УДК 556.16; 556.38

Доктор техн. наук А.Ш. Мамедов [1]
И.А. Эйюбов [2]

ПОДГОТОВКА ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАССЕЙНА ДАШАГЫЛЧАЙ

Ключевые слова: подземные воды, сток, искусственное наполнение, инфильтрационный бассейн, испарение, объем

В статье предложены меры для устранения возникающих экологических проблем и восстановления грунтовых вод исследуемого района. Рассмотрены задачи сохранения экологического равновесия и предложены технические мероприятия для увеличения уровня грунтовых вод.

Современное состояние подземных вод в бассейне р. Дашагылчай проанализировано на основе наблюдений, проведенных в 2012…2015 гг. в 5-ти колодцах. Предлагается создать мелкомасштабные инфильтрационные бассейны.

Гидрологические особенности реки. Река Дашагылчай формируется из ряда источников и поверхностных вод, образующихся на высоте 3000…4000 м Большого Кавказа. В районе деревни Ашагы Дашагыл приток Дагначай отделяется от Дашагылчая и впадает в оз. Аджинохур. Средняя ширина бассейна составляет 1,5 км, длина 46 км, средняя высота бассейна 1500 м. Максимальный уклон р. Дашагылчай находится в верхнем течении, где в нее втекает р. Бучаяр, и составляет 242‰. Гидроморфометрические параметры реки приведены в табл. 1. Река Дашагылчай, стекая с гор недалеко от деревни Мухас, из широкого потока образующегося конуса разделяется на свободные притоки [6].

На основе данных гидропоста вблизи деревни Баш Дашагыл средний годовой расход воды р. Дашагылчай составляет 2,94 м^3/с (табл. 1). Наибольший расход воды наблюдался 24 июля 1985 г. – 93,0 м^3/с. Максимальный приток воды наблюдается в мае-июне (50…70 %) (табл. 2) [6].

[1] Азербайджанское НПО по гидротехнике и мелиорации, г. Баку, Азербайджан;
[2] «Азерсу» ОАО НИИ «Суканал», г. Баку, Азербайджан

Таблица 1

Основные гидроморфометрические характеристики реки Дашагылчай

Средняя ширина бассейна, км	Средний уклон реки, ‰	Средний многолетний расход воды, $м^3/с$	Средняя мутность, $г/м^3$	Площадь бассейна, $км^2$	Длина реки, км
1,5	21,3	2,94	1400	120	46

Таблица 2

Среднемесячные значения притока и потребления воды в р. Дашагылчай за период 1991…2015 гг.

Месяц												Среднегодовые
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Q, $м^3/с$												
2,40	1,60	1,90	3,86	4,78	4,49	3,48	3,11	3,18	2,70	2,10	1,70	2,94
R, кг/с												
0,53	0,73	0,86	4,9	28,5	20,6	7,9	6,7	6,6	2,5	2,8	0,99	6,4

Климатические особенности бассейна. Верхней части Дашагылчайского бассейна, на высоте 700…4000 м горного хребта Большого Кавказа, присущ климат горной тундры, зимой преобладает холод и повышенная влажность. В нижней части бассейна, в долине Ганых-Айричай умеренно теплый климат, с равномерным распределением осадков [2, 8].

Радиация на этой территории составляет 120…148 ккал/$см^2$, годовой радиационный баланс составляет 15…55 ккал/$см^2$. Средняя годовая температура воздуха колеблется в пределах 11,0…14,3 °С. Летом абсолютная максимальная температура воздуха составляет 40…41 °С. Среднегодовая абсолютная минимальная температура воздуха колеблется в пределах -10…-20 °С. Среднегодовая относительная влажность колеблется в пределах 60…80 %. В течение года испарение с поверхности воды в верхней части бассейна составляет 400…600 мм, а в нижней части – 600…800 мм. На высоте 400…800 м количество осадков в год составляет 600…900 мм, тогда как на средней и более высоте осадки бывают до 1200…1400 мм. Ежегодные осадки в горных районах увеличиваются до определенной высоты, а затем наблюдается их уменьшение [4, 7].

Характеристики основных элементов климата (температура воздуха, атмосферные осадки, испарение) приведены по данным наблюдения М Огуз (табл. 3).

Таблица 3

Среднегодовая температура и распределение осадков и испарения на М Огуз в период 1961…2015 гг.

Месяц												Средняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
t, °C												
0,4	1,3	5,0	11,4	16,1	20,5	23,8	23,1	18,9	12,6	7,0	2,4	11,9
Осадки, мм												Год
44	45	64	85	101	106	86	56	71	77	82	59	876
Испарение, мм												Год
25	31	52	80	110	125	151	150	115	85	65	41	750

Актуальность темы. Для увеличения водоснабжения Ширванской области и других населенных пунктов Абшеронского полуострова, было предложено использовать более богатый ресурсами подземных вод регион Азербайджана, долину Ганых-Айричай.

Согласно техническому заданию Министерства бытовых и жилищно-коммунальных услуг Азербайджанской Республики от 28 декабря 1990 года № 01-19/766 с целью водоснабжения городов Баку, Сумгаита и других населенных пунктов Абшерона, совместно были проведены гидрогеологические исследования Государственным геологическим комитетом и НИИ «Азерсугео» под руководством Э.Г. Аскербейли. По результатам математического моделирования были определены перспективные водные территории в восточной части равнины, ограниченной на западе Дашагылчаем, на востоке Бумчаем и Захлычаем, на севере южными склонами Большого Кавказа, на юге хребтом Аджинохур. Длина рабочей зоны водозабора составила 40 км, ширина около 15 км, а площадь 600 км^2. По результатам проведенных исследований подземных водных ресурсов долины Ганых-Айричай, с целью улучшения водоснабжения Баку и других населенных пунктов Абшеронского полуострова, в 2010 году был построен и введен в эксплуатацию водопровод «Огуз – Габала – Баку» мощностью 5,0 м^3/с [12]. Схематический план водозаборных скважин Огуз – Габала – Баку приведен на рисунке.

Однако широкое использование подземных водных ресурсов может привести к снижению уровня грунтовых вод и некоторому ряду экологических проблем [3].

Одна из таких экологических проблем имеет место в Конье, Турция, где активно используются подземные воды. Таким образом, на равнинах Чумра, Эрегли, Чиханбейли, Агшехир, Юнак провинции Конье имеются большие запасы подземных вод, примерно на глубине 20…100 м.

В некоторых местах эти воды выходят на поверхность земли как артезианские [11].

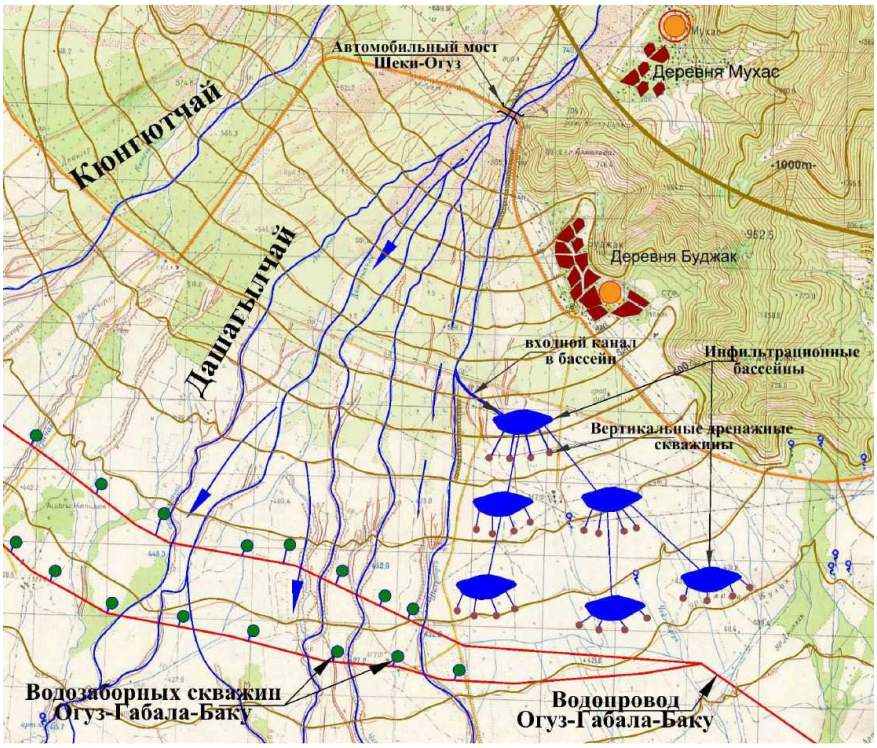

Рис. Схематический план водозаборных скважин Огуз – Габала – Баку и инфильтрационных бассейнов на конусе выноса реки Дашагылчай.

В результате использования в этих провинциях подземных вод для орошения и водоснабжения, уровень подземных вод за 33 года снизился до 14,3 м, а в некоторых районах до 70…80 м. В настоящее время аномальное падение уровня грунтовых вод в этом районе продолжается. В результате во многих частях провинции Конье естественная проточная вода и озера, питающиеся из подземных вод, полностью высохли. Наиболее характерной особенностью этого является полная осушка озера Агшир, которое питалось подземными водами.

Снижение уровня грунтовых вод в бассейне р. Конье, на долю которого приходится 40 % общих подземных вод Турции, за последние 20 лет уменьшило уровень воды в озерах Туз, Бейсейхир, Боллук, Кулу и Дюден.

Согласно исследованиям Мехмета Кайхана и Йылдыза Мехмета, в коре было сформировано более 100 склонов в результате снижения уровня грунтовых вод в бассейне Гарапинар провинция Конье [11].

Учитывая опыт соседей, использование подземных водных ресурсов в нашей стране (в долине Каних-Айричай) должно быть максимально

осторожным. В противном случае широкое использование подземных вод может вызвать вышеупомянутые экологические проблемы. Чрезмерная эксплуатация подземных вод может привести к нарушению естественного водного баланса, потере поверхностного стока, потере влаги и пористости и к нарушению водно-термического режима. Кроме того, истощение подземных водных ресурсов может привести к осушению источников. В связи с этим сельскохозяйственные поля истощатся, леса, озера и небольшие реки высохнуть.

Текущее состояние подземных вод в исследуемой зоне проанализировано на данных 5 наблюдательных скважинах в 2012…2015 гг. Анализ показал, что использование подземных водных ресурсов в бассейне в течение 4 лет привело к снижению уровня воды. Изменение динамики уровней подземных вод с течением времени показано в табл. 4 [5].

Таблица 4

С нижение уровня подземных вод в наблюдательных скважинах в период 2012…2015 гг.

Скважина	Снижение уровня воды, м
A_1	11,0
B_2	14,1
C_6	10,9
D_{12}	12,2
E_{17}	15,1
Среднее	12,7

Исследования, проведенные в скважинах, показали, что для устойчивого обеспечения водного баланса водоносного горизонта должен быть определен процент использования количества воды в год, для безопасной эксплуатации грунтовой воды в течение многих лет.

Согласно исследованиям в бассейне и опыту соседних стран, можно сказать, что использование подземных вод приведет к снижению уровня воды, что может вызвать определенные экологические проблемы. Поэтому целесообразно проводить работы по повышению уровня грунтовых вод.

Цель и задача исследования. Основная цель исследования – предотвратить экологические проблемы, которые могут возникнуть при использовании подземных водных ресурсов в этом районе, и разработать технические меры по восстановлению подземных вод. Поэтому были предложены технические меры для повышения уровня грунтовых вод в этом районе. Они соответствуют правилам ГОСТа Азербайджанской Республики, 8.2 (AzDTN 2.11-1) [1].

Целесообразно создавать небольшие инфильтрационные бассейны за пределами насыпи, эффективно используя водные ресурсы Дашагылчая, чтобы частично увеличить уровень грунтовых вод в районе исследования.

На основе существующих методов, включая территорию конуса выноса р. Дашагылчай, проведена техническая разработка мелкомасштабных инфильтрационных бассейнов за пределами речных притоков. Проведенные первоначальные исследования показывают, что за пределами бассейна Дашагылчая имеются закрытые рельефные плиты. Гидрологические параметры рек района позволяют строить бассейны инфильтрации [2]. Соответствующие места для строительства каскадных бассейнов за пределами русла реки показаны на рис. Предлагаемые бассейны, должны быть построены на абсолютных высотах 450…600 м над рядом субартезианских скважин. Количество инфильтрационных бассейнов, а также количество вертикальных дренажных скважин для искусственного пополнения грунтовыми водами и гидравлические параметры, могут быть рассчитаны при проектировании.

Для повышения уровня грунтовых вод в бассейне р. Дашагылчай желательно увеличить сбор речной воды в течение примерно 6 месяцев (октябрь – март) с помощью искусственных технических мероприятий.

Для быстрого и продолжительного процесса инфильтрации предполагается, что эти бассейны будут наполняться из реки в период межени, поскольку в этот период вода не используется на орошение. Часть стока Дашагылчая в течение зимы через искусственные каналы направляется в бассейны инфильтрации. Наполнение бассейнов позволит предотвратить снижение коэффициента фильтрации в питающих вертикальных дренажных скважинах. Целью не прямого стока речной воды через каналы в вертикальные дренажные скважины является то, что вода в бассейнах будет чистой, отстойной. Отстоянная вода в бассейне через трубы и каналы будет поступать в питающие вертикальные дренажные скважины. Должна быть предусмотрена герметичность отверстия в скважинах (защитная крышка), чтобы предотвратить попадание крупных частиц, мусора и фрагментов породы в вертикальные дренажные колодцы. Это позволит увеличить КПД вертикальных дренажных скважин и продлить сроки их эксплуатации на более длительный период времени.

В целом, создание малообъемных инфильтрационных бассейнов для рационального использования речного стока будет препятствовать быстрому оттоку воды из насыщенных почв, и приведет к частичному увеличению объема фильтрата из бассейна в вертикальные скважины.

Таким образом, вода, собранная в бассейне в зимний период, отфильтровывается по каналам и траншеям в вертикальные скважины, частично подпитывая и выравнивая объем грунтовых вод [10, 11].

Гидрологические характеристики инфильтрационных бассейнов в исследуемой области заключаются в следующем: в средних водоносных горизонтах Дашагылчая среднегодовой расход воды составляет 2,94 м^3/с (табл. 2). Средний многолетний расход воды Дашагылчая с октября по март составляет 2,1 м^3/с (табл. 5). Это позволяет в течение этого времени года проводить забор воды из реки порядка 1,0 м^3/ч.

Таблица 5

Средние многолетние расходы воды р. Дашагылчай за 1961…2015 гг.

Река – участкок	Месяц						Среднегодовой расход воды, м^3/с
	10	11	12	1	2	3	
Дашагылчай – Баш дашагыл	2,7	2,1	1,7	2,4	1,6	1,9	2,1
После изъятия из реки Q = 1 м^3/с воды	1,7	1,1	0,7	1,4	0,6	0,9	1,1

Количество воды, поступающей из Дашагылчая в бассейн в течение шести месяцев, будет следующим:

$$W_{сток} = Q \cdot T = 1{,}0 \cdot 180 \cdot 86400 = 15{,}55 \text{ млн. м}^3.$$

Был рассчитан полезный объем воды бассейна. Так же был рассчитан объем аккумулированных иловых наносов в течение 6 месяцев каждого года службы бассейна. Согласно данным наблюдений за мутностью р. Дашагылчай, средняя мощность наносов реки составит 1,41 кг/с (табл. 6).

Таблица 6

Средние многолетние наносы р. Дашагылчай, кг/с

Месяц						Среднегодовые
1	2	3	10	11	12	
0,53	0,73	0,86	2,5	2,8	0,99	1,41

Таким образом, объем наносов в течение маловодных шести месяцев (октябрь – март) будет следующим [7].

$$W_{мертвый} = \frac{V \cdot T}{\gamma_{ил.}} = \frac{1{,}41 \cdot 30 \cdot 6 \cdot 86400}{1{,}6} = 13{,}7 \text{ млн. кг} = 0{,}0137 \text{ млн. м}^3,$$

где $W_{мертвый}$ – мертвый (нанос) объем инфильтрационного бассейна, м^3; T – срок эксплуатации инфильтрационного бассейна, год; $\gamma_{ил.}$ – объемный вес ила, т/м^3; V – вес ила, т.

Мертвый (нанос ила) объем инфильтрационного бассейна в течение срока службы составит около 0,0137 млн. м^3. Полный объем бассейна будет следующим:

$$W_{полн.} = W_{мертв.} + W_{полезн.} = 0{,}0137 + 15{,}55 = 15{,}6 \text{ млн. м}^3.$$

Таким образом, предлагается построить инфильтрационные бассейны за пределами русла р. Дашагылчай объемом 15,6 млн. м^3. Инфильтрационные бассейны необходимо построить по обе стороны реки. Если глубина инфильтрационного бассейна будет h = 10 м, то общая площадь зеркальная воды составит F = 1 500 000 м^2.

Потери воды в инфильтрационных бассейнах были основаны на расчетах, проведенных для водохранилищ. Таким образом, проведенные исследования показывают, что часть воды, собранной в водохранилищах теряется: испаряется, просачивается и имеет другие утечки. В период эксплуатации резервуара потери на испарение с поверхности воды были в несколько раз выше, чем потери испарения воды до того, как был построен бассейн. Сумма этих потерь определяется физико-географическим расположением водохранилища, его протяженностью, площадью зеркала и т.д.

При расчете объема бассейна инфильтрации особенно важно знать потери на испарение. Эти потери можно определить либо по данным метеорологической станции, которая функционирует вблизи водохранилища, либо по методу А.М. Шихлинского [4].

Согласно исследованиям А.М. Шихлинского, среднегодовая скорость испарения на абсолютных высотах 450…600 м в бассейне Дашагылчая уменьшается с 600…800 мм до 300 мм в высокогорных районах [4].

Среднемесячные потери на испарение были рассчитаны на основе данных М Огуза Министерства экологии и природных ресурсов (табл. 7) [8].

Таблица 7

Средняя скорость испарения на М Огуз в течение 6 месяцев, мм

Месяц						Среднее
1	2	3	10	11	12	
23	28	33	52	36	27	33

Принимая во внимание вышесказанное, был проведен расчёт потерь на испарение из бассейна инфильтрации. Если площадь водной поверхности инфильтрационного бассейна, находящийся за пределами русла р. Дашагылчай, составляет F = 1 500 000 м^2, а величина испарения в этой области составляет h_b = 33 мм, то количество испарившейся воды при эксплуатации бассейна в течение 6 месяцев будет следующим:

$$V_b = h_b \cdot F = 0{,}033 \cdot 1\,500\,000 = 49\,500 \text{ м}^3.$$

Таким образом, из бассейна инфильтрации за 6 месяцев испарится $V_b \approx 0{,}50$ млн. м^3 воды. Принимая во внимание потерю на испарение из бассейна W_{tam} = 15,6 – 0,50 = 15,1 млн. м^3, возможно создать условия для накопления воды.

Согласно расчетам, планируется, что в случае Дашагылчайского бассейна объёмом в 15,6 млн. м^3, высота плотины не должна превышать 10 м. Предлагаемый к созданию инфильтрационный бассейн объемом $W_{полн.}$ = 15,6 млн. м^3, следует разбить на несколько небольших объёмов бассейнов каскадного типа. Это экономично и экологически обоснованно.

На исследуемой территории коэффициент фильтрации водопроницаемых пород колеблется в пределах 0,1…0,5 м/сут (на большей части периферийных конусов), 25…48 м/сут (в центральной, основной части конуса выноса) [2, 5]. Общий объем фильтрации, с основной части конуса выноса составит:

$$W_{басс.фильтр.} = \frac{F \cdot k}{t} = \frac{1560000 \cdot 0{,}1}{86400} = 1{,}81 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $W_{басс.фильтр.}$ – объем, м^3/с; F – площадь бассейна, м^2; t – период эксплуатации бассейна инфильтрации, сутки; k – средний коэффициент фильтрации горных пород в центральной, основной части конуса выноса, м/сут.

Учитывая приведенные расчеты, можно полагать, что это приведет к частичному увеличению уровня грунтовых вод в районе исследования.

Выше приведенные предложения могут быть реализованы на практике после технического обоснования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. AzDTN 2.11-1. Государственные строительные нормы и правила Азербайджанской Республики. – Баку: Государственный комитет по градостроительству и архитектуре Азербайджана, 2015. – 132 с.
2. Алиев Ф.Ф. Использование подземных водных ресурсов Азербайджанской Республики и геоэкологические проблемы. – Баку, Издательский дом «Чашиоглу», 2000. – 326 с.
3. Иманов Ф.А., Алекперов А.Б. Взаимосвязь поверхностных и подземных вод в подземном организационном контексте надземного течения в Азербайджане. // Водные технологии: Матер. II Каспийской междунар. Конф., Баку, Азербайджан, 2014. – Баку, 2014. – С. 69-74.

4. Мадатзаде А.А., Шихлинский Е.М. Климат Азербайджана. – Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1968. – 340 с.
5. Мамедов А.Ш., Эйюбов И.А. Оценка подземных вод с поверхностными водами и перспективы использования. // Азербайджанский технический университет. – 2017. – №3. – С. 70-75.
6. Мамедов М.А. Гидрография Азербайджана. – Баку: Нафта-Пресс, 2002. – 265 с.
7. Махмудов Р.Н. Региональные климатические изменения и речной сток Азербайджана // Метеорология и гидрология. – 2016. – №9. – С. 63-68.
8. Мусеибов М.А. Физическая география Азербайджана. – Баку: Маариф, 1998. – 400 с.
9. Смолянинов В.М. Водозаборы с искусственным пополнением подземных вод для орошения земель – Воронеж: Истоки, 2001. – 152 с.
10. Усенко В.С. Искусственная рекультивация и фильтрация в подземные воды. – Минск: Наука и техника, 1972. – 266 с.
11. Mutlu Y. Karapınar Çevresinde Yeraltı Suyu Seviyye Deyişmelerinin Yaratmış Olduğu Çevre Sorunları // Ankara Üniversiteti Çevre bilimleri Dergisi. – 2010. – № 2(2). – S. 145-163.
12. OĞUZ – QƏBƏLƏ – BAKI [Электрон. ресурс] URL: http://www.azersu.az/18-O%C4%9EUZ+Q%C6%8FB%C6%8FL%C6%8F+BAK (дата обращения 20.04.2018)

Поступила 29.06.2018

Техн. ғылымд. докторы А.Ш. Мамедов
И.А. Эйюбов

ДАШАҒЫЛЧАЙ АЛАБЫНЫҢ СУ АСТЫ СУЛАРЫ ДЕҢГЕЙІН ҚАЛЫПҚА КЕЛТІРУГЕ АРНАЛҒАН ТЕХНИКАЛЫҚ ШАРАЛАРДЫ ДАЙЫНДАУ

Түйінді сөздер: су асты сулары, ағын, жасанды толтыру, сіңу алабы, булану, көлем

Мақалада зерттелетін аумақта туындаған экологиялық проблемалар мен жер асты суларын қалпына келтіру шаралары келтірілген. Экологиялық тепе-теңдікті сақтау мақсаттары қарастырылған және жер асты сулары деңгейін арттырудың техникалық шаралары ұсынылған.

Дашағылчай өзені алабындағы жер асты суларының қазіргі жағдайы 2012...2015 жылдарда 5 құдықта жүргізілген бақылаулар

негізінде талданған. Кішімасштабты сіңу алаптарын құру ұсынылады.

Mamedov A.SH., Ayyubov I.A.

PREPARATION OF TECHNICAL ACTIONS FOR UNDERGROUND WATER LEVEL RESTORATION OF THE DASHAGYLCHAY RIVER BASIN

***Keywords**:* underground waters, flow, artificial filling, infiltration basin, evaporation, volume

In article, measures for elimination of the environmental problems and restoration of ground waters of the research region are proposed. Problems of ecological equilibrium are considered and technical actions for increase of ground water level are offered.

The current state of underground waters in the Dashagylchay River Basin for 5 wells is analyzed on the basis of the observations for period 2012…2015. It is offered to create small-scale infiltration basins.