

СВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В БАСЕЙНЕ КАСАНСАЯ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

Солиев Икболжон Рахмонбердиевич

Кандидат геолого-минералогических наук (PhD) Наманганский государственный университет.

Исмаилов Жалолиддин Камолиддинович

Магистрант по направлению «География», Наманганский государственный университет.

Аннотация: В данной статье проанализирована взаимосвязь изменения уровня грунтовых вод в бассейне Касансая с климатическими и гидрологическими факторами. На основе средне десятилетних значений атмосферных осадков и стока реки Касансай рассчитаны сезонные изменения. Также определена зависимость изменения уровня грунтовых вод в бассейне Касансая от речного стока и атмосферных осадков на основе коэффициента корреляции.

Ключевые слова: речной бассейн, изменение климата, температура воздуха, количество осадков, речной сток, грунтовые воды, уровень грунтовых вод, коэффициент корреляции, сезонные изменения, графики взаимосвязи.

RELATIONSHIP BETWEEN GROUNDWATER LEVEL CHANGES IN THE KASANSAY BASIN AND CLIMATIC AND HYDROLOGICAL FACTORS

Soliyev Ikboljon

PhD in Geological and Mineralogical Sciences, Namangan State University.

Ismailov Jaloliddin

Master's degree in Geography, Namangan State University.

Abstract. This article analyzes the interrelation between changes in groundwater levels in the Kasansay Basin and climatic and hydrological factors. Seasonal variations were calculated based on decadal averages of atmospheric precipitation and the discharge of the Kasansay River. Furthermore, the study determines the dependence of groundwater level changes on river discharge and atmospheric precipitation using the correlation coefficient.

Keywords: *river basin, climate change, air temperature, precipitation, river discharge, groundwater, groundwater level, correlation coefficient, seasonal variation, interrelation graphs.*

Введение. Изменение уровня грунтовых вод представляет собой сложный процесс, формирующийся под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. В свою очередь, этот процесс тесно связан с множеством факторов, включая климатические и гидрологические процессы. В настоящее время изменение климата оказывает значительное влияние на температуру воздуха, атмосферные осадки и гидрологический режим рек. Это, в свою очередь, приводит к подъему или снижению уровня грунтовых вод.

Кроме того, изменение уровня грунтовых вод, нарушение водного баланса и влажности почвы напрямую влияет на плодородие почв. Исходя из этого, научный анализ изменения уровня грунтовых вод во взаимосвязи с климатическими и гидрологическими факторами имеет актуальное значение.

В данной статье проанализирована взаимосвязь между уровнем грунтовых вод, сформировавшихся в бассейне Касансая, и атмосферными осадками, а также речным стоком. Для анализа использовались данные о средних месячных и годовых атмосферных осадках, измеренных на метеостанции Касансай в 1981–2020 годах, данные о среднемесячном и среднегодовом стоке реки Касансай, а также данные наблюдений из скважин бма и бмб гидрогеологической станции Намангана, расположенной в данном речном бассейне.

Анализ проводился на основе среднедекадных значений, и были определены взаимосвязи между показателями.

Цель настоящей статьи проанализировать взаимосвязь изменения уровня грунтовых вод в бассейне Касансая с климатическими и гидрологическими факторами. Для достижения этой цели были определены следующие задачи:

- выявить годовые и сезонные изменения атмосферных осадков на основе данных метеостанции, расположенной на территории бассейна Касансая;
- проанализировать изменения в годовом и внутригодовом распределении стока реки Касансай по сезонам;
- определить сезонные изменения уровня грунтовых вод в речном бассейне;
- оценить зависимость уровня грунтовых вод в бассейне Касансая от климатических и гидрологических факторов.

Анализ литературы и методология. Изменение климата изучается Всемирной метеорологической организацией. Проблема изменения климата освещалась в трудах зарубежных учёных, таких как С.А.Аррениус, Дж.Хансен, Р.Войет, а также российских учёных: Е.П.Борисенков (1988), М.И.Будыко (1997), Г.И.Марчук (1986), А.С.Монин (2005). В Узбекистане этот вопрос анализировался В.Э.Чубом (2007), М.Л.Арушановым (2010), Т.А.Ососковой (2005), Т.Р.Спекторманом, С.П.Никулиной, Г.Э.Глазириным, С.Р. Группером, Б.А.Камоловым, И.Р.Солиевым (2018) и другими.

Особенности подземных вод отдельных районов Ферганской долины подробно анализировались такими учёными, как О.К.Ланге (1947), В.А.Гейнс (1967), А.Н.Султанходжаев (1972), Н.Н.Ходжибаев (1976), Л.З.Шерфединов (2015), Б.Д.Абдуллаев (2008), И.У.Бойбобоев (2008), Р.М.Бегматов (2008), К.А.Исабаев и Т.Я.Авулчаев (2008), и другими. Однако взаимосвязь изменения уровня подземных вод в бассейне Касансая с климатическими и гидрологическими факторами до настоящего времени не рассматривалась как отдельный объект исследования.

В данной статье использованы такие методы, как бассейновый подход, принцип историзма, комплексный анализ, а также географическое сравнение и статистический анализ.

Результаты и обсуждение. Бассейн Касансая расположен в северной части Ферганской долины и охватывает площадь 1650 км². В статье проанализированы такие факторы, влияющие на изменение уровня грунтовых вод в речном бассейне, как атмосферные осадки, речной сток и изменение площади ледников.

Атмосферные осадки, выпадавшие в бассейне Касансая, были рассчитаны по сезонам на основе среднедекадных значений и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сезонные изменения среднедекадных атмосферных осадков на метеостанции Касансай

Десятилетия	Атмосферные осадки по сезонам, мм					Атмосферные осадки по сезонам, %				
	Весна	Лето	Осень	Зима	Годовой	Весна	Лето	Осень	Зима	Годовой
1981-1990	133	37	64	80	313	42	12	20	25	100
1991-2000	132	47	67	109	354	37	13	19	31	100
2001-2010	124	56	47	96	323	38	17	14	30	100
2011-2020	109	49	51	61	271	40	18	19	23	100

Таблица составлена автором

Годовое количество осадков в бассейне Касансая в 1991–2000 годах увеличилось на 41 мм по сравнению с 1981–1990 годами. В последующие десятилетия наблюдается тенденция к снижению годового количества осадков. Так, по сравнению с предыдущим десятилетием, в 2001–2010 годах количество осадков сократилось на 31 мм, а в 2011–2020 годах — ещё на 52 мм. Аналогичную картину можно наблюдать и в осенний и зимний сезоны. Для весны характерно снижение количества осадков в каждом последующем

десятилетия. Летние осадки, напротив, увеличивались до 2010 года, но в последнем десятилетии сократились на 7 мм. Изменения внутригодового распределения атмосферных осадков также приведены в таблице 1. Согласно данным таблицы, доля летних осадков в общем годовом объёме постепенно увеличивается: если в 1981–1990 годах она составляла 12%, то в 2011–2020 годах достигла 18%. В то же время доля весеннего сезона в структуре годового распределения осадков в последние десятилетия несколько уменьшилась. Подобная тенденция наблюдается и для осеннего и зимнего сезонов. Доля осени в 1991–2010 годах снизилась, тогда как доля зимнего сезона в этот же период незначительно увеличилась.

С целью определения сезонных изменений поверхностного стока в бассейне реки Касансай были рассчитаны среднедекадные годовые расходы реки Касансай и приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сезонные изменения среднедекадного расхода реки Касансай по десятилетиям

Десятилетия	Расход воды реки по сезонам (м³/с).					Расход воды реки по сезонам (%).				
	Весна	Лето	Осень	Зима	Годовой	Весна	Лето	Осень	Зима	Годовой
1981-1990	10	12	3	2	6	38	44	10	7	100
1991-2000	9	14	3	1	7	34	49	11	5	100
2001-2010	6	8	4	2	5	30	43	20	8	100
2011-2020	2	4	3	2	3	18	34	28	20	100

Таблица составлена автором

Данные таблицы показывают, что годовой расход воды реки Касансай увеличился на 1 м³/с в период 1991–2000 годов по сравнению с 1981–1990 годами, а затем в каждом последующем десятилетии снижался более чем на 2

м³/с. Подобные изменения наблюдались и в атмосферных осадках (таблица 1). Увеличение расхода реки в 1991–2000 годах по сравнению с 1981–1990 также характерно для летнего сезона, однако в последующее десятилетие (2011–2020) он снизился на 4 м³/с. Этот показатель составляет 50 % по сравнению с 2001–2010 годами и 66 % по сравнению с 1981–1990 годами.

В весенний сезон расход воды реки снижался во всех рассматриваемых десятилетиях по сравнению с 1981–1990 годами. В последнем десятилетии весенний расход уменьшился на 4 м³/с и составил 2 м³/с.

В осенний и зимний сезоны значительных изменений не наблюдается. Однако в распределении годового расхода воды по сезонам отмечены существенные изменения. Доля весеннего расхода сократилась с 38 % до 18%, а летнего — с 44 % до 34 %. В то же время доли осеннего и зимнего сезонов значительно увеличились. Это увеличение не связано с ростом расхода в осенний и зимний сезоны, а обусловлено резким снижением расходов в весенний и летний периоды.

Изменения расхода реки тесно связаны с изменениями атмосферных осадков. Коэффициент корреляции между среднедекадными значениями расхода реки и осадков составляет 0,88, что подтверждает вышеизложенные выводы. Эти анализы показывают, что в бассейне Касансая в последние десятилетия наблюдается снижение как атмосферных осадков, так и расхода воды реки. Кроме того, изменения площади ледников в бассейне Касансая также влияют на речной сток. Общая площадь ледников в бассейне сократилась на 40 % в 2016 году по сравнению с 1976 годом. Ледники площадью менее 0,1 км² сократились на 50% [7].

Для определения связи изменения уровня подземных вод с расходом реки и атмосферными осадками в бассейне Касансай использованы данные наблюдений скважин 6МА и 6МБ гидрогеологической станции г. Наманган. На основе средних месячных значений уровня подземных вод, измеренных в скважинах 6МА и 6МБ, рассчитаны сезонные изменения, приведённые в

таблице 3. В скважине 6МА, расположенной в бассейне реки, ведётся мониторинг уровня грунтовых вод до глубины 10 метров. Средний годовой уровень подземных вод в период 1981–1990 годов составлял 1,67 метра, к 2001–2010 годам уровень поднялся до 0,83 метра. В последнем десятилетии средний годовой уровень подземных вод несколько понизился и составил 0,94 метра. Изменения уровня подземных вод по всем сезонам соответствуют среднегодовым значениям.

Таблица 3

Сезонные изменения уровня подземных вод (м.)

Десятилетия	Наблюдательная скважина 6МА					Наблюдательная скважина 6МБ				
	Весна	Лето	Осень	Зима	Годовой	Весна	Лето	Осень	Зима	Годовой
1981-1990	1,57	1,59	1,74	1,76	1,67	-0,24	-0,69	-0,23	0,24	-0,23
1991-2000	1,27	1,30	1,26	1,37	1,30	0,47	0,26	0,36	0,46	0,39
2001-2010	0,71	0,87	0,90	0,85	0,83	0,72	0,94	1,01	0,84	0,88
2011-2020	0,80	0,93	1,00	1,03	0,94	1,36	1,45	1,48	1,46	1,44

Таблица составлена автором

Наблюдательная скважина 6МБ, расположенная в бассейне реки, находится в транзитной зоне подземного водоносного горизонта Касанся. В скважине наблюдается уровень подземных вод на глубине 40–45 метров. В этой части бассейна на глубине 40–45 метров распространены напорные (субнапорные) воды, которые иногда поднимаются выше уровня земли. Средний годовой уровень воды в 1981–1991 годах находился на 0,23 метра выше поверхности земли. В последующие десятилетия уровень подземных вод снижался. Изменения уровня подземных вод по сезонам соответствуют

годовому изменению. Во всех сезонах в последнем десятилетии (2011–2020) уровень подземных вод находится ниже 1 метра.

Это соответствует выше рассмотренным изменениям атмосферных осадков и расхода воды рек в бассейне. Для определения связи изменения уровня подземных вод с климатическими и гидрологическими факторами были построены графики зависимости на основе данных о годовом количестве атмосферных осадков, среднем годовом расходе реки Касансай и среднем годовом уровне подземных вод, измеренных на метеостанции Касансай. Значения уровня подземных вод для графика рассчитаны на основе средних показателей из наблюдений скважин 6МА и 6МБ (см. рисунок 1).

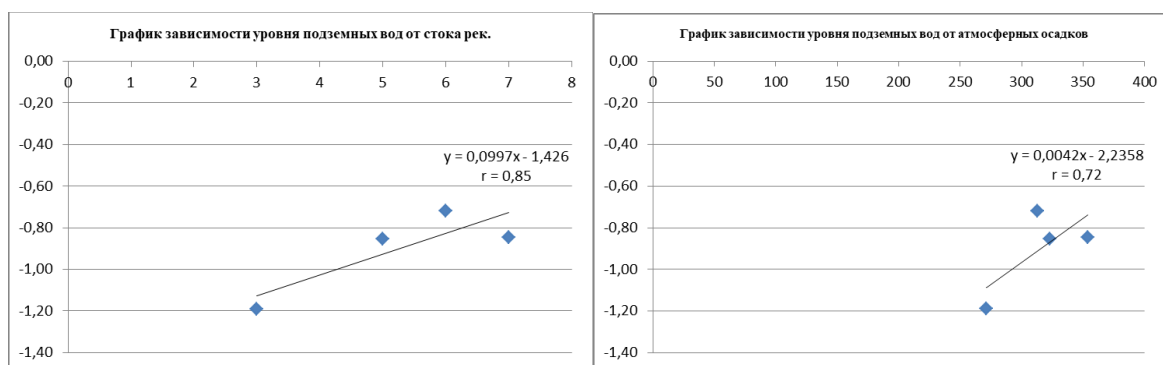


Рисунок 1. График зависимости уровня подземных вод от атмосферных осадков и стока рек

Согласно графикам, коэффициент корреляции между уровнем подземных вод и атмосферными осадками, выпадающими в бассейне реки, равен 0,72. Эти показатели свидетельствуют о связи изменения уровня подземных вод с атмосферными осадками. Также коэффициент корреляции между уровнем подземных вод и расходом реки Косансай составляет 0,85, что указывает на прямую зависимость изменения уровня подземных вод в бассейне от расхода реки.

Опираясь на приведённый анализ, можно сделать следующие выводы:

➤ В бассейне Касансай атмосферные осадки увеличивались до 2000-х годов, однако в последние десятилетия значительно сокращаются. Внутригодовое распределение осадков также претерпевает заметные

изменения: доля осадков в летний период увеличивается, тогда как доли в остальные сезоны уменьшаются.

➤ Годовой расход реки Касансай увеличивался до 1991–2000 годов, а затем значительно снизился. Эти изменения соответствуют изменениям атмосферных осадков в бассейне. Кроме того, во внутригодовом распределении расхода реки наблюдаются значительные изменения: весенний и летний расход уменьшается, а доля осадков в осенний и зимний сезоны значительно возрастает.

➤ Уровень подземных вод в бассейне реки за последние годы снижается. Этот процесс связан с климатическими и гидрологическими факторами. Коэффициенты корреляции подтверждают связь уровня подземных вод с атмосферными осадками и расходом реки. При использовании и охране подземных вод бассейна Косансай необходимо учитывать вышеперечисленные выводы.

Список использованной литературы:

1. Солиев И.Р. Фарғона водийси ер ости сувлари режимига иқлим илиши ва антропоген омилларнинг таъсири. – Наманган: Фазилят, 2018. – 135 б.
2. Солиев И.Р., Камолов Б.А. Шимолий Фарғона ер ости сувлари сатҳининг иқлим илишига реакцияси // Ўзбекистон Миллий университети хабарлари. – 2017. – № 3/1. – Б. 299–303.
3. Soliyev I.R., Kamolov B.A. Evaluation of changes of level of groundwater in Fergana valley under the influence of climate warming // International Journal of Geology, Earth and Environment Sciences. India. – 2018. № 8(2), May–August. – P. 14–17.
4. Kamolov B.A., Soliyev I.R. Reaction of groundwater regime of river basins of south Fergana on global warming // European Science Review. Austria, Vienna. – 2016. № 9–10. – P. 32–34.
5. Камолов Б.А., Солиев И.Р. Жанубий Фарғона ер ости сувларининг глобал иқлим илишига реакцияси // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. – 2016. №47. – Б. 169–173.
6. Камолов Б.А., Солиев И.Р. Ер ости сувлари сатҳи ўзгарувчанлигини баҳолаш (Сўх ва Исфара ер ости сув конлари мисолида) // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. – 2017. №50. – Б. 198–203.

7. Солиев И.Р. Сўх дарёси ҳавзасидаги ер ости сувлари режимининг глобал илишга реакцияси // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. – 2015. №46. – Б. 194–196.

8. Камолов Б.А., Солиев И.Р. Ер ости сувлари сатҳи ўзгаришини статистик таҳлил қилиш усуллари // Материалы международной научно-технической конференции «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения». – Ташкент: АО «Гидроингео», 2015. – С. 314–317.

9. Камолов Б.А., Солиев И.Р. Фарғона водийси дарёлари оқими ва ер ости сувлари сатҳи ўртасидаги боғлиқликни баҳолаш // География в XXI веке: проблемы и перспективы развития. Материалы республиканской научно-практической конференции. – Самарканд: СамГУ, 2017. – С. 104–105.