислялось делением соответствующих численных значений (табл. 33, графа 18) на характеристики, приведенные в табл. 37 (графа 4), и результаты по каждому объекту работ помещались в табл. 37 (графа 5). На ЭВМ БЭСМ-4 произвели расчет коэффициентов корреляции 0,248 и 0,049. Анализ фактического материала выбранной совокупности объектов показал, что в нее вошли съемочные партии, проводившие съемки разными способами. На основании этого объекты работ объединили в три группы: I — полистная, II — групповая, III — съемки, выполненные до выхода методических руководств для целей мелиорации. Для каж-

Таблица 33

масштабных объектов съемочных работ для Узбекской ССР к единым условиям

Норма времени по средней категории		Средняя категория по объекту		Норма времени по объектам		Коэфф. приведения объектов по условиям бурения a	Скорректирован. стоим. 1 км² съемки C_{0i}	Коэфф. приведения к средним значениям $\Delta C \frac{C_{0i}}{\overline{C}}$
B_2	B_1	K_0'	$\Delta K'$	B_2'	B_1'			
10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,12	0,09	4,86	0,86	0,12	0,09	0,904	57,847	1,141
0,12	0,09	3,71	0,71	0,08	0,06	1,411	34,824	0,687
0,12	0,09	5,8	0,8	0,16	0,12	0,688	29,428	0,581
0,12	0,09	5,22	0,22	0,17	0,12	0,779	40,096	0,791
0,12	0,09	4,80	0,80	0,12	0,09	0,918	63,310	1,249
0,12	0,09	4,00	0,00	0,09	0,09	1,163	61,527	1,214
0,12	0,09	3,40	0,40	0,09	0,07	1,342	54,849	1,082
0,12	0,09	3,86	0,86	0,09	0,07	1,200	57,068	1,126
0,12	0,09	3,69	0,69	0,09	0,07	1,249	54,848	1,082
0,12	0,09	6,04	0,04	0,20	0,16	0,647	46,787	0,923
0,12	0,09	4,95	0,95	0,12	0,09	0,833	43,349	0,855
0,12	0,09	5,74	0,74	0,16	0,12	0,699	42,082	0,830
0,09	0,07	3,18	0,18	0,09	0,07	1,193	19,441	0,384
0,09	0,07	4,14	0,14	0,12	0,09	0,936	43,883	0,866
0,09	0,07	3,48	0,48	0,09	0,07	1,108	16,507	0,326
0,09	0,07	3,20	0,20	0,09	0,07	1,191	31,842	0,628
0,09	0,07	3,40	0,40	0,09	0,07	1,130	26,929	0,531
0,09	0,07	3,02	0,02	0,09	0,07	1,252	33,680	0,664
0,09	0,07	5,07	0,07	0,19	0,14	0,614	32,172	0,635
0,09	0,07	3,93	0,93	0,14	0,11	0,630	20,211	0,899
0,20	0,16	5,62	0,62	0,16	0,12	1,157	89,195	1,760
0,20	0,16	7,07	0,07	0,30	0,20	0,809	31,842	2,205

дой группы рассчитаны средние значения и на ЭВМ определены коэффициенты корреляции и расчетные теоретические уравнения. Результаты счета показали, что наибольшая корреляционная связь, равная 0,902, установлена для площади работ F, уравнение регрессии с наименьшим $\sigma = 0{,}0635$ имеет вид

$$Z_i^T = 1{,}316 \times 0{,}999^F. \qquad (37)$$

Значение Z_1 определялось как отношение $Z_i^Ф$ фактических к Z_i^T теоретическим, рассчитанным по уравнению (37) (табл. 37, графа 12). Выполненные расчеты показали, что Z_1 имеет слабую корреляционную связь с фоном до съемки $Ф_1$, причина этого — объединение в совокупность объектов работ с разными геолого-гидрогеологическими условиями. Исходя из этого, объекты работ по принципу аналогичных геолого-гидрогеологических условий разделены на три группы; а — артезианские бассейны; б — меж-

Данные для выявления корреляционной связи между стоимостью 1 км² информационными показателями по Узбекской ССР

Номер объекта	Изученность И	Площадь съемки, F, км²	Средняя глубина изучения r, м	Фон		Коэфф. буримости $K_б$	Коэфф. фильтрации К, м/сут	Средн. величина минерализации М, г/л
				до съемки $Ф_1$	после съемки $Ф_2$			
1	1	6100	500	1,735	0,904	4,86	0,61	4,95
2	1	5908	117	0,034	0,603	3,71	1,08	2,2
3	1	6480	569	1,91	0,752	5,8	1,01	3,11
4	1	6300	290	1,74	1,01	5,22	0,32	1,55
5	1	3000	310	2,54	1,917	4,80	14,7	8,94
6	1	6165	502	0,25	2,47	4	2,50	4,8
7	2	6040	500	0,095	0,655	3,40	6,59	8,8
8	1	6200	900	0,43	0,84	3,86	0,27	7,09
9	3	6432	640	0,19	0,86	3,69	1,51	6,58
10	3	5011	230	2,35	1,33	6,04	11,1	3,27
11	3	6020	610	1,91	1,52	4,95	1,86	4,9
12	3	5232	940	1,30	0,90	5,74	15,96	4,01
13	1	12142	355	0,045	0,5	3,18	3,22	13,84
14	2	12080	700	0,42	1,02	4,14	4,14	1,47
15	2	12136	1000	0,39	0,55	3,48	2,52	11,33
16	3	10419	800	0,31	0,63	3,20	7,5	5,42
17	3	10000	900	0,0015	0,55	3,40	3,46	30,05
18	3	11800	744	0,159	0,82	3,02	2,35	7
19	3	6936	500	1,42	0,48	5,07	4,73	2,34
20	3	6068	900	0,36	0,37	3,93	5,99	6,50
21	3	4086	647	4,35	1,53	5,62	5,99	1,21
22	3	3321	776	12,33	2,5	7,07	10,66	1,55

горные впадины и речные долины; в — горные массивы с прилегающими долинами и предгорьями. Рассчитанные для каждой группы средние значения $Z_1 i$ прокоррелированы с фоном до съемки $Ф_1$. В результате расчетов на ЭВМ установлено, что при коэффициенте корреляции 0,789 уравнение регрессии указанных факторов имеет вид

$$Z_1 = 1{,}0103 - 7{,}38 \cdot 10^{-2} Ф_1 + 5{,}368 \cdot 10^{-3} Ф_1^2 . \qquad (38)$$

В результате выполнения расчетов зависимости между коэффициентом приведения стоимости 1 км² съемочных работ ΔC и связанными с ним гидрогеолого-информационными факторами — фоном до $Ф_1$ и после съемок $Ф_2$, а также площадью работ F характеризуются уравнением

$$\Delta C = (1{,}242\, Ф_2 - 0{,}283\, Ф_2^2 - 6{,}19 \cdot 10^{-3}) \times (1{,}316 \cdot 0{,}999^F) \times$$
$$\times (1{,}0103 - 7{,}38 \cdot 10^{-2} Ф_1 + 5{,}368 \cdot 10^{-3} Ф_1^2) \pm \varepsilon_1. \qquad (39)$$

Таблица 34

среднемасштабных съемочных объектов и их геолого-гидрогеологическими,

Коэфф. водопроводимости km, м/сут	Глубина залегания водоупора h, м	Мощность водоупора m, м	Коэфф. вариации v, %	Коэфф. трансформации Т, доли единиц	Протяженность контуров Р, пог. км.	Относительная ошибка точности, t, %	Сметная стоимость, тыс. руб.	
							без временного строит. S	без временного строит., скорректированная на коэффициент к зарплате S_2
955,78	100	61,88	124	9,5	2284	27,73	439,991	174,588
1360,45	98,43	8,38	88,3	3,52	2088	14,72	244,062	106,215
802,56	51,4	89,4	62,7	0,32	1716	19,84	196,806	97,773
384	380	116,5	115,5	0,88	2826	24,08	266,185	119,863
7056	170	140	105,1	0,88	1502	22,41	206,000	94,595
9955,01	157	148,65	83	1,16	3882	20,75	436,500	183,330
7470,68	180	101,35	129	3,06	2818	38,86	390,671	162,050
108,4	200	160	124	0,67	698	29,3	397,558	173,573
1012,63	160	179,41	111,3	5,0	2817	31,9	411,654	172,894
30829,4	140	54	192,2	0,37	2994	30,02	240,954	114,694
342,39	280	38,2	115,5	0,57	7138	22,23	255,844	127,103
2202,48	90	120	101	1,13	6567,8	27,7	237,003	106,722
6014,67	112,2	88,05	65,5	2,44	11531	12,38	279,692	116,016
1329,35	50	30,5	128,9	0,8	5190	38,9	632,599	275,307
942,87	30	31,5	105,3	2,49	17244	24,5	228,433	97,038
900	40	33,5	124,3	1,4	1008	29,3	382,215	160,530
3495,25	63,04	263	106,9	0,86	4856	20,2	316,444	
4330,34	38,96	171,2	119,6	1,9	3602	25,5	452,659	190,116
2365	72,5	108	93,2	0,89	5201	16,8	251,865	105,7833
5391	40	100	103	2,52	5394	25,0	117,362	44,2689
3875,5	69,18	60,77	48,6	0,74	5848	12,15	355,912	185,074
19542,87	127	30	124	3,28	5642	14	360,283	187,347

Оценка адекватности полученной экономико-математической модели (определение ε_1) производилась по следующему способу. Для каждой группы по приуроченности объектов работ по геолого-гидрогеологическим условиям (а, б, в) определяли разность значений среднеарифметического и среднего квадратичного отклонения по формулам (23, 24). Затем по формуле (40) находим средние ошибки разности выборочных средних по каждой группе (μ_i)

$$\mu_i = \frac{\sigma_i}{\sqrt{n}} \qquad (40)$$

Предельная ошибка (ε_1) средней разности каждой группы рассчитывалась по формуле (41) с использованием таблиц Стьюдента для нахождения значений нормированных отклонений (t) при заданном доверительном уровне вероятности 0,95 и числе степеней свободы

$$\varepsilon_i = t_i \mu_i. \qquad (41)$$

Таблица 35

Корреляционная матрица коэффициентов корреляции между коэффициентом приведения (ΔC) 1 км² стоимости среднемасштабных съемок и гидрогеолого-информационными показателями для Узбекской ССР

Индекс коррелируемого показателя	Коэфф. приведения стоимости ΔC, доли един.	Скорректированная стоимость C_0, 1 км², руб.	Изученность И, пог. м/км²	Площадь съемок F, км²	Средняя глубина скважины R, м	Глубина изучения r, м	Фон до съемки Φ_1, пог. м/км²
S_2	0,420	0,42	0,033	0,165	0,315	0,174	0,178
S	0,334	0,332	0,008	0,039	0,324	0,104	0,06
S_1	0,249	0,249	0,079	0,160	0,232	0,091	0,07
t	—0,238	0,239	0,124	0,193	0,093	0,200	0,48
P	0,055	0,055	0,003	0,279	0,102	0,309	0,236
T	0,081	0,080	0,247	0,057	0,024	0,193	0,014
v	0,237	0,237	0,066	0,198	0,007	0,123	0,155
m	—0,143	0,14	0,212	0,042	0,107	0,29	0,338
h	0,478	0,012	0,259	0,339	0,028	0,273	0,017
km	0,202	0,232	0,223	0,286	0,079	0,183	0,317
M	—0,312	0,204	0,239	0,054	0,833	0,218	0,107
n	0,058	0,127	0,169	0,049	0,048	0,181	0,154
K	0,389	0,094	0,249	0,248	0,532	0,027	0,232
$K_б$	0,588	0,589	0,123	0,476	0,052	0,176	0,833
O	0,327	0,328	0,096	0,073	0,288	0,029	0,235
L	—0,243	0,242	0,024	0,58	0,258	0,063	0,212
Φ_2	0,730	0,730	0,047	0,403	0,196	0,066	0,358
Φ_1	0,560	0,560	0,015	0,44	0,164	0,067	1
r	0,014	0,014	0,55	0,241	0,329	1	
R	—0,215	0,215	0,273	0,153	1		
F	0,670	0,670	0,043	1			
И	0,025	0,025	1				
C_0	1,000	1					

Индекс коррелируемого показателя	Фон после съемки Φ_2, пог. м/км²	Объем бурения L, пог. м	Объем опытных работ О, бр-см	Коэфф. буримости пород $K_б$	Коэфф. фильтрации К, м/сут	Кол-во скважин n, шт.	Средняя величина минерализации М, г/л	Коэфф. водопроводимости K_m, м²/сут
S_2	0,285	0,49	0,33	0,01	0,345	0,16	0,47	0,08
S	0,275	0,107	0,38	0,150	0,361	0,211	0,39	0,130
S_1	0,287	0,618	0,53	0,21	0,29	0,043	0,35	0,004
t	0,061	0,222	0,07	0,47	0,161	0,121	0,04	0,23
P	0,048	0,040	0,05	0,25	0,018	0,106	0,002	0,103
T	0,103	0,145	0,238	0,160	0,159	0,129	0,028	0,32
v	0,230	0,07	0,010	0,207	0,055	0,03	0,02	0,73
m	0,239	0,046	0,03	0,29	0,046	0,046	0,010	0,13
h	0,245	0,018	0,07	0,205	0,252	0,13	0,133	0,035
km	0,346	0,164	0,44	0,285	0,03	0,034	0,139	1
M	0,192	0,255	0,29	0,105	0,54	0,072	1	
n	0,057	0,127	0,05	0,026	0,09	1		
K	0,090	0,375	0,135	0,32	1			
$K_б$	0,22	0,278	0,116	1				
O	0,489	0,464	1					
L	0,083	1						
Φ_2	1							

Индекс коррелируемого показателя	Глубина залегания водоупора h, м	Мощность водоупора m, м	Коэфф. вариации v, %	Коэфф. трансформации, т дол. ед.	Протяженность контуров P, пог. км	Относительная ошибка точности t, %	Сметная стоимость, тыс. руб. на выполненный объем: общая S_1	Сметная стоимость, тыс. руб. на выполненный объем: без времен. строит. S	Сметная стоимость, тыс. руб. без строительства: скорректиров. на коэфф. з/платы S_2
S_2	0,08	0,005	0,004	0,06	0,06	0,261	0,85	0,397	1
S	0,079	0,27	0,19	0,344	0,171	0,010	0,49	1	
S_1	0,08	0,109	0,06	0,129	0,167	0,32	1		
t	0,05	0,16	0,33	0,121	0,401	1			
P	0,206	0,09	0,015	0,149	1				
T	0,089	0,19	0,098	1					
v	0,19	0,05	1						
m	0,012	1							
h	1								

Таблица 36

Значения тесно связанных коэффициентов корреляции с коэффициентом приведения стоимости 1 км² съемочных работ по УзССР с гидрогеологическими и информационными факторами

Коррелируемый фактор	Коэфф. приведения стоимости 1 км² съемочн. работ ΔC, доли ед.	Скорректированная стоимость 1 км² съемочн. работ C_0, руб.	Площадь съемки F, км²	Средняя глубина скважин R, м	Фон до съемки Φ_1, пог. м/км²	Объем опытных работ O, бр/см	Мощность водоупора m, пог. м
Фон до съемки Φ_1	0,56	0,805					
Площадь съемки F	0,67	0,612					
Категория пород $K_б$	0,588	0,589			0,833		
Фон после съемки, Φ_2	0,73	0,568					
Объем бурения L	—	—	0,53				
Коэффициент фильтрации К	—	—	—	0,532			
Минерализация подземных вод М	—	—	—	0,833			
Коэффициент трансформации карт Т	—	—	—	—		0,53	0,85

Результаты расчетов приведены ниже:

	Группа объектов		
	а	б	в
a_i	0,178	0,023	0,189
σ_i	0,102	0,067	0,412
μ_i	0,036	0,019	0,291
t_i	2,365	2,01	12,706
ε_i	0,065	0,042	3,697

Параметры экономико-математической модели нормированной удель

Номер объекта	Уравнение	Среднеквадратичное отклонение	Теоретическое значение	$Z=\frac{\Delta C_i^{\Phi}}{\Delta C_i^{T}}$	Группировка	Корреляция		Уравнение
						F	Φ_1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$\Delta C^{T}=-6{,}19\cdot10^{-3}+1{,}242\,\Phi_2-0{,}283\Phi_2^2$	1,089	0,749	0,189	II	0,9015	0,417	$Z_i^{T}=1{,}316\times0{,}999^{F}$
2			0,640	1,075	II			
3			0,768	0,757	II			
4			0,959	0,825	II			
5			1,885	0,936	II			
6			1,335	0,909	III			
7			0,686	1,577	II			
8			0,837	1,345	II			
9			0,853	1,268	II			
10			1,145	0,806	II			
11			1,228	0,696	II			
12			0,882	0,941	II			
13			0,544	0,706	I			
14			0,966	0,896	I			
15			0,591	0,552	I			
16			0,664	0,946	I			
17			0,597	0,889	I			
18			0,322	0,808	I			
19			0,525	1,210	II			
20			0,415	0,961	II			
21			1,232	1,429	III			
22			1,330	1,116	III			

Полученные значения предельной ошибки составляют от 0,042 до 3,7. Максимальные величины ее характерны для объектов работ, охватывающих горные массивы с прилегающими долинами и предгорьями. Поскольку величина предельной ошибки в этом случае намного больше получаемых значений для конкретных объектов работ, то использовать составленную модель можно в виде исключения. Однако эта модель вполне применима для объектов работ, охватывающих артезианские бассейны, межгорные впадины и речные долины. Для этих геолого-гидрогеологических условий величина предельной ошибки незначительна (0,042—0,065) и общий вид расчетного уравнения нормированной удельной стоимости 1 км² съемочных работ среднего масштаба объектов Узбекской ССР характеризуется зависимостью

$$C=\frac{50{,}68}{\gamma}(1{,}242\,\Phi_2-0{,}283\,\Phi_2^2-6{,}19\cdot10^{-3})\cdot(1{,}316\cdot0{,}999^{F})\cdot$$
$$(1{,}0103-7{,}38\cdot10^{-2}\Phi_1+5{,}368\cdot10^{-3}\Phi_1^2)\pm(0{,}042\div0{,}065) \quad (42)$$

$$\gamma=1-\alpha\frac{\Delta N}{N_D}+b(a-1).$$

Таблица 37

ной стоимости 1 км² среднемасштабных съемок для Узбекской ССР

Среднеквадратичное отклонение	Теоретическ. значение	$z_1 = \frac{z_i^{\Phi}}{z_{i1}^{T}}$	Группировка по Z_1	Средн. значение по Z_1	Коэфф. корреляции	Уравнение	Среднеквадратичное отклонение
10	11	12	13	14	15	16	17
0,0685	1,011	0,790	б	0,795	0,789	$Z_1^T = 1{,}0103 - 7{,}38 \cdot 10^{-2}\Phi_1 + 5{,}368 \cdot 10^{-3}\Phi_1^2$	0,194
	1,019	1,009	а	0,994			
	0,995	1,034	б	0,795			
	1,002	1,027	б	0,795			
	1,156	1,003	б	0,795			
	1,008	1,021	а	0,994			
	1,014	1,015	а	0,994			
	1,007	1,022	а	0,994			
	0,997	1,032	а	0,994			
	1,059	0,972	б	0,795			
	1,014	1,015	б	0,795			
	1,050	0,981	б	0,795			
	0,779	1,00	а	0,994			
	0,781	1,023	а	0,994			
	0,779	1,00	а	0,994			
	0,839	0,953	а	0,994			
	0,854	0,936	а	0,994			
	0,790	1,011	а	0,994			
	0,975	1,055	б	0,795			
	1,012	1,017	а	0,994			
	1,103	1,052	в	1,273			
	1,140	1,018	в	1,273			

Для проверки достоверности полученного уравнения (42) выполняется расчет для одного объекта работ, по которому удельная стоимость 1 км² равна 76,4 руб. $\Phi_1 = 0{,}048$; $\Phi_2 = 4{,}79$; $F = 5187$ км².

$$C = \frac{50{,}68}{1 - 0{,}53\,\frac{0{,}50}{1{,}65} \div 0{,}017\,(1{,}27 - 1)}\,(-0{,}55)\cdot(-2{,}075) \times$$

$$\times\, 1{,}0075 = 65{,}15 \text{ руб.}$$

Процент ошибки составляет $\frac{76{,}4 - 69{,}15}{76{,}4} = 9{,}05\,\%$, что вполне приемлемо для составленной модели.

Составление экономико-математической модели нормированной удельной стоимости 1 км² съемочных работ среднего масштаба показало, что полученный процент ошибки изменяется в значительных пределах. Это обусловлено включением в анализируемую совокупность объектов с разными способами выполнения работ (полистная, групповая, комплексная групповая). Кроме

Таблица 38

Значение коэффициентов корреляции между гидрогеологическими, информационными и экономическими факторами по территории Узбекской ССР для среднемасштабных съемок

Полистных

ΔC^-: $R = 0{,}47$; $\Phi_2 = 0{,}59$; $M = 0{,}76$; $S_2 = 0{,}72$

C_0^-: $R = 0{,}58$; $\Phi_2 = 0{,}59$; $M = 0{,}79$; $S_2 = 0{,}73$

S_2^-: $R = 0{,}74$; $K_б = 0{,}62$; $S_1 = 0{,}87$; $S = 0{,}98$; $\Delta C = 0{,}72$

S^-: $R = 0{,}67$; $\Phi_1 = 0{,}63$; $K_б = 0{,}66$; $S_1 = 0{,}86$; $\Delta C = 0{,}71$

$P - n = 0{,}58$

$n - K_б = 0{,}68$

S_1^-: $L = 0{,}65$; $K_б = -0{,}54$; $C_0 = 0{,}75$; $\Delta C = 0{,}56$

t^-: $n = 0{,}87$; $Co = 0{,}61$

M^-: $\Phi_2 = 0{,}74$; $K_б = -0{,}52$; $\Delta C = 0{,}79$

k^-: $n = 0{,}77$; $K = 0{,}49$

km^-: $L = 0{,}89$; $\Delta C = 0{,}79$

$K_б - R = 0{,}86$

$0 - L = 0{,}78$

$r = F = 0{,}69$

Групповых

ΔC^-: $\Phi_2 = 0{,}72$; $T = -0{,}67$; $t = 0{,}63$; $S_1 = 0{,}79$

C_0^-: $\Phi_2 = 0{,}72$; $T = 0{,}67$; $t = 0{,}63$; $S_1 = 0{,}79$

S_2^-: $n = 0{,}85$; $R = -0{,}57$; $\Phi_2 = 0{,}97$; $L = 0{,}86$; $T = -0{,}58$; $t = 0{,}64$; $S_1 = 0{,}99$

S_1^-: $R = -0{,}53$; $\Phi_2 = 0{,}98$; $L = 0{,}80$; $0 = 0{,}52$; $T = -0{,}56$; $t = 0{,}64$

m^-: $n = 0{,}65$; $r = -0{,}56$; $m = 0{,}71$

n_-: $n = -0{,}83$; $r = -0{,}80$; $km = 0{,}58$

$t - F = 0{,}69$

k^-: $n = 0{,}58$; $F = -0{,}63$; $L^+ = -0{,}51$; $0 = -0{,}53$

L^-: $n = 0{,}50$; $F = 0{,}82$; $R = -0{,}60$; $\Phi_2 = 0{,}86$

$P-$: $n = -0{,}81$; $T = 0{,}53$

$0-$: $\Phi_2 = 0{,}57$; $L = 0{,}55$

$T-$: $r = -0{,}52$; $n = -0{,}59$

$R - n = -0{,}70$

$F - n = -0{,}76$

$n - K_б = -0{,}51$

$K_б - \Phi_1 = 0{,}93$

того, съемочные объекты работ охватывают территорию с разными геолого-гидрогеологическими условиями.

Рассчитанное уравнение нормированной удельной стоимости 1 км² съемочных работ зависит только от факторов, предопределяющих общие условия проектирования (фон до и после съемки, площадь работ), и не учитывает конечные геологические результаты, изменчивость изучаемой среды, специфические особенности гидрогеологических условий объектов работ. Полученные данные послужили основой для составления отдельных экономико-математических моделей объектов съемочных работ для полистных и групповых способов выполнения съемок. Методика составления этих моделей аналогична по приемам и способам обобщению материалов и последовательности выполнения расчетов для объектов по Узбекской ССР.

Таблица 39

Расчетные уравнения нормированной удельной стоимости 1 км² среднемасштабных съемочных работ в Узбекской ССР

Вид съемок	Расчетные уравнения
В целом по УзССР	$C = \frac{50,68}{\gamma}(1,242\,\Phi_2 - 6,19\cdot10^{-3} - 0,283\,\Phi_2^2)(1,316 \times 0,999^F)(1,0103 - 7,38\cdot10^{-2}\Phi_1 + 5,368\cdot10^{-3}\Phi_1^2) \pm (0,042 \div 0,065)$ при $в_р = 0,0996$ (42)
Полистные	$C = \frac{50,68}{\gamma}(2,15 - 0,0239\,S_2 + 9,7\cdot10^{-5}\,S_2^2) \pm 0,16$ при $в_р = 0,1047$ (43)
	$C = \frac{50,68}{\gamma}(0,499 + 0,119\,M - 4,57\cdot10^{-3}\,M^2)(0,405 + 5,07 \times 10^{-3}R - 9\cdot10^{-6}R^2) \pm 0,36$ при $в_р = 0,1047$ (44)
Групповые	$C = \frac{50,68}{\gamma}(0,388 - 1,77\cdot10^{-4}S_1 + 1\cdot10^{-6}S_1^2) \pm 0,0598$ при $в_р = 0,0882$ (45)
	$C = \frac{50,68}{\gamma}(0,6531 - 1,0012\,\Phi_2 + 1,1898\,\Phi_2^2)(1,325 - 0,1796\,T - 0,088T^2)\cdot(9,82\cdot10^{-2}t - 0,3979 - 15,59\cdot10^{-3}t^2) \pm 0,52$ при $в_р = 0,0882$ (46)
	$\gamma = 1 - \alpha\frac{\Delta N}{N_2} + b\,(a - 1)$

Для полистных съемочных объектов произведены расчеты и на их основе составлена корреляционная матрица. Полученная из нее выборка (табл. 38) показала, что с коэффициентом приведения удельной стоимости 1 км² съемочных работ связано четыре фактора: один экономический (скорректированная сметная стоимость на коэффициенты к зарплате) и три геолого-информационных (фон после съемки, средняя величина минерализации и средняя глубина скважин). С коэффициентом приведения стоимости 1 км² съемочных работ (ΔC) связана средняя величина минерализации М и фон после съемки. Но так как эти параметры взаимосвязаны, то предпочтение отдается гидрогеологическому фактору М, а связью ΔC с Φ_2 можно пренебречь. Экономико-математические модели составлялись для связи приведенной удельной стоимости 1 км² полистных среднемасштабных съемочных работ с минерализацией и средней глубиной скважин.

Анализ материалов и обработка на ЭВМ данных групповых среднемасштабных съемок позволили установить наличие взаимосвязи между 46 факторами (табл. 38). Однако со значениями удельной стоимости 1 км² съемочных работ, как и с коэффициентом приведения, оказались связанными всего лишь 4 фактора. Для них выполнялись расчеты по составлению экономико-математических моделей. Сведения о полученных расчетных уравнениях для среднемасштабных полистных и групповых съемок приведены в табл. 39.

Экономико-математические модели для крупномасштабных комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических съемочных объектов

Обобщение и анализ материалов по результатам крупномасштабных съемок позволили установить, что для составления мо-

Исходные данные и последовательность расчетов приведения крупносъемок по Узбекской ССР к единым условиям

Номер объекта	Сметная стоим. работ без временного строит., руб.	Средняя глубина скважин, R, м	Фонд заработной платы буровых работ α	Коэффициент к зарплате		Затраты на бурение b, руб.	Средняя категория	
				общ.	принятый для приведения		$K_б$	ΔK
1	330052	65	0,58	1,45	1,15	35089	4,35	0,35
2	506283	36	0,53	1,50	1,15	37142		
3	254400	36	0,45	1,15	1,15	24805		
4	257501	20	0,51	1,30	1,15	29623		
5	155911	37	0,47	1,25	1,15	17415		
6	167207	66	0,47	1,25	1,15	9180		
7	342800	25	0,55	1,60	1,15	31102		
8	186493	26	0,53	1,50	1,15	20851		
9	425645	43	0,52	1,40	1,15	24399		
10	253739	18	0,55	1,65	1,15	13753		
11	389634	25	0,55	1,65	1,15	23562		
12	253495	43	0,52	1,40	1,15	14091		
13	254982	57	0,49	1,35	1,15	32780		
14	404941	32	0,49	1,35	1,15	24480		
15	215288	31	0,48	1,30	1,15	15894		
16	187810	35	0,49	1,25	1,15	20503		
17	486137	80	0,51	1,50	1,15	46471		
18	253264	72	0,51	1,35	1,15	22649		
19	560614	59	0,50	1,45	1,15	41136		
20	662850	51	0,49	1,35	1,15	80706		
21	372468	66	0,49	1,35	1,15	36502		
22	99327	41	0,34	1,15	1,15	15842		
23	144022	87	0,45	1,15	1,15	15446		
24	532720	57	0,45	1,15	1,15	25859		
25	966037	38	0,48	1,15	1,15	76035		
26	529210	43	0,43	1,15	1,15	99486		
27	465290	41	0,45	1,15	1,15	72183		
28	700804	80	0,45	1,15	1,15	15950		

дели по территории Узбекской ССР может быть использовано 28 объектов. Основные экономические, геолого-гидрогеологические и информационные показатели приведены в табл. 40, 41. На основе этих данных и использования информации, приведенной в табл. 16, произвели расчет коэффициентов корреляции для крупномасштабных съемочных объектов Узбекистана. Результаты расчета на ЭВМ БСЭМ-4 приведены ниже:

	Кол-во скважин, n	*Категория горных пород* $K_б$	*Объем бурения Z*	*Фон после съемки* $Ф_2$
Коэфф. приведения к средним значениям		0,620		
Скорректированная стоим. I км² съемки		0,528		
Площадь съемки			0,826	0,504
Объем бурения	0,603			

Таблица 40

масштабных комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических объектов

Норма времени по средней категории		Средняя категория по объектам		Норма времени по объектам		Средн. стоим. 1 кв. км $\overline{C}$, руб.	Коэффициент приведения объектов работ по условиям бурения а, руб.	Скорректированная стоимость C_{0i}, 1 км² съемки, руб.	Коэфф. приведения к средним значениям $\Delta C = \frac{C_{0i}}{\overline{C}}$
$в_2$	$в_1$	$K_б'$	$\Delta K'$	$в_2'$	$в_1'$				
0,12	0,09	2,58	0,58	0,06	0,04	263,44	1,948	158,755	0,603
		3,095	0,095	0,08	0,06		1,624	202,953	0,77
		3,20	0,20	0,09	0,07		2,358	387,862	1,47
		3,23	0,23	0,08	0,06		1,556	235,263	0,89
		2,92	0,92	0,07	0,05		2,469	175,659	0,67
		2,98	0,98	0,07	0,05		1,444	183,185	0,69
		2,49	0,49	0,06	0,04		2,018	133,835	0,51
		3,12	0,12	0,08	0,06		1,611	220,295	0,84
		2,65	0,65	0,06	0,04		1,896	272,696	1,04
		2,97	0,97	0,06	0,04		1,692	276,259	1,05
		2,87	0,87	0,06	0,04		1,751	228,066	0,87
		3,12	0,12	0,08	0,06		1,611	239,046	0,91
		6,38	0,38	0,20	0,16		0,574	274,499	1,04
		5,3	0,3	0,16	0,12		0,761	301,805	1,15
		4,6	0,6	0,12	0,09		0,931	245,037	0,93
		3,5	0,5	0,09	0,07		1,256	231,946	0,8
		2,69	0,69	0,07	0,05		1,575	259,737	0,99
		3,95	0,95	0,08	0,06		1,262	266,771	1,01
		3,55	0,55	0,09	0,07		1,241	244,001	0,93
		3,8	0,8	0,09	0,07		1,169	256,482	0,97
		6,4	0,4	0,24	0,19		0,479	326,282	1,24
		5,83	0,83	0,23	0,17		0,457	235,853	0,84
		7,07	0,07	0,30	0,20		0,486	450,665	1,71
		6,61	0,61	0,21	0,17		0,517	472,668	1,79
		5,54	0,54	0,15	0,11		0,764	259,284	0,98
		6,71	0,71	0,20	0,16		0,533	201,099	0,76
		6,61	0,61	0,21	0,17		0,517	367,858	1,39
		5,53	0,53	0,16	0,12		0,712	267,653	1,02

Данные для выявления корреляционной связи между стоимостью 1 км² ческих съемочных объектов и их геолого-гидрогеологическими информацион-

Номер объекта	Площадь съемки F, км²	Средняя глубина изучения r, м	Фон		Категория горных пород $K_б$	Коэфф. фильтрации К, м/сут	Средняя величина минерализации М, г/л
			до съемки $Ф_1$, пог. м/км²	после съемки $Ф_2$, пог. м/км²			
1	2000	93,6	3,22	5,92	2,58	5,54	5,22
2	2300	90,2	12,33	5,69	3,095	6,59	8,84
3	1100	131,2	0,65	9,46	3,20	9,84	3,34
4	2200	99,3	0,94	6,72	3,23	19,56	5,62
5	900	118,2	1,32	4,53	2,92	21,78	7,49
6	900	127,3	5,70	4,48	2,98	22,28	4,7
7	2400	99,1	0,15	4,04	2,49	15,2	7,95
8	800	99,6	5,77	6,14	3,12	2,56	7,23
9	1500	72,2	6,44	7,5	2,65	4,26	44,52
10	800	60	0,15	5,25	2,97	13,2	3,82
11	1500	81,6	6,2	5,3	2,87	20	6,76
12	1000	70	12,3	5,2	3,12	5,42	8,84
13	810	171,8	0,14	18,2	6,38	13,15	3,89
14	1225	178,1	0,53	8,04	5,3	14,4	4,18
15	825	107,3	0,22	7,98	4,6	10,75	6,48
16	800	107	0,5	5,86	3,5	10,72	4,47
17	1750	198	8,89	6,76	2,69	8,26	9,46
18	900	82,4	1,39	7,80	3,95	12,79	3,87
19	2100	203	6	6,39	3,55	11,06	9,28
20	2450	173,3	1,2	5,04	3,8	13,28	4,73
21	1000	310	0,5	6,64	6,4	10,72	5,14
22	384,5	681,5	0,72	10,67	4	5,6	2,57
23	302	206,8	34,7	12,9	7,07	10,73	3,41
24	1100	253	8	11,01	6,61	7,64	1,41
25	3655	100	2,32	3,78	5,54	15,02	0,9
26	2400	206,8	4,0	4,59	6,71	50,21	1,15
27	1170	262	8,21	3,96	6,61	20,6	2,0
28	2600	200	2,32	4,04	5,6	50,00	1,01

Из этих данных следует, что коэффициент приведения стоимости 1 км² съемочных работ корреляционно связан с одним независимым фактором — категорией горных пород. Остальные геолого-информационные факторы, хотя коррелируются между собой, не связаны с ΔC, поэтому исключаются из анализа. Ввиду этого составление экономико-математической модели для крупномасштабных съемочных объектов по Узбекской ССР производится по категории буримости пород. Расчетами на ЭВМ получен коэффициент корреляции 0,620. Уравнение регрессии с наименьшим среднеквадратичным отклонением 1,45 имеет вид

$$\Delta C = 0{,}869 - 0{,}059\,K_б + 0{,}019\,K_б^2. \qquad (47$$

Таблица 41

крупномасштабных комплексных гидрогеологических и инженерно-геологиными показателями по Узбекской ССР

Коэфф. водопроводимости, км, м²/сут	Глубина залеган. до водоупора h, м	Мощность водоупоров, m, км	Коэфф. вариации v, %	Коэфф. трансформации Т, доли един.	Протяженность контуров Р, пог. км	Относительная ошибка точности t, %	Сметная стоимость на выполненный объем работ, руб.
172,13	74	17,97	64	45,30	20929	7,6	340095
132	84,96	16,2	103,3	129,1	40666,5	1,86	526948
323,09	164	11,5	110,9	32,80	19190	6,9	265653
566,7	110	25	36,43	38,23	14908,5	3,5	266900
675,48	100,2	22,9	108	29,36	14681,5	6,3	182415
635,77	75,6	53,2	77,8	28,63	10806	5,2	202630
458,82	155	25	89,3	26,26	16044,5	6,1	358397
39,7	71,65	18,35	92,08	30,71	5066,7	6,4	215528
123,41	75	25	97,7	37,6	14000	7,0	448286
7432,48	31,6	5	111,6	25	3665	4,2	272563
778,31	52	8	110,6	30,5	4104,2	6,3	425941
127,7	25	4,7	110	28	3535	6,2	339646
1141,77	143,4	87	89,3	20,33	8334,5	3,5	460576
1071,12	101,7	45	95,3	35,87	15063,9	2,5	404940
456,94	38,94	9,15	77,7	18,67	8251,0	5,6	215290
378,87	28	8	57,9	47,15	5422	6,7	187810
1375,29	119,73	15,4	75,8	31,42	20736	3,6	486137
550,25	51,0	58,5	100,3	44,49	260025,5	5,8	262237
1271,47	193	10	76,4	25	9248,5	4,0	564452
977,79	217,5	15	91,5	30	10400	3,9	672662
378,87	100	50	57,9	50	9604,5	2,3	378636
701,3	162,21	16	125,9	28,76	9491,4	6,1	99327
702,9	162	16	125,9	18,67	5658,1	3,9	174947
355,21	113,75	16,25	105,9	15,93	27871,5	4,7	532720
2000	11,5	12,5	67,39	18	11000	6,0	990846
3358,05	92	15,5	95,5	10,69	23994	3,3	529210
4000	11,3	12,4	67,2	53,44	14430,0	4,4	465290
2500	10,8	13,1	66,7	20	12000	7,0	737800

Процент ошибки составленной экономико-математической модели равен 0,549. Значительная величина его и малое количество взаимосвязанных факторов указывает на то, что в выбранную совокупность (табл. 40, 41) включены объекты с разными геолого-гидрогеологическими условиями. Анализ фактического материала по крупномасштабным комплексным гидрогеологическим и инженерно-геологическим съемочным объектам позволил разделить их на три самостоятельные группы. В первой проводились съемки в низовьях р. Амударьи, занимающие западные части Сырдарьинского и Амударьинского гидрогеологических районов. Здесь глубина залегания до регионального водоупора не превышает 100 м. Во вторую включены съемочные объекты, рас-

Таблица 42

Значение коэффициентов корреляции между гидрогеологическими, информационными и экономическими факторами для крупномасштабных съемок

Низовья р. Амударьи

ΔC— $K_б = 0{,}523$; $\Phi_2 = 0{,}835$

k— $m = 0{,}507$

Φ_2—$n = 0{,}572$

C_0— $K_б = 0{,}528$; $\Phi_2 = 0{,}836$; $\Phi_1 = 0{,}846$

L—$n = 0{,}522$

$m = 0{,}572$

$n = 0{,}694$

Φ_1—$n = 0{,}524$

O—$k = 0{,}502$

F— $P = 0{,}664$; $K_б = 0{,}596$; $O = 0{,}544$; $L = 0{,}851$

O— $P = 0{,}573$; $M = 0{,}698$

n— $P = 0{,}546$; $m = -0{,}507$

M— $\Theta = 0{,}967$; $n = 0{,}986$

Амударьинский гидрогеологический район

ΔC— $t = 0{,}79$; $m = 0{,}592$; $K_б = 0{,}724$; $r = 0{,}693$

r—$t = 0{,}839$

F— $h = 0{,}844$; $km = 0{,}619$; $M = 0{,}503$; $L = 0{,}799$; $\Phi_1 = 0{,}565$

C_0— $t = 0{,}784$; $m = 0{,}602$; $r = 0{,}686$

R— $n = 0{,}678$; $\Phi_1 = 0{,}622$

Φ_1— $km = 0{,}677$; $M = 0{,}888$; $K = 0{,}630$; $K_б = 0{,}639$; $L = 0{,}643$

L— $t = 0{,}649$; $h = 0{,}823$; $K = 0{,}914$; $M = 0{,}579$

km—$n = 0{,}708$

$K_б$— $t = 0{,}507$; $m = 0{,}739$; $M = 0{,}555$

O—$m = 0{,}694$

v—$P = 0{,}506$

K— $T = 0{,}685$; $m = 0{,}510$; $M = 0{,}555$

M—$m = 0{,}583$

Φ_2— $K_б = 0{,}601$; $O = 0{,}879$

h— $t = 0{,}555$; $km = 0{,}503$

Приташкентский, Ферганский гидрогеологические районы

ΔC $K = 0{,}586$; $O = 0{,}573$; $\Phi_1 = 0{,}595$; $r = 0{,}679$; $F = 0{,}535$

r— $v = 0{,}576$; $h = 0{,}576$; $O = 0{,}707$; $L = 0{,}581$; $\Phi_2 = 0{,}627$

R— $n = 0{,}708$; $L = 0{,}550$; $r = 0{,}662$

M— $v = 0{,}732$; $h = 0{,}712$

n— $v = 0{,}693$; $m = 0{,}637$; $h = 0{,}648$; $km = 0{,}516$; $M = 0{,}699$

C_0— $P = 0{,}737$; $K = 0{,}54$; $O = 0{,}572$; $\Phi_1 = 0{,}595$; $r = 0{,}678$; $F = 0{,}537$

F— $v = 0{,}766$; $m = 0{,}634$; $h = 0{,}754$; $M = 0{,}864$; $n = 0{,}793$; $K = 0{,}539$; $L = 0{,}679$; $\Phi_2 = 0{,}926$; $\Phi_1 = 0{,}804$; $r = 0{,}523$; $R = 0{,}621$

Φ_1— $t = 0{,}504$; $M = 0{,}748$; $n = 0{,}537$; $O = 0{,}60$; $\Phi_2 = 0{,}579$

Φ_2 $P = 0{,}698$; $v = 0{,}917$; $m = 0{,}833$; $h = 0{,}905$; $K = 0{,}862$; $M = 0{,}751$; $n = 0{,}745$; $K = 0{,}664$

K $P = 0{,}740$; $km = 0{,}665$; $M = 0{,}551$

L— $v = 0{,}870$; $m = 0{,}72$; $h = 0{,}859$; $km = 0{,}557$; $M = 0{,}897$; $n = 0{,}9$

O— $R = 0{,}655$; $v = 0{,}538$; $h = 0{,}515$; $km = 0{,}541$

h— $\begin{cases} v = 0{,}99 \\ m = 0{,}94 \end{cases}$ m— $\begin{cases} t = 0{,}41 \\ v = 0{,}93 \end{cases}$ km $\begin{cases} v = 0{,}73 \\ m = 0{,}68 \\ h = 0{,}72 \end{cases}$ O— $\begin{cases} M = 0{,}501 \\ n = 0{,}867 \end{cases}$ $К_б$—$t = 0{,}75$

Таблица 43

Уравнения нормированной удельной стоимости 1 км² крупномасштабных комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических съемок по территории Узбекской ССР

Для республики в целом

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(0{,}869 - 0{,}059К_б + 0{,}019К_б^2) \pm 0{,}549 \text{ при } в_р = 0{,}1005 \quad (48)$$

Для низовьев р. Амударьи

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(0{,}3451 \cdot 1{,}1613^{\Phi_2})\,(10.887К_б - 14{,}948 - 1{,}845К_б^2) \pm 0{,}104$$

$$\text{при } в_р = 0{,}0602 \quad (49)$$

Для Амударьинского гидрогеологического района

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(0{,}733 + 0{,}0632К_б)\,(0{,}9023 \cdot 1{,}0006^r)\,(0{,}9274 + 0{,}0062m -$$

$$- 7{,}3 \cdot 10^{-5}m^2) \pm 0{,}102 \text{ при } в_р = 0{,}1071 \quad (50)$$

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}\left(0{,}733 + \frac{1{,}057}{t}\right)(0{,}9669 + 10^{-3}m) \pm 0{,}007 \text{ при } в_р = 0{,}1071 \quad (51)$$

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(0{,}7334 + 0{,}0632К_б)\,(0{,}9023 \cdot 1{,}0006^r) \pm 0{,}021 \text{ при } в_р = 0{,}1071 \quad (52)$$

Для Ферганского и Приташкентского гидрогеологических районов

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(2 - 0{,}3365\Phi_2 + 0{,}0249\Phi_2^2)\left(1{,}612 - \frac{3{,}577}{К_б}\right) \pm 0{,}197$$

$$\text{при } в_р = 0{,}1735 \quad (53)$$

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(2{,}999 - 0{,}9449К_б + 0{,}106К_б^2)\,(1{,}113 - 0{,}00007^F) \pm 0{,}272$$

$$\text{при } в_р = 0{,}1735 \quad (54)$$

$$C = \frac{263{,}440}{\gamma}(2{,}999 - 0{,}949К_б + 0{,}106К_б^2)\,(1{,}0841 + 0{,}0029К_ф -$$

$$- 0{,}0003К_ф^2) \pm 0{,}061 \text{ при } в_р = 0{,}1735 \quad (55)$$

$$C = \frac{263{,}44}{\gamma}(0{,}6859 + 0{,}1226\Phi_1 - 0{,}0027\Phi_1^2)\,(1{,}6949К_ф^{-0{,}2169}) \pm 0{,}015$$

$$\text{при } в_р = 0{,}1735 \quad (56)$$

положенные в Каршинской степи, Бухарском оазисе Амударьинского гидрогеологического района. Глубина залегания регионального водоупора изменяется от 100 до 300 м и более. Третья охватывает объекты в пределах Ферганского и Приташкентского районов, характеризующихся отсутствием регионального водоупора либо значительной глубиной залегания (более 300 м).

Полученные для составления экономико-математических моделей корреляционные матрицы приведены в табл. 42. Составляемые на их основе расчетные уравнения нормированной удельной стоимости 1 км² крупномасштабных съемочных работ приведены в табл. 43.

Экономико-математические модели для поисково-разведочных работ

Поисково-разведочные работы в Узбекистане проводились на разных промышленных типах месторождений подземных вод:

Исходные данные и последовательность расчетов приведения к единым сумме категорий A+B+C_1 для речных долин,

Номер объекта	Стоимость без временного строительства S_1, руб	Кол-во запасов Q, тыс. м³/сут	Фонд зарплаты α	Коэффициенты к зарплате		Затраты на бурение b, руб.	Норма времени средняя
				N_2	N_1		
1	213607	589,59	0,48	1,15	1,15	70466	0,1756
2	208039	317,952	0,48	1,15	1,15	51518	
3	194567	79	0,48	1,15	1,15	117997	
4	102518	119,2	0,48	1,15	1,15	14950	
5	276355	155,52	0,45	1,15	1,15	62497	
6	113179	14,51	0,48	1,15	1,15	29739	
7	78404	108,064	0,48	1,15	1,15	14892	
8	131847	32,659	0,45	1,30	1,15	27279	
9	52463	55,2	0,45	1,15	1,15	5808	
10	424426	78,73	0,45	1,25	1,15	81793	
11	46138	91,411	0,48	1,15	1,15	8618	
12	74280	62,210	0,48	1,15	1,15	30182	
13	93050	112,3	0,48	1,15	1,15	25911	
14	158811	58	0,45	1,15	1,15	32294	
15	258847	700,9	0,48	1,15	1,15	88066	
16	220494	67,39	0,45	1,15	1,15	96771	
17	123847	160,7	0,48	1,15	1,15	24447	
18	133475	104,0	0,45	1,15	1,15	25882	
19	90889	233,24	0,48	1,15	1,15	10566	
20	372882	896,83	0,48	1,15	1,15	33671	
21	180467	895,96	0,45	1,15	1,15	28039	
22	89676	58,74	0,45	1,15	1,15	28956	
23	386000	419,386	0,45	1,15	1,15	100451	
24	172621	407,81	0,48	1,15	1,15	10566	
25	903443	485,43	0,45	1,15	1,15	33671	
26	88820	25,92	0,48	1,15	1,15	11232	
27	425610	460,512	0,45	1,15	1,15	204659	
28	332682	52,272	0,48	1,15	1,15	94769	
29	494410	321,85	0,48	1,15	1,15	128072	

речных долинах, трещинно-карстовых водах карбонатных пород, артезианских бассейнах геосинклинального типа, конусах выноса предгорных шлейфов, трещинно-жильных водах зон тектонических нарушений. По горно-геологическим и организационно-техническим условиям указанные типы промышленных месторождений объединяются в три вида: долины рек и предгорья, артезианские бассейны, месторождения подземных вод в скальных палеозойских породах. Выполненный сбор, анализ и обобщение данных по технико-экономическим показателям объектов работ показали наличие недостаточного количества материалов по месторождениям подземных вод в палеозойских породах. Поэтому экономико-математические модели составлялись для речных долин, конусов выноса, предгорных равнин по сумме категорий $A+B+C_1$ и $A+B+1/3\ C_1$.

Модель для разведанных запасов подземных вод по сумме категорий $A+B+C_1$ рассчитана на основе данных 29 объектов поисково-разведочных работ, исходные параметры которых приве-

Таблица 44

условиям стоимости 1 м³/сут разведанных запасов подземных вод по конусов выноса, предгорных равнин Узбекской ССР

Номер объекта	Средняя категория по объектам		Норма времени по объектам		Скорректированная сметная стоим. на коэффиц. к зарплате, глубинам скважин, C_0	Коэффициент приведения к средним значениям $\Delta C=\frac{C_0}{\overline{C}}$
	$K_б^в$	$\Delta K_*^в$	B_2'	B_1'		
1	8,07	0,07	0,39	0,22	0,3331	0,0814
2	6,35	0,35	0,14	0,11	0,7282	0,1781
3	5,85	0,85	0,10	0,07	3,7147	0,9083
4	6,56	0,56	0,14	0,11	0,9083	0,2220
5	6,7	0,70	0,15	0,11	1,8865	0,4613
6	7,63	0,63	0,21	0,13	7,7454	1,8938
7	5,1	0,1	0,10	0,08	0,5586	0,1366
8	3,67	0,67	0,06	0,04	5,7402	1,4085
9	5,26	0,26	0,11	0,08	1,0555	0,2581
10	6,54	0,54	0,16	0,12	5,4455	1,3315
11	5,6	0,6	0,11	0,08	0,5786	0,1415
12	9,84	0,84	0,68	0,39	0,8436	0,2063
13	7,92	0,92	0,22	0,14	0,7880	0,1927
14	5,65	0,65	0,11	0,08	3,1655	0,7740
15	7,29	0,29	0,23	0,15	0,3707	0,0906
16	6,97	0,97	0,14	0,11	3,6489	0,8922
17	7,36	0,36	0,22	0,14	0,7771	0,1900
18	6,73	0,73	0,16	0,12	1,3270	0,3245
19	6,29	0,29	0,14	0,11	0,4098	0,1002
20	6,37	0,37	0,14	0,11	0,4347	0,1063
21	5,76	0,76	0,11	0,08	0,2542	0,06215
22	8,17	0,17	0,44	0,25	1,4668	0,3586
23	8,9	0,9	0,44	0,25	1,272	0,3110
24	5,56	0,56	0,11	0,08	0,3820	0,0934
25	6,3	0,3	0,12	0,16	2,2106	0,5405
26	9,58	0,58	0,68	0,39	3,1336	0,7662
27	6,6	0,6	0,16	0,12	1,0212	0,2497
28	8,2	0,2	0,42	0,23	5,7348	1,4022
29	6,2	0,2	0,14	0,11	1,6830	0,4115

Таблица 45

Данные для выявления корреляционной связи между стоимостью 1 м³/сут разведанных запасов подземных вод и геолого-гидрогеологическими, информационными показателями объектов работ

Номер объекта	Скорректирован. стоимость на коэфф. к з/плате, глубинам скважин	Коэфф. приведения стоимости 1 м³/сутки запасов по сумме категорий А+Б+ +1/3 C_1 к средним по совокупности	Стадия d	Площадь, км²	Разведанные запасы подземных вод по сумме категорий А+В+ +C_1, тыс. м³/с	Разведанные запасы подземных вод по сумме категор. А+В+1/3C_1, тыс. м³/с	Средняя глубина разведки, м
1	0,3732	0,1195	2	75	589,59	526,69	60,32
2	2,3312	0,7463	2	72	317,95	99,36	86,36
3	2,7458	0,8790	2	8,68	79	106,87	23,5
4	0,8138	0,2605	2	108	119,2	133,05	55,25
5	2,8297	0,9059	2	63,94	155,52	103,68	166,3
6	2,7512	0,8808	2	7,3	14,51	40,85	24,91
7	0,0007	0,1923	2	3,45	108,86	158,84	45,25
8	4,5688	1,4627	2	43,75	32,66	41,033	286,25
9	1,3736	0,4397	2	78	55,2	42,431	181
10	12,6365	4,0455	2	8,88	78,73	33,933	256,59
11	0,7867	0,2519	2	23,34	91,411	67,337	42,7
12	1,1983	0,3836	2	73,25	62,21	43,793	72
13	0,6824	0,2185	2	16	112,3	129,596	94,98
14	3,6695	1,1748	2	270,4	58	50,0	180,62
15	0,6930	0,2219	3	30	700,9	375,24	117,19
16	8,7842	2,8122	3	113,74	67,39	27,993	102,02
17	2,3302	0,7460	3	56	160,39	53,568	56,5
18	3,9823	1,2749	3	100	104	34,67	247,33
19	1,0521	0,3368	3	72,6	283,24	90,73	87,3
20	0,5232	0,1675	3	480	896,83	744,768	64
21	0,7643	0,2447	3	30	895,96	298,65	150
22	3,4149	1,0933	3	180	53,74	23,064	305,84
23	1,6885	0,5406	3	772,44	419,386	193,85	207
24	0,5734	0,1836	3	273	407,81	271,87	72,47
25	1,3829	0,4427	3	2110	435,425	694,31	296,52
26	6,5222	2,088	3	55,3	25,92	12,441	66
27	1,1726	0,3754	3	427,52	460,512	401,18	210,1
28	17,2164	5,5117	3	122,17	52,272	17,424	138,78
29	1,712	0,578	3	547	321,35	321,35	67,45

Номер объекта	Фон		Объем бурения, пог. м	Объем опытных работ, бр. смен	Коэфф. фильтрации, м/сут	Катег. буримости	Коэфф. водопроводимости, м²/сут	Кол-во скваж., шт.	
	до разведки	после разведки						без наблюдат.	всего
1	7,44	7,7	1987,7	1038,45	101,17	8,07	4267,98	26	105
2	6,11	7,61	1714,3	917,65	219,87	6,35	7289,33	9	73
3	2,06	64,51	560	550,4	35,42	5,85	695,14	7	45
4	7,59	4,17	450	301,84	46,78	6,56	1757	7	23
5	16,54	60,16	3847	997,98	15,19	6,7	1217,33	17	31
6	10,49	217,8	719	649,38	52,12	7,63	841,68	11	55
7	729,56	136,0	448	148,82	68	5,1	3077	4	27
8	180,69	103,9	4546	423,28	17,65	3,67	803,57	9	17

Продолжение табл. 45

Номер объекта	Фон		Объем бурения, пог. м	Объем опытных работ, бр. смен	Коэфф. фильтрации, м/сут	Катег. буримости	Коэфф. водопроводимости, м²/сут	Кол-во скваж., шт.	
	до разведки	после разведки						без наблюдат.	всего
9	5,37	1239	1672	143,7	13,08	5,26	2355	4	11
10	27,104	113,49	10087	1943,01	13,83	6,54	716,87	3	12
11	4,59	15,95	376,8	292,2	76,4	5,6	2502,1	3	17
12	40,74	9,82	716	190,6	44,64	9,84	2556,11	5	16
13	15,67	69,68	1115	179,9	24,65	7,92	4701,7	5	12
14	1,02	12,73	3442,97	380,9	6,7	5,65	216,58	12	23
15	10,67	10,87	2531,19	1143,43	127,81	7,29	15918	9	100
16	6,11	11,13	1266,05	899,91	32,1	6,97	985,44	25	33
17	8,49	21,32	1194	284,45	13,93	7,36	2044,61	6	17
18	8,16	2,5	2251	550,36	28,65	7,36	1674,4	11	15
19	15,77	6,9	502	117,74	109,84	6,29	5720,76	3	16
20	22,9	2,3	1105	412,85	40,79	6,37	994,57	9	33
21	8,03	86,3	2589	273,35	3,89	5,76	79,39	21	23
22	6,94	9,3	1675	113	17,12	8,17	762	5	6
23	11,56	6,46	5615,7	550,99	11,25	8,9	2103,4	21	24
24	1,74	9,99	2739,0	343,15	11,04	5,56	721,88	28	51
25	3,96	6,58	15680,23	1903	80,22	6,3	17152,7	44	103
26	12,16	12,9	729,3	172,95	40,64	9,58	2337,3	8	15
27	3,11	19,8	8456	710	5,12	6,6	1527,48	30	40
28	1,39	31,31	3666	459,16	24,89	8,2	1572,4	19	29
29	7,7	3,22	5657,3	291,69	32,54	6,2	629,33	49	49

Номер объекта	Средняя минерализация, г/л	Глубина залегания водоупора, м	Мощность водоупора, м	Коэфф. вариации, %	Коэфф. обеспеченнос. заявленных запасов подзем. вод	Коэфф. плотности блокировки	Относительная ошибка точности, %	Расстояние между расчетными скважинами, км	Сметная стоимость без временного строительства
1	0,3	54,34	10,14	35,2	0,4	0,79	9,41	8,6	213607
2	0,3	45,2	6	37,75	0,62	0,76	10,5	8,5	208039
3	0,8	20,8	10	37,2	0,24	0,33	3,5	8,0	194567
4	0,25	46,5	9	20,5	0,28	0,26	3,91	2,2	102518
5	0,6	204,4	20,5	34	0,42	0,70	4,42	6,58	276355
6	1,27	18,85	6,17	37,2	0,204	5	2	1,6	113179
7	0,33	40	5	22	0,38	0,27	5,5	1,43	78404
8	1,22	292	14,7	27,05	0,23	0,5	2,75	5,95	131847
9	0,2	151	11	33,3	0,33	0,25	6,74	1,12	52463
10	1,06	3,41	17	29,85	0,55	0,27	3	2,4	424428
11	0,56	38	4	40	0,48	0,42	5,5	0,97	46138
12	0,8	64	40,5	35,3	0,65	0,83	8,68	1,68	74280
13	0,78	280,87	9,4	25	0,43	0,27	4,27	3,3	93050
14	0,37	187,58	38,16	57,67	0,37	0,42	5,46	1,8	158811
15	0,3	61,1	56,08	37,5	1,24	0,23	8,6	5,5	258847
16	0,4	284	41	25,52	1,63	0,76	5,88	8,5	220494
17	0,3	61	31	20,3	0,24	0,31	4,07	3,2	123847
18	0,6	199,12	19,56	19,1	0,12	0,25	4,2	3,7	133475
19	0,7	109	8	78	0,0837	0,0837	23,52	4,7	90389

Номер объекта	Средняя минерализация, г/л	Глубина залегания водоупора, м	Мощность водоупора, м	Коэфф. вариации, %	Коэфф. обеспеченос. заявленных запасов подзем. вод	Коэфф. плотности блокировки	Относительная ошибка точности, %	Расстояние между расчетными скважинами, км	Сметная стоимость без временного строительства
20	0,4	50	10,9	37,6	0,19	0,27	10,4	4,75	372882
21	0,4	35,57	16,28	33,9	0,61	0,75	7,4	4	180467
22	0,5	270	95	41,1	0,3	0,23	11,42	5,5	89676
23	0,5	281	44,85	46	0,27	0,28	7,49	4,35	386000
24	0,71	60,1	28,5	18,8	0,12	0,27	15,31	4,75	172621
25	0,4	118,2	17,3	28,1	0,21	0,45	15,31	0,5	903443
26	0,6	53,11	14,8	24,3	0,46	0,5	4,41	0,6	88820
27	0,4	220,2	83	27,3	0,08	0,16	5,32	17	425610
28	0,5	192,33	11,14	34,4	0,32	0,36	6,8	4,93	332682
29	0,3	31,45	28,18	34,68	0,99	0,76	7,7	8,5	494410

Таблица 46

Значение коэффициентов корреляции между экономическими и гидрогеолого-информационными факторами поисково-разведочных работ Узбекской ССР

Речные долины, конусы выноса, предгорные равнины с разведанными запасами по сумме категорий $A+B+C_1$

ΔC — $\theta = 0{,}55$, $Q = -0{,}5$; R — $n = 0{,}59$, $L = 0{,}66$; L — $n = 0{,}60$, $O = 0{,}72$; O — $N = 0{,}58$, $km = 0{,}5$

k: $N = 0{,}58$; $km = 0{,}62$; $Q - N = 0{,}5$; $km - N = 0{,}68$; $n - N = 0{,}52$; $v - t = 0{,}63$

Речные долины, конусы выноса, предгорные равнины с разведанными запасами по сумме категории $A + B + 1/3\ C_1$

ΔC — $Q = -0{,}59$, $R = 0{,}5$, $M = 0{,}5$, $t = -0{,}44$

F — $Q = 0{,}6$, $R = 0{,}54$, $L = 0{,}89$, $O = 0{,}65$, $km = 0{,}53$, $n = 0{,}73$

Q — $L = 0{,}5$, $O = 0{,}52$, $n = 0{,}61$, $N = 0{,}57$

R — $L = 0{,}76$, $n = 0{,}5$, $h = 0{,}71$

d — $\Phi_2 = -0{,}5$, $m = 0{,}5$

Φ_2 — $M = 0{,}64$, $\theta = 0{,}73$

L — $km = 0{,}5$, $n = 0{,}88$, $l = 0{,}90$

O — $km = 0{,}71$, $n = 0{,}66$, $N = 0{,}82$, $l = 0{,}79$

k — $km = 0{,}61$, $N = 0{,}60$, $\varepsilon = 0{,}45$

km — $N = 0{,}70$, $\varepsilon = 0{,}5$, $l = 0{,}57$

$m - l = 0{,}51$; $v - t = 0{,}58$; $N - l = 0{,}52$; $M - \theta = 0{,}55$

Мезозойско-кайнозойские водоносные горизонты и комплексы с разведанными запасами по сумме категорий $A + B + C_1$

Q — $L = 0{,}55$, $S = 0{,}66$; R — $n = 0{,}51$, $l = 0{,}68$; n — $N = 0{,}86$, $S = 0{,}74$; $N - S = 0{,}69$; $M - m = 0{,}55$

$$\Delta C - \begin{cases} Q = 0{,}55 \\ \Phi_2 = 0{,}5 \\ K_б = 0{,}5 \\ F = -0{,}5 \end{cases} \quad d \begin{cases} Q = 0{,}56 \\ O = 0{,}62 \\ t = -0{,}54 \end{cases} \quad F - \begin{cases} Q = 0{,}55 \\ L = 0{,}51 \\ O = 0{,}55 \end{cases} \quad L - \begin{cases} O = 0{,}63 \\ n = 0{,}68 \\ S = 0{,}90 \end{cases}$$

$$v - t = 0{,}81 \qquad \varepsilon - t = 0{,}74 \qquad k - O = 0{,}94$$

$$O - km = 0{,}83 \qquad O - n = 0{,}89 \qquad O - S = 0{,}76$$

Мезозойско-кайнозойские водоносные горизонты и комплексы с разведанными запасами по сумме категорий $A + B + 1/3\ C_1$

$$\Delta C - \begin{cases} Q = -0{,}54 \\ K_б = 0{,}4 \end{cases} \qquad \Delta C - \begin{cases} F = 0{,}50 \\ d = 0{,}4 \end{cases} \qquad Q - \begin{cases} L = 0{,}4 \\ S = 0{,}53 \end{cases}$$

Таблица 47

Уравнения нормированной удельной стоимости 1 м³/сутки разведанных запасов подземных вод по Узбекской ССР

Речные долины, конусы выноса, предгорные равнины

$$C = \frac{4{,}0898}{\gamma}(0{,}384971 + 0{,}1001580 + 0{,}39920 \cdot \theta^2)\left(-0{,}060627 + \frac{135{,}206619}{Q}\right) \pm$$

$\pm\ 0{,}3518$ при $в_р = 0{,}1756$ и Q равным $A + B + C_1$ (57)

$$C = \frac{3{,}1236}{\gamma}\left(0{,}15869 + \frac{41{,}002965}{Q}\right)(0{,}801303 - 0{,}000786R + 0{,}000013R^2)\,(1{,}4976 -$$

$$- 1{,}397575M + 0{,}562171M^2) \cdot (1{,}240478 - 0{,}034253t) \pm 0{,}38101 \text{ при } в_р = 0{,}1756$$

и Q равным $A + B + 1/3\ C_1$ (58)

Мезозойско-кайнозойские водоносные горизонты и комплексы (напорные)

$$C = \frac{36{,}4614}{\gamma}\left(0{,}368617 + \frac{6{,}131407}{Q}\right)(0{,}750194 + 0{,}009371\Phi_2 + 0{,}000088\Phi_2^2) \times$$

$$\times (0{,}542588 + 0{,}000676F) \cdot \left(2{,}548876 - \frac{8{,}277410}{K_б}\right) \pm 0{,}4476 \text{ при } в_р = 0{,}1053 \text{ и } Q$$

равным $A + B + C_1$ (59)

дены в табл. 44, 45. По этим же характеристикам производился расчет для экономико-математической модели по сумме категорий $A + B + 1/3\ C_1$ разведанных запасов подземных вод. Кроме этой информации, произвели сбор, анализ материала для поисково-разведочных объектов, вскрывших водоносные горизонты, комплексы в мезозойско-кайнозойских отложениях. Из-за однотипности методики расчетов исходные данные по ним не приводятся, а дается лишь информация о полученных значениях коэффициентов корреляции (табл. 46) и вычисленных расчетных уравнениях (табл. 47).

Экономико-математические модели гидрогеологических работ по региональной сети изучения режима подземных вод

Для составления моделей использовались данные табл. 21, 22. Приведение объектов работ производилось только на коэффициенты к заработной плате. Выполненными на БСЭМ-4 расчетами по выявлению корреляционной связи стоимости одного замера по региональной наблюдательной сети с геолого-гидрогеологическими и информационными показателями для всех гидрогеологических и инженерно-геологических партий (ГГ и ИГ) тесной корреляционной связи не установлено. Поэтому они объединены в группы по аналогичности организационно-технических условий проведения работ. Всего выделено четыре группы ГГ и ИГ партий: I — Ташкентская и Зарафшанская, II — Бухарская и Кашкадарьинская, III — Голодностепская и Сурхандарьинская, IV — Ферганская, Хорезмская и Каракалпакская. Для них составлялись экономико-математические модели по методике, описанной выше. Примером служат результаты определения основных параметров модели для группы, объединяющей Ташкентскую и Зарафшанскую ГГ и ИГ партии. Для остальных трех групп методика и принципы составления моделей однотипны и поэтому исходные данные и ход расчетов по ним не рассматривается.

Для Ташкентской и Зарафшанской ГГ и ИГ партий (табл. 21, 22) произведен расчет взаимосвязи стоимости одного замера по региональной сети и геолого-гидрогеологическими, инфрмационными показателями. Результаты расчетов показали, что из 144 коррелированных пар корреляционно-связанными оказались 24 (табл. 48). При этом с экономическими показателями связаны только три гидрогеолого-информационных фактора: количество скважин n; фактическая сметная стоимость объекта работ S; коэффициент неравномерности по передвижению пешком и на автотранспорте вместе $КН_1$. Остальные факторы с экономическими параметрами не связаны. Два фактора — коэффициент неравномерности по передвижению $КН_1$ и сметная стоимость работ — взаимосвязаны при наличии связи с экономическими показателями — коэффициентом приведения стоимости ΔC. Третий фактор — количество скважин — связан только с коэффициентом приведения стоимости одного замера.

Экономико-математические модели составлены для двух факторов, которые не связаны между собой, но имеют корреляционную связь с экономическим фактором. Первая модель приведена для коэффициента неравномерности по передвижению и количества скважин. В этом случае требовалось определить параметры уравнения для связи между $C=f_1(n)\cdot f_2\ (КН_1)$. Второй вид модели зависимость $\Delta C=f_1(S)\cdot f_2(n)$. Использование ЭВМ позволило установить, что зависимость между указанными показателями описывается уравнениями 60, 61 (табл. 49).

По остальным группам гидрогеологических и инженерно-геологических партий производились аналогичные расчеты. Полученные в результате этого расчетные уравнения (62—75) приведены в табл. 49. Обозначение индексов, входящих в расчетные уравнения, приведены в табл. 48.

ОЦЕНКА ОТРАСЛЕВОЙ И ОБЪЕКТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обобщение литературных данных по оценке экономической эффективности позволяет выделить три уровня: народнохозяйственный, отраслевой и объектный (Туляганов, Борисов и др., 1977; Дзевенцкий, 1967; Дунаев, Миловидов, 1973; Лахтин, 1969; Лойтер, 1974; Лубенский, 1975, 1977; Минашкин, 1977; Фейтельман, 1975). Каждый из видов эффективности требует применения различных методов и оценочных показателей. Расчеты народнохозяйственной эффективности выполняются в соответствии с утвержденной в 1969 г. «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений». Применимость этой методики к оценке эффективности разведки подземных вод доказана и усовершенствована Л. А. Лубенским (1977). Эти разработки приемлемы и для других видов гидрогеологических работ. Однако сдерживающий момент для широкого использования этих разработок — отсутствие базы, либо другого варианта сравнения.

В практике Узбекской ССР геологические задания на поиски и разведку подземных вод даются проектными институтами или заказчиками для одного варианта. За время выполнения поисково-разведочных работ на 200 объектах лишь один раз для Кашкадарьинского гидрогеологического района производился расчет для поверхностного и подземного вариантов водоснабжения. Кроме того, оценка эффективности по типовой методике характеризует ее значение не собственно гидрогеологических работ, а общих капитальных вложений. В этих условиях важным является выполнение расчетов по отраслевой эффективности проведенных исследований.

Оценка отраслевой эффективности производится на основе прилагаемых к отчетам справок о выполненных объемах, сметной, фактической стоимости по видам работ. Эта информация дополняется сведениями о фонде заработной платы, накладных расходах в процентах от общей стоимости, коэффициентах, применявшихся к заработной плате (районный, за работу в пустынных, безводных и высокогорных районах).

Выполненная сметная стоимость работ корректируется на затраты по строительству путем вычитания из выполненного объема в денежном выражении. Полученная сметная стоимость (S_2) работ делится на выполненный физический объем V (площадь съемки, количество разведанных запасов, замеров по региональной сети). В результате этого определяется удельная фактиче-

Таблица 48

Корреляционная матрица взаимосвязи стоимости одного замера режимных работ для Ташкентской и Зарафшанской ГГ и ИГ партий с гидрогеологическими и информационными факторами

Индекс	Коэфф. приведен. стоим. I замера режим. набл., доли	Минерализация грунтовых вод, г/л	Кол-во гидрогеолог. информац., дит	Глубина залегания уровня, м	Глубина изучения режима, м	Факт. сметная стоим., тыс. руб.	Площадь объекта работ, тыс. км	Водоотдача, млн. м³	Отношение амплит. колеб. уровня к кол-ву замеров, м	Объем информ., дит
	ΔC	M	I	h	R	S	F	B	Δh	ΔI
P_1			—0,551	0,658			—0,728			
P_3		0,561	—0,539	0,665			—0,691			
P_2			—0,558	0,865		—0,604	—0,890	—0,660		
KH_4				—0,669			0,518			
KH_3										
KH_1	(—0,512)					(0,804)	0,664	0,813		
$\overline{3}$			—0,699	0,793		—0,727	—0,885	—0,593	—0,656	
ΔH		0,515	0,592	—0,860		0,621	0,968	0,767	0,589	—0,714
l_1					—0,712					
3					0,601					
h										
n	(0,692)									
l								0,601		
ΔI		—0,574	—0,574	0,504	0,533		—0,654	—0,552	—0,635	
Δh							0,525			
B						0,748	0,839			
F		0,511	0,681	—0,818		0,720				
S	(—0,533)		0,528	—0,521						
R				0,532						
h		—0,615	—0,649							
I		0,715								

Индекс	Длина общего передвижения, км	Кол-во скважин, шт.	Длина маршрута пешком, км	Амплитуда колеб. уровня, м	Средняя частота замеров	Коэффициент неравномерности по:				Плотность по:		
						Передв. пешк. и на а/м, доли	Кол-ву замеров, доли	Кол-ву скважин, доли	Передвижен. пешком, доли	Кол-ву скважин, шт/км²	Кол-ву замеров, зам/км²	Передвижение пешком и на ав/маш. км/км²
	l	n	l_1	ΔH	$\overline{З}$	$КН_1$	$КН_2$	$КН_3$	$КН_4$	P_1	P_2	P_3
P_1			0,623	—0,722	0,783				—0,558	0,781		0,909
P_3			0,520	—0,697	0,790			0,505	—0,576	0,786	0,842	
P_2				—0,887	0,874	—0,565		0,520	—0,614	0,848		
$КН_4$				0,604	—0,555							
$КН_3$							0,729					
$КН_1$	0,700			0,560								
$\overline{З}$				—0,862								
ΔH												
l_1	0,644											
$З$		0,683										
h												
n												
l												
ΔI												
Δh												
B												
F												
S												
R												
h												
I												

Примечание: Коэффициент корреляции (в круглых скобках) взят для составления экономико-математических моделей.

Таблица 49

Уравнения нормированной стоимости одного замера режимных наблюдений по региональной сети Узбекской ССР

Группа ГГ и ИГ партий	ГГ и ИГ партии	Расчетные уравнения
I	Ташкентская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(0,0266 + 0,0056n)(0,911 + 0,00247S - 0,000010S^2) \pm 0,0234$ (60)
	Зарафшанская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(0,0266 + 0,0056n)(1,0059 + 0,0317KH_1 - 0,00646KH_1^2) \pm 0,034$ (61)
II	Бухарская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(1,872 - 0,131KH_2 - 0,0029KH_2^2) \times \left(0,916 + \frac{3,70}{3}\right) \pm 0,1$ (62)
	Кашкадарьинская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(1,872 - 0,131KH_2 - 0,0029KH_2^2) \times (0,61 + 0,128M - 0,0067M^2) \pm 0,102$ (63)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(1,872 - 0,131KH_2 - 0,0029KH_2^2) \times (1,389 - 0,0494R + 0,00131R^2) \pm 0,19$ (64)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(1,038 - 0,175M + 0,0403M^2) \times (1,158 - 0,00366I + 0,000016I^2) \pm 0,157$ (65)
III	Голодностепская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(1,9651 - 12,563P_1 - 1899,83P_1^2) \times (1,824 - 0,155P_4 + 0,0066P_4^2)(5,486 - 0,478P_3 + 0,0127P_3^2) \pm 0,0012$ (66)
	Сурхандарьинская	
IV	Ферганская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(-10,180 + 2,148\lg l)(3,367 - 0,809KH_3 - +0,058KH_3^2) \pm 0,1036$ (67)

Группа ГГ и ИГ партий	ГГ и ИГ партии	Расчетные уравнения
IV	Хорезмская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(-10,180 + 2,1481\lg l)(4,481 - 1,410KH_2 + 0,135KH_2^2) \pm 0,1097$ (68)
	Каракалпакская	$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(-0,290 + 0,0022B)(3,247 - 0,821KH_2 + 0,067KH_2^2) \pm 0,1158$ (69)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(-0,290 + 0,0022B)(2,516 - 0,490KH_3 + 0,033KH_3^2) \pm 0,146$ (70)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(-0,290 + 0,0022B)(-1,204 + 0,0216S - 0,000047S^2) \pm 0,1645$ (71)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(0,932 + 0,0155S - 0,000027S^2) \times (13,336R^{-0,895}) \pm 0,2313$ (72)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(7,384 - 0,590R + 0,012R^2) \times (1,547 - 0,151KH_3 + 0,00805KH_3^2) \pm 0,232$ (73)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(3,944 - 1,225KH_2 + 0,114KH_2^2) \times (0,687 + 0,056R - 0,00189R^2) \pm 0,249$ (74)
		$C = \frac{2,88}{\gamma_1}(-10,180 + 2,1481\lg l)\left(0,335 + \frac{0,0145}{P_1}\right) \pm 0,305$ (75)
		$\gamma_1 = 1 - \alpha\frac{N_2 - N_1}{N_2}$

Примечание. γ_1 — коэффициент приведения к единым условиям по надбавкам к зарплате, $N_1 = 1,15$, N_2 — коэффициент к заработной плате по объекту работ, α — фонд заработной платы принимается по СУСНу.

ская стоимость ($C_ф$) единицы гидрогеологических исследований (1 км² средне- и крупномасштабных съемок, 1 м³/сут разведанных запасов по сумме категорий $A+B+C_1$ или $A+B+1/3\ C_1$, одного замера режимных наблюдений по региональной сети).

$$C_ф = S_2/V. \tag{76}$$

После этого исходя из особенностей выполнения геологического задания, полученных результатов работ и организационно-технических условий выполнения работ обосновывается и выбирается расчетное уравнение нормированной удельной стоимости единицы гидрогеологических исследований (табл. 39, 43, 47, 49; формулы 36—75). Приводятся и обосновываются фактические данные по параметрам, вошедшим в принятые уравнения нормированной удельной стоимости единицы гидрогеологических исследований. Затем по формуле (11) производится корректировка выполнения буровых работ к единым условиям по категориям буримости. Расчет по существу сводится к вычислению нормы времени на средневзвешенную категорию буримости пород по объекту работ ($в^1_р$), так как численные значения норм времени для каждой совокупности ($в_р$), по которым составлены экономико-математические модели, приведены в табл. 39, 43, 47, 49. На основе данных по объекту работ по численным значениям повышающих коэффициентов к заработной плате (N_2), среднего его значения по республике ($N_1=1{,}15$), удельного веса основной и дополнительной заработной платы в стоимости станко-смены буровых работ (α), а также удельного веса стоимости собственно буровых работ (b) в выполненной сметной стоимости (S_2) производится расчет значений коэффициента приведения (γ) к единым условиям по надбавкам к заработной плате и организационно-техническим условиям выполнения буровых работ согласно формуле

$$\gamma = 1 - \alpha\frac{N_2 - N_1}{N_2} + b(a - 1). \tag{77}$$

После вычисления коэффициента γ производится выбор и решение расчетного уравнения нормированной удельной стоимости единицы гидрогеологических исследований.

Определение отраслевой экономической эффективности (Э) в денежном выражении производится по формуле (78), а в долях единиц (ΔЭ) по уравнению (79)

$$Э = \chi(C - C_ф)V \tag{78}$$

$$ΔЭ = \chi\frac{C - C_ф}{C}, \tag{79}$$

χ — оценка за выполнение геологического задания, принимается равной 1,0 при отличной и хорошей оценке, 0,5 — при удовлетворительной и равной нулю — при неудовлетворительной.

Значение остальных индексов дано выше. С целью иллюстрации применимости методики оценки отраслевой эффективности гидрогеологических исследований ниже приводим пример ее расчета для одного из завершенных в 1977 г. крупномасштабного съемочного объекта в низовьях р. Амударьи.

I. Исходные данные для расчета

$$S_2 = 506{,}3 \text{ тыс. руб.}, \quad N_2 = 1{,}50, \quad N_1 = 1{,}15, \quad V = 2300 \text{ км},$$

$L = 12665$ м. Стоимость буровых работ 37,14 тыс. руб. Значение удельного веса фонда заработной платы в стоимости станко-смены $\alpha = 0{,}53$.

Фон после съемки равен $\Phi_2 = \frac{12665}{2300} = 5{,}69$ пог. м/км², оценка за выполнение геологического задания «хорошая»; $\chi = 1{,}0$

	Категория буримости пород					
	I	II	III	IV	V	Всего
	интервал 0—100 м					
Метраж l_i, м	196,2	3414	5619,9	2892,4	17,5	12140
Норма времени $в_i'$	0,03	0,04	0,06	0,08	0,11	
	интервал 0—300					
Метраж l_i, м		466,45	54,0	4,55		525
Норма времени $в_i'$		0,05	0,07	0,09		

II. Последовательность расчетов

1. Определяем фактическую стоимость 1 км² съемки

$$C_\Phi = \frac{5063}{2300} = 220{,}1 \text{ руб/км}^2.$$

2. Находим по формуле (8) средневзвешенную по метражу категорию буримости пород для объекта

$$К_б = \frac{(0{,}031 \cdot 196{,}2) + (0{,}04 \cdot 2 \cdot 3414) + (0{,}06 \cdot 3 \cdot 5619{,}9)}{(0{,}03 \cdot 196{,}2) + (0{,}04 \cdot 3414) + (0{,}06 \cdot 5619{,}9)} +$$

$$+ \frac{(0{,}08 \cdot 4 \cdot 2892{,}4) + (0{,}11 \cdot 5 \cdot 17{,}5) + (0{,}05 \cdot 2 \cdot 466{,}45)}{(0{,}08 \cdot 2892{,}4) + (0{,}11 \cdot 17{,}5) + (0{,}05 \cdot 466{,}45)} +$$

$$+ \frac{(0{,}07 \cdot 3 \cdot 54) + (0{,}09 \cdot 4 \cdot 4{,}55)}{(0{,}07 \cdot 54) + (0{,}09 \cdot 4{,}55)} = 3{,}095.$$

Этому значению категории буримости по нормам СУСНа соответствует норма времени $в_p^I = 0{,}062$ станко-смены.

3. Рассчитываем значения коэффициента приведения объекта к единым условиям по категориям буримости, глубинам скважин, способу бурения по формуле (11) при $в_р = 0{,}1005$ (табл. 43)

$$a = \frac{в_р}{в_р'} = \frac{0{,}1005}{0{,}062} = 1{,}623.$$

4. Вычисляем значения коэффициента приведения объекта работ к единым условиям по значениям повышающих коэффициентов к заработной плате и условиям проведения буровых работ по формуле (76)

$$\gamma = 1 - 0{,}53\,\frac{1{,}50 - 1{,}15}{1{,}50} + \frac{37{,}1}{506{,}3}\,(1{,}623 - 1) = 0{,}922.$$

5. Производим выбор расчетной формулы нормированной удельной стоимости 1 км² крупномасштабной съемки. Поскольку для предыдущих расчетов необходимо определение средневзвешенной категории буримости пород, то принимаем ту формулу, в которой значится этот показатель. Из табл. 43 следует, что для этих условий наиболее приемлема формула (49)

$$C = \frac{263{,}4}{\gamma}\,(0{,}3451 \cdot 1{,}1613^{\Phi_2})\,(10{,}887\,К_б - 14{,}948 - 1{,}845К_б^2).$$

Подставляя в формулу численные значения, получаем

$$C = \frac{263{,}4}{0{,}922}\,(0{,}3451 \cdot 1{,}1613^{5{,}69})(10{,}887 \cdot 3{,}095 -$$

$$- 14{,}948 - 1{,}845 \cdot 3{,}092^2) = 247{,}89 \text{ руб/км}^2.$$

III. Оценка отраслевой эффективности работ

Расчет ее величины производится по формулам (78—79)

$$Э = 1{,}0\,(247{,}89 - 220{,}1) \cdot 2300 = 63917 \text{ руб.}$$

$$\Delta Э = 1{,}0\,\frac{247{,}89 - 220{,}1}{247{,}89} = 0{,}112, \text{ или } 11{,}2\%.$$

Из приведенного расчета следует, что при затратах на объект 506,3 тыс. руб., получен отраслевой эффект 63,9 тыс. руб. Охарактеризованная методика расчетов отраслевой эффективности основывается на сравнении полученных технико-экономических показателей объекта работ с достигнутыми результатами в целом по республике.

Оценка объектной эффективности работ заключается в расчетах и анализе показателей фондоотдачи Ф, фондовооруженности $\Delta Ф$ и коэффициента эффективности выполняемых работ β, характеризующих использование технических средств, обеспеченность подразделений механическими средствами труда и результаты хозяйственной деятельности. Определение указанных показателей производится по формулам

$$\Phi = \frac{S}{S_0}, \tag{80}$$

$$\Delta\Phi = \frac{S_0}{r}, \tag{81}$$

$$\beta = \frac{П_р}{S}, \tag{82}$$

где S — сметная стоимость объекта на фактически выполненный объем работ, S_0 — среднегодовая стоимость основных фондов по объекту работ, Ч — среднесписочное количество работников по объекту работ, $П_р$ — прибыль по объекту работ.

После определения значений расчетных показателей Ф, $\Delta\Phi$, β производится анализ факторов, оказавших на них влияние. Рассматриваются организационно-технические условия проведения съемочных и поисково-разведочных работ, удаленность участков работ от базы партий и экспедиций, а также от прирельсовой базы, характеристика и вид используемого транспорта (собственный или наемный), вид и стоимость работ, выполняющихся подрядным способом и по договорам, наличие ремонтно-мастерской базы. Сравниваются технико-экономические характеристики объекта работ с установленными показателями по партиям, экспедициям и дается заключение результатов этого сравнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплекс видов и объемов гидрологических работ определяется промышленным развитием экономических районов, промышленных узлов, пунктов и специализацией систем ведения сельского хозяйства в орошаемой, пустынно-пастбищной и горно-предгорных зонах. Поставленные в течение пятой-десятой пятилеток гидрогеологические задачи решались на основе достижений науки, техники. Успешное решение поставленных задач во многом определялось суммой накопленных знаний о природном потенциале изучаемых территорий, их геологическом строении, гидрогеологических условиях.

В результате обобщения, научного анализа гидрогеологических исследований установлено, что верхняя зона интенсивного водообмена Узбекистана характеризуется различными количественными проявлениями энергетических систем.

В гидрогеологических массивах и прилегающих районах формируется около 400 м³/с, или 27,6% общего количества прогнозных региональных запасов подземных вод. Из них 60,4 м³/с, или 15,2% от количества запасов подземных вод горных массивов оттекает в прилегающие районы. На межгорные впадины приходится 759,4 м³/с подземных вод, или 52,4% от итога по республике. Из них 53,9%, или 409,3 м³/с выклинивается на площадях распространения водоносных горизонтов и комплексов. Остальные 42,1%, или 350,1 м³/с остаются в водовмещающих породах. Соотношение между оставшимися в водоносных горизонтах и комплексах прогнозными региональными запасами подземных вод и выклинивающейся их частью для межгорных впадин составляет 85,5%, а для гидрогеологических массивов — 17,8%.

Прогнозные региональные запасы подземных вод равнинно-низменной пустыни равны 289 м³/с, или 20,0% от итога по республике. Из них 21,3 м³/с, или 7,4% от общего количества запасов этой территории формируется в артезианских бассейнах. Соотношение между количеством запасов подземных вод, образующихся в артезианских бассейнах и линзах пресных подземных вод, составляет 7,96%.

Приведенные данные свидетельствуют о разной интенсивности

количественного водообмена между водоносными горизонтами, комплексами, зонами открытой трещиноватости, атмосферой и гидросферой. Это явилось основой для выделения гидрогеологических областей — гидрогеологические массивы, межгорные впадины, пустынно-низменная равнина. Достоверность имеющихся знаний об их гидрогеологических условиях, основанная на расчетах величины удельной энтропии и отношении прогнозных региональных запасов подземных вод к разведанным, позволили отнести их к категориям с невыявленным, выявленным, частично выявленным природным потенциалом подземных вод.

Каждая гидрогеологическая область по особенностям геолого-тектонического строения, литолого-фациального состава водовмещающих пород, гидродинамических условий, различиям в распределении и переносе разного количества и качества подземных вод, осуществляемом потоками грунтовых и напорных вод, подразделяется на гидрогеологические районы. По степени изученности гидрогеологических условий они делятся на четыре группы: незначительной (Гиссаро-Зарафшанский, Зарафшанский, Устюртский районы), малой (Чаткало-Кураминский, Сурхандарьинский, Сырдарьинский районы), небольшой (Нурата-Туркестанский, Ферганский, Центрально-Кызылкумский районы), средней (Юго-западные отроги Гиссарского хребта, Приташкентский, Амударьинский районы).

Выполненными разработками установлена связь между гидрогеологической изученностью и экономическим промышленным развитием районов. Для Приташкентского, Ферганского, Сурхандарьского, Центрально-Кызылкумского гидрогеологических районов и юго-западных отрогов Гиссарского хребта перспективы постановки гидрогеологических исследований будут определяться темпами увеличения экономического потенциала промышленных и экономических районов, узлов, пунктов. Для Чаткало--Кураминского, Гиссаро-Зарафшанского, Нурата-Туркестанского гидрогеологического районов доказана необходимость повышения гидрогеологической изученности до уровня имеющегося промышленного потенциала.

Интенсивное изменение гидрогеологических условий под влиянием водохозяйственной деятельности в Зарафшанском и Амударьинском гидрогеологических районах, а также формирование новых промышленных, экономических узлов, районов, пунктов в связи с освоением земель под орошаемое земледелие требуют повышения их гидрогеологической изученности. В Устюртском и Сырдарьинском районах необходимо получение подземной воды иными техническими средствами (опреснение, магазинирование).

Выполненные расчеты показателя «устойчивости систем» позволили установить, что гидрогеологические районы Узбекской ССР имеют различную сложность геолого-гидрогеологических условий. К простым относятся Нурата-Туркестанский, Зарафшанский, к осложненным — Гиссаро-Зарафшанский, Приташкентский, Устюртский, к сложным — юго-западные отроги Гиссарского хребта, Сурхандарьинский, Сырдарьинский, к весьма сложным — Чаткало-Ку-

раминский, Ферганский, Амударьинский, Центрально-Кызылкумский.

Анализ изменчивости по значению показателя неравномерности величины плотного остатка и коэффициента фильтрации для водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости в пределах каждого гидрогеологического района показал, что в преобладающем большинстве водовмещающие породы характеризуются устойчивым, относительно устойчивым и изменчивым характером. При этом установлено, что характер изменчивости одной и той же гидростратиграфической единицы изменяется по глубине и между гидрогеологическими районами, а также зависит от стадий работ. Это создает объективные предпосылки значительного разнообразия видов и объемов работ.

Разная степень изученности гидрогеологических условий, сложность и изменчивость геолого-гидрогеологического строения гидрогеологических районов и входящих в них водоносных горизонтов, комплексов, зон трещиноватости обусловливает использование многочисленных видов работ, методов и методик их проведения и организации для достижения целей, поставленных народным хозяйством в конкретных условиях.

Комплекс поставленных задач успешно решается разработкой тактики гидрогеологических исследований, под которой понимается объединение теории и практики познания гидрогеологических процессов с целью использования подземных вод как средств труда. На основе анализа гидрогеологических исследований в Узбекской ССР за 30 лет можно выделить три периода с различной тактикой: поисковая и режимно-балансовая (1951-1960 гг); регионально-разведочная (1966-1970 гг); прогнозно-охранная (1971-1980 гг.). Тактики гидрогеологических исследований установлены на основе различных соотношений комплексов, видов и объемов работ, глубины решаемых геологических задач, разработанности и обеспеченности производственных исследований теорией и методиками работ.

Характерная особенность каждой тактики работ — преобладание по ассигнованиям и объемам гидрогеологических исследований категории предметов труда над категорией средств труда с определенным долевым участием научных исследований. Это положение — основная закономерность внутреннего процесса развития гидрогеологических исследований в Узбекской ССР.

Научный анализ завершенных съемочных, поисково-разведочных и режимно-балансовых исследований позволил установить, что характер тактики определяется разрешающей способностью научных разработок, а ее внутреннее содержание — запросами практики в пространственных, качественных, количественных и временных характеристиках гидрогеологического процесса.

Научное и практическое познание гидрогеологических процессов производится на основе стадийного выполнения гидрогеологических исследований. Изучение геологоразведочного процесса производства гидрогеологических исследований позволило установить его от-

личительные особенности. Каждая стадия работ характеризуется увеличением значений удельных затрат на единицу продукции от начала к концу. На границах между стадиями резко уменьшаются удельные затраты. Установлено увеличение стоимости гидрогеологических работ от категорий, изучающих пространственные особенности, к категориям, характеризующим качественное и количественное содержание перспективной для народного хозяйства части земной коры.

В геологоразведочном процессе производства гидрогеологических исследований большой удельный вес занимают работы, конечной геологической продукцией которых является получение информации первого и второго рода. Только за 1961-1971 гг. прирост ее по выявлению региональных закономерностей гидрогеологических условий составил 51,4% в дополнение к имевшейся геологической информации. Количество информации второго рода, получаемой по среднемасштабным съемочным объектам, колеблется от 3,2 до 14,9%, а по крупномасштабным — от 6,2 до 18,5%. Значительный прирост информации второго рода по съемочным, гидрогеофизическим и режимно-балансовым исследованиям повышает достоверность знаний о гидрогеологических условиях и создает научно-методическую основу успешного проведения поисково-разведочных работ на подземную воду.

Важная особенность геологоразведочного процесса гидрогеологических исследований состоит в том, что ведущая роль в съемочных и поисково-разведочных исследованиях принадлежит буровым и сопутствующим им вспомогательным работам. Поэтому научно-технический прогресс в бурении гидрогеологических скважин, совершенствовании их конструкций и комплекса опытных исследований определяет стратегию гидрогеологических работ и возможность снижения их стоимости.

По технической, энергетической оснащенности, механической вооруженности, ускорению выполнения объемов гидрогеологических исследований и темпов опережения научно-технического прогресса над изменением природно-геологических и гидрогеологических условий в гидрогеологических исследованиях Узбекистана использованы три вида стратегии: до середины шестой пятилетки — становление гидрогеологических исследований на производственую основу, до середины десятой — усовершенствование методики и техники проведения гидрогеологических исследований, с середины десятой по настоящее время — опережение научно-технического прогресса над изменением природно-геологических, гидрогеологических условий, которые осложняют поиски, разведку и открытие новых месторождений подземных вод.

Каждая из стратегий охватывает несколько тактик гидрогеологических исследований. Так, стратегия усовершенствования методики и техники объединяет регионально-разведочную, поисково-режимно-балансовую и прогнозно-охранную тактики. Стратегия опережения состоит из прогнозно-охранной тактики. Однако факти-

ческий материал показывает, что на ближайшую перспективу указанная тактика сменится эксплуатационной и в последующем глубинной, ведущее место будут занимать гидрогеологические исследования по управлению за научно обоснованной эксплуатацией природных ресурсов и одновременно производиться гидрогеологические исследования перспектив использования подземных вод более глубоких водоносных комплексов и зон трещиноватости.

Выполненными исследованиями доказано, что стратегия и тактика гидрогеологических исследований взаимосвязаны — изменение одной из них ведет к изменению другой. Использование понятия тактики позволило выявить основные закономерности развития гидрогеологических исследований, объединить решаемые геологические задачи, использованные методы и методики проведения работ, установить особенности геологоразведочного процесса гидрогеологических исследований и определить ожидаемые изменения на перспективу.

В задачу тактики гидрогеологических исследований входит выработка оптимальных решений. Мы изложили методику и составили экономико-математические модели съемочных, поисково-разведочных и режимных работ. Практическая отдача этих разработок состоит в том, что с их помощью решен вопрос об оценке отраслевой экономической эффективности проводимых исследований. Кроме того, анализ составленных уравнений зависимости удельной нормированной стоимости единицы работ от геолого-гидрогеологических факторов позволяет решить задачи оптимизации.

Разрабстанные экономико-математические модели могут широко использоваться для текущего и перспективного планирования гидрогеологических исследований, а также для составления экономических нормативов цен. Их преимущество по сравнению с традиционным методом планирования «по базе» состоит в установлении функциональной связи между геолого-гидрогеологическими факторами и геологическими результатами работ с экономическими показателями.

Анализ тактики гидрогеологических исследований на примере Узбекской ССР показал, что использование этого научного понятия позволяет выявить закономерности и особенности гидрогеологических исследований, научно обосновать постановку различных комплексов, видов, объемов работ и установить резервы повышения гидрогеологической и экономической эффективности работ, а также выявить ведущие звенья в производственном процессе для первоочередных мероприятий по научно-техническому прогрессу. В связи с этим рекомендуется в будущем производить анализ и выявлять тактику гидрогеологических исследований каждого научного направления и вида работ.

ЛИТЕРАТУРА

Абдамов С. К. Гидрогеологические расчеты вертикальных дренажей при осушении угольных месторождений. М., 1955.

Абрамов С. К., Бабушкин В. Д. Методы расчета притока воды к буровым скважинам. М., 1955.

Антоненко К. И., Титов Н. А., Чаповский Е. Г., Чуриков М. В. Организация и производство гидрогеологической съемки масштаба 1 : 500 000. М., 1957.

Арманд А. Д. Информационные модели природных комплексов. М., 1975.

Арманд Д. Л. Наука о ландшафте. М., 1975.

Бабушкин В. Д., Глазунов Н. С., Гольдберг В. М. [и др.]. Поиски, разведка, оценка запасов и эксплуатация линз пресных вод. М., 1969.

Байбаков Н. Замечательные главы великой книги. К 50-летию принятия первого пятилетнего плана. «Коммунист», 1979, № 6.

Бедринцев А. Совершенствование экономического районирования и территориального планирования в республике. «Экономика и жизнь», 1976, № 6.

Бернал Дж. Стратегия исследования «Наука о науке». М., 1966.

Биндеман Н. Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод М., 1963.

Богацкий В. В. Математический анализ разведочной сети. М., 1963.

Бочевер Ф. М., Веригин Н. Н. Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. М., 1961.

Бондарик Г. К., Гоpальчук М. И., Сироткин В. Г. Закономерности пространственной изменчивости лессовых пород. М., 1976.

Борисов В. А. Обработка гидрогеологической информации для анализа экономической эффективности затрат. В сб. «Экономическая эффективность гидрогеологических и инженерно-геологических работ», вып. 1. Ташкент, 1975.

Борисов В. А. Использование информационных мер для анализа гидрогеолого-экономической эффективности среднемасштабных гидрогеологических съемок Узбекистана. В сб. «Экономическая эффективность гидрогеологических и инженерно-геологических работ». Ташкент, 1977.

Борисов В. А., Рахими Р. Гидрогеолого-экономическое районирование УзССР по прогнозной себестоимости 1 м³ использования подземных вод. В сб. «Экономическая эффективность гидрогеологических и инженерно-геологических работ», вып. 1. Ташкент, 1976.

Винниченко В. М., Егорин П. Г. Планирование геологоразведочных работ. М., 1978.

Вишняков А. С., Набиев К. А., Пинхасов Б. И., Соколов В. Н. Геология и подземные воды неогеновых отложений равнинных территорий Узбекистана. Ташкент, 1978.

Гавриленко Е. С., Дерпгольц В. Ф. Глубинная гидросфера Земли. Киев, 1971.

Геологическая информация и математическая геология. М., 1976.
Геологической отрасли Узбекистана 50 лет. Ташкент, 1976.
Гидрогеология СССР. Т. XXXIX, Узбекская ССР. М., 1971.
Гороховский В. М. Математические методы и достоверность гидрогеологических и инженерно-геологических прогнозов. М., 1977.
Дзевенцкий Г. Я. Экономические проблемы технического прогресса в рассолительном дренаже. Ташкент, 1967.
Дунаев В. Ф., Миловидов К. Н. Оценка экономической эффективности геофизических работ на нефть и газ. М., 1973.
Ефремов Д. И., Корабейников В. А., Печерин А. Г. [и др.]. Влияние крупного водоотбора на окружающую среду и региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод. Международная ассоциация гидрогеологов. Т. XV, М., 1979.
Зиядуллаев С. К. Планирование и развитие экономики УзССР. Ташкент, 1972.
Израэль Ю. А. Стратегия управления качеством природной среды. «Человек и стихия» 79″, 1979.
Караванов Г. К. Информационная емкость гидрогеологических карт. Тезисы докладов VII совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. Иркутск-Новосибирск, 1973.
Кац Д. М. Режим грунтовых вод в орошаемых районах и его регулирование. М., 1963.
Кенесарин Н. А. Формирование режима грунтовых вод орошаемых районов на примере Голодной степи. Ташкент, 1959.
Ковалевский В. С. Условия формирования и прогнозы естественного режима подземных вод. М., 1974.
Когай Н. А. Физико-географическое районирование Туранской части Средней Азии. Ташкент, 1969.
Колодий М. В. Проблема опреснения воды на земле. «Знание», 1975, № 8.
Коноплянцев А. А., Семенов С. М. Прогноз и картирование режима грунтовых вод. М., 1974.
Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. МГУ, 1960.
Кузнецов Б. Г. Ценность познания. М., 1975.
Крылов М. М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Ташкент, 1959.
Ланда И., Шкутан Б. Использование статической энтропии для интерпретации результатов измерений методом заряженного тела в насыпных плотинах (перевод с чешского). М., 1977.
Лахтин Г. А. Тактика науки. Новосибирск, 1969.
Лебедев А. В. Прогноз изменения уровня грунтовых вод на орошаемых территориях. М., 1957.
Лис А. Г. Размещение производительных сил экономических районов. М., 1975.
Лойтер М. Н. Природные ресурсы и эффективность капитальных вложений. М., 1974.
Лубенский Л. А. Временные методические рекомендации по оценке эффективности разведки пресных подземных вод. М., 1977.
Маккавеев А. А. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии. М., 1971.
Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1974.
Материалы XXV съезда КПСС. М., 1978.
Матерон Ж. Основы прикладной геостатики. М., 1968.
Методические указания к производству гидрогеологической съемки районов орошения Прикаспийской низменности и Заволжья. М., 1952.
Методическое руководство по изучению режима подземных вод. М., 1954.
Методическое руководство по гидрогеологической съемке. М., 1961.
Методические основы экономической оценки земли. М., 1967.
Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. Вып. 1 с прилож. М., 1972.

Минашкин М. А. Показатели эффективности геолсгоразведочных работ. «Разведка и охрана недр», 1977, № 4.
Минц А. А. Экономическая оценка естественных ресурсов. М., 1972.
Мирзаев С. Ш. Принципы и методика изучения запасов подземных вод для обоснования их использования для орошения. Международная ассоциация гидрогеологов. Т. XV. М., 1979.
Мирзаев С. Ш. Запасы подземных вод Узбекистана. Ташкент, 1974.
Моссур П. М., Тищенко В. Е. Экономический анализ геологоразведочных работ. М., 1975.
Налимов В. В. Мульченко З. М. Наукометрия (изучение развития науки как информационного процесса). М., 1969.
Народное хозяйство Узбекской ССР за 50 лет. Ташкент, 1974.
Небесный Г. В. Хозяйственный расчет и эффективность работы научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и опытных производств. Киев, 1977.
Новые идеи в географии. М., 1976.
Озбекхан Х. О возникновении методологии перспективного планирования (перевод с франц.). М., 1976.
Организация и производство гидрогеологической съемки масштаба 1 : 200 000, 1 : 100 000. М., 1957.
Плотников Н. А. Оценка запасов подземных вод. М., 1959.
Плотников Н. И. Водоснабжение горнорудных предприятий. М., 1959.
Плотников Н. И. Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения. Ч. I, II, 1965, 1968.
Плотников Н. И., Сыроватко М. В., Щеголев Д. И. Подземные воды рудных месторождений. М., 1957.
Попов В. Н. Организация и производство наблюдений за режимом подземных вод. М., 1955.
Проблемы инженерной геологии Северного Кавказа. Вып. 2. Ставрополь, 1969.
Производительные силы Узбекистана и перспективы их развития. Ташкент, 1974.
Рац М. В. Структурные модели в инженерной геологии. М., 1973.
Рациональное использование обводнительно-оросительных систем. М., 1970.
Роговская Н. В. Методика гидрогеологических и инженерно-геологических исследований на массивах орошения. М., 1956.
Роговская Н. В. Методика гидрогеологического районирования для обоснования мелиораций. М., 1959.
Рябчиков А. С., Пичугин Н. И., Биндеман Н. Н. Методические указания по гидрогеологической съемке на закрытых территориях в масштабах 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 50 000. М., 1968.
Саланский К. Энтропия геологических и геофизических карт. (Перевод с англ.). М., 1976.
Самарина В. С. Гидрохимическое опробование подземных вод. МГУ, 1958.
Саушкин Ю. Г. Новое экономическое районирование, М., 1963.
Сердюк Я. Я. Достоверность расчетных гидрогеологических параметров и оценка эффективности разведки подземных вод. Душанбе, 1974.
Системы ведения сельского хозяйства Узбекской ССР. Ташкент, 1973.
Системные исследования природы. «Вопросы географии», 1976, № 104.
Скопцов Г. Теоретические основы экономической политики партии. «Коммунист Узбекистана», 1979, № 7.
Соколовский Ю. А. Экономические проблемы геологоразведочных работ. Новосибирск, 1974.
Туляганов Х. Т., Борисов В. А. Экономика разведки подземных вод Узбекистана. Ташкент, 1977.
Уайт Г. Водные ресурсы США. Проблема использования. М., 1973.
Узбекистан за годы девятой пятилетки (1971—1975 гг.). Ташкент, 1976.
Усенко В. С., Альтшуль А. Х., Злотнин В. А. [и др.]. Совершенствование методики оценки эксплуатационных запасов подземных вод с учетом

влияния водозаборов на окружающую среду. Международная ассоциация гидрогеологов, труды, т. XV. М., 1979.
Фейтельман Н. Г. Экономическая эффективность затрат на подготовку минерально-сырьевой базы СССР. М., 1969.
Хасанов А. С. Гидрогеохимия мезозойских отложений Амударьинского артезианского бассейна. Ташкент, 1976.
Ходжибаев Н. Н. Естественные потоки грунтовых вод Узбекистана. Ташкент, 1970.
Ходжибаев Н. Н. Прогнозирование мелиоративных условий Средней Азии. Ташкент, 1974.
Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративное районирование (на примере Средней Азии). Ташкент, 1975.
Ходжибаев Н. Н., Самойленко В. Г. Гидрогеолого-мелиоративные прогнозы и их обоснование. Ч. I, II. Ташкент, 1976, 1977.
Ходжибаев Н. Н., Гейнц В. А., Волков В. П. О некоторых вопросах региональной оценки эксплуатационных запасов подземных вод в районах регулярного орошения. Международная ассоциация гидрогеологов. Т. XV, М., 1979.
Шаппо А. Ф. Землеустройство овцеводческих совхозов Узбекской ССР. Ташкент, 1968.
Шарапанов Н. Н., Черняк Г. Я., Барон В. А. Методика геофизических исследований при гидрогеологических съемках с целью мелиорации земель. М., 1975.
Шестаков В. М. Теоретические основы оценки подпора, водопонижения и дренажа. МГУ, 1965.
Экономическое районирование Узбекистана. Ташкент, 1966.
Якубова Р. А. Природные воды Узбекистана и охрана их от загрязнения пестицидами. Ташкент, 1977.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. Роль гидрогеологических исследований в экономике Узбекской ССР и характеристика гидрогеологических условий ее территории . 5

Глава II. Тактика гидрогеологических исследований в Узбекской ССР . 56

Глава III. Опыт применения экономико-математических моделей в тактике гидрогеологических исследований Узбекистана 114

Заключение 156

Литература 161