

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы **Сапаргалиева Данияра Сериковича** на тему:
«Формирование и перспективы освоения подземных вод меловых отложений
Жемского артезианского бассейна в Актюбинской области», представленной на
соискание ученой степени доктора PhD по образовательной программе: 8D05202 –
«Гидрогеология и инженерная геология»

Актуальность исследования. Шестой целью ООН в области устойчивого развития до 2030 года заявлено «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех».

Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев в последние годы остро поднимает вопрос обеспеченности территории страны водными ресурсами. Свидетельством этому является создание отраслевого государственного органа – Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан в сентябре 2023 года. Воссоздана Национальная гидрогеологическая служба «Казгидрогеология». В 2025 году в Послании Главы государства Касым-Жомарт Токаева народу Казахстана «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию» повторно отметил, что «Вода – это стратегический ресурс, без воды нет жизни». В 2025 году составлен и утвержден новый «Водный кодекс Республики Казахстан» (Кодекс Республики Казахстан от 9 апреля 2025 года № 178-VIII ЗРК).

Одним из вододефицитных регионов страны является Западный Казахстан. Экономический рост и развитие недропользования в Западном регионе, как и в целом в Республике Казахстан, привело к увеличению потребности в водных ресурсах. В Западном Казахстане интенсивно ведется разработка месторождений углеводородного сырья, однако отсутствуют крупные поверхностные водотоки для решения вопросов хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения промыслов, в связи с чем активно разведываются месторождения пресных и слабосоленых подземных вод, приуроченные к меловым отложениям Жемского артезианского бассейна.

В пределах Жемского артезианского бассейна расположены такие месторождения подземных вод, как Кундактыкырское, Моисеевское, Сарыбулакское, Шубарсайское и Западно-Кандыгаашское, запасы которых могут перекрыть перспективную потребность г.Актобе и близлежащих населенных пунктов Актюбинской области. А эксплуатационные запасы месторождения Кокжиде, которое в последние годы стало объектом пристального внимания ученых, специалистов и общественности страны, водообеспечить население Атырауской области качественной питьевой водой.

В диссертационном исследовании изучаются гидрогеологические особенности формирования ресурсов подземных вод меловых отложений Жемского артезианского бассейна, опыт разведки, эксплуатации и переоценки ряда месторождений подземных вод в его пределах и перспективы их использования в регионе, который изучен и освоен довольно слабо в связи с малой заселенностью.

На территории Жемского артезианского бассейна разведано 40 % эксплуатационных запасов подземных вод Актюбинской области, существенная часть из которых приурочены к меловым отложениям, в частности – к альб-сеноманским – 88 % или 655,89 тыс. м³/сут. При этом степень освоенности

эксплуатационных запасов подземных вод Актюбинской области невысокая и добыча составляет лишь 7 % от суммарных запасов области.

Увеличение перспективной потребности в хозяйственно-питьевой воде Актюбинской области с 321,06 тыс. м³/сут на 2030 до 393,44 тыс. м³/сут в 2070 году приведет к увеличению добычи. К тому же, ресурсы подземных вод Жемского артезианского бассейна могут обеспечить питьевой водой и Атыраускую область, являющийся вододефицитной. Перспективная потребность последней в хозяйственно-питьевой воде увеличиться от 195,46 тыс. м³/сут до 253,13 тыс. м³/сут в 2070 году. Таким образом, суммарная перспективная потребность двух областей к 2070 году составит 646,57 тыс. м³/сут.

Оценка эксплуатационных запасов подземных вод ряда месторождений Жемского бассейна, таких как Кокжиде, Кундактыкырское, Кандагачское, Сарыбулакское, Моисеевское производилось методом математического моделирования. Эти двух-трехслойные модели воспроизводят гидрогеологические условия четвертичных и альб-сеноманских меловых водоносных комплексов в районе переоцениваемых месторождений. Поскольку эти модели не могли моделировать взаимодействие водоносных горизонтов в пределах всего Жемского артезианского бассейна, в этой работе впервые была разработана полная модель MODFLOW альб-сеноманского водоносного комплекса всего Жемского артезианского бассейна.

Резкая континентальность и засушливость климата территории бассейна обуславливают слабое и неравномерное развитие речной сети, которые не имеют больших расходов и ограничены местным стоком. Эти факторы, в купе с незащищенностью поверхностных вод, поднимают роль подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса как одного из самых перспективных источников, прежде всего хозяйственно-питьевого водоснабжения и оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод данных отложений методом математического моделирования является весьма актуальным.

Объектом исследований являются подземные воды мелового альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского бассейна пластовых и блоково-пластовых вод II-го порядка Прикаспийской системы пластовых вод артезианского бассейна I-го порядка.

Предмет исследований – изучение структурно-гидрогеологических закономерностей формирования и размещения ресурсов подземных вод мелового альб-сеноманского водоносного комплекса в пределах Жемского артезианского бассейна.

Основной целью работы является оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод мелового альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна методом математического моделирования, с учетом водоотбора, который может быть достигнут при вводе в эксплуатацию всех месторождений и участков подземных вод и взаимодействий их между собой, а также установление и изучение сложных закономерностей их формирования и перспективы их освоения с обоснованием мероприятий по рациональному использованию подземных вод.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) проанализированы геолого-гидрологические, климатические, гидрологические условия территории исследований путем сбора и систематизации ранее проведенных исследований, уточнены условия, определяющие формирование

подземных вод Жемского артезианского бассейна;

2) изучены уровенный режим подземных вод за многолетний период, гидрогеологические условия и региональные закономерности месторождений подземных вод мелового альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна;

3) создана математическая модель оценить с помощью системы моделирования Visual MODFLOW, охватывающая всю площадь Жемского артезианского бассейна для прогнозирования и оценки ресурсов подземных вод;

4) обоснованы текущие и перспективные прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод мелового альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна.

Методы исследований. В работе использованы комплексные методы исследований, включающие современные методы и методологии гидрогеологии, анализ и обобщение материалов по геоструктурным особенностям, природным и гидрогеологическим условиям рассматриваемой территории, а также современные программные средства для создания модели альб-сеноманского водоносного комплекса в пределах всего Жемского артезианского бассейна при оценке ресурсов.

Научная новизна. По результатам выполнения комплекса научных исследований:

1) Выявлены и количественно оценены основные факторы формирования ресурсов подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна, включая соотношение емкостных запасов, инфильтрационного питания, фильтрацию поверхностных вод, что впервые позволило определить вклад каждого элемента водного баланса в общий объем формируемых ресурсов и выделить зоны активного водообмена.

2) Впервые разработана математическая модель гидрогеологических условий территории бассейна с целью оценки прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод мелового альб-сеноманского водоносного комплекса, используя данные по гидрогеологическим параметрам разведанных месторождений и участков подземных вод, апробированные соответствующими уполномоченными органами.

3) На основе математического моделирования, обоснован и предложен эффективный и рациональный сценарий эксплуатации водозаборов для исключения истощения запасов подземных вод на отдельных месторождениях, что позволит эксплуатировать все остальные месторождения и участки в заданных нагрузках.

4) Разработаны научно обоснованные рекомендации по рациональному и устойчивому использованию подземных вод альб-сеноманского комплекса Жемского артезианского бассейна до 2070 года, что позволит решить вопрос водообеспечения хозяйственно-питьевой водой как Актюбинской, так и соседних Атырауской и Мангистауской областей, расположенных в вододефицитном регионе.

Основные защищаемые положения:

1) Гидрогеологические условия Жемского артезианского бассейна определяются системой взаимосвязанных напорных и безнапорных водоносных горизонтов и комплексов, формирующих единый артезианский бассейн, подземный сток которого обусловлен региональной структурой фундамента и литологией перекрывающих толщ.

2) С использованием программного комплекса Visual MODFLOW создана и откалибрована гидродинамическая модель альб-сеноманского водоносного комплекса в пределах Жемского артезианского бассейна, достоверно отражающая пространственное распределение уровней и направление подземного стока при условии ввода в эксплуатацию всех месторождений и участков подземных вод с утвержденными эксплуатационными запасами до 2070 года.

3) На основе модельных прогнозов определены изменения уровней и дебитов подземных вод на последующие 25 и 50 лет при различных сценариях водоотбора и климатических условий, обеспечив научно обоснованную основу для оптимизации эксплуатации водозаборов и предотвращения истощения подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса в пределах Жемского артезианского бассейна.

4) Формирование ресурсов подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна обусловлено преимущественно за счет инфильтрационного питания атмосферных осадков в зонах выхода водоносных пород на поверхность, в том числе за пределами описываемого бассейна.

Практическая значимость исследования заключается в использовании результатов работ при:

1) уточнении схем территориального планирования и водохозяйственного районирования Актюбинской области;

2) при рассмотрении вопроса переброски подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна, в том числе в вододефицитные соседние области, как Атырауская и Мангистауская;

3) при разведке новых месторождений и участков подземных вод на альб-сеноманский водоносный комплекс в пределах Жемского артезианского бассейна;

4) разработанная математическая модель гидродинамического режима подземных вод в программном комплексе Visual MODFLOW является практическим инструментом для прогнозирования последствий водоотбора, оценки освоенности и истощения перспективного альб-сеноманского водоносного комплекса Жемского артезианского бассейна и выбора оптимальных режимов эксплуатации водозаборов;

5) На основе выполненных исследований предложены рекомендации по рациональному и экологически безопасному освоению подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса, включающие оптимизацию водоотбора, регулирование антропогенных нагрузок, что обеспечивает устойчивое водопользование в условиях изменяющегося климата и растущего хозяйственного освоения региона.

Работа над диссертацией выполнялась в Институте гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина в рамках грантового и программно-целевого финансирования научных исследований, а также гранта на обучение от Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач диссертации; сборе, обработке и анализе материалов; создании математической модели; обобщении и интерпретации полученных результатов исследований; формулировании выводов и основных положений, выносимых на защиту; написании научных статей по теме диссертации.

В основу диссертации положены результаты личных полевых гидрогеологических исследований автора, который в течение последних 19 лет

проводил разведку, доразведку и переоценку эксплуатационных запасов подземных вод таких месторождений, как Ащиколь, Урихтау, Алибекмола, Кандагачское, Темирское, Кундактыкырское, Шубаркудыкское, Новоалексеевское, Кумсайское, Моисеевское, а также участков Тамды, Карабулак, Казахстан, Аккемир, Маржанбулак, Жарлы, Новомихайловка, Сарбулак, расположенных в пределах Жемского артезианского бассейна и запасы которых приурочены к альб-сеноманскому водоносному комплексу, в качестве ответственного исполнителя, автора и соавтора отчетов.

Публикации. По теме диссертации в период с 2000 по 2025 годы опубликовано 10 статей, в том числе: 3 статьи в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНВО РК; 2 статьи в международных журналах, входящих в базу данных Scopus (MDPI Applied Sciences; Nature Portfolio, Scientific Reports); 5 статей опубликованы в материалах международных конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованных источников. Объем работы составляет 151 страниц текста, 44 рисунка, 31 таблицы, список использованных источников из 82 наименований.

Докторант



Д.С. Сапаргалиев

Научный руководитель, к.г.-м.н.



Е.Ж. Муртазин

И.о. заведующего кафедрой ГИиНГ



Р.С. Акпанбаев

Сапарғалиев Данияр Серікұлының 8D05202 – «Гидрогеология және инженерлік геология» мамандығы бойынша философия докторы ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған «Ақтөбе облысындағы Жем артезиан бассейнінің бор шөгінділерінің жерасты суларының қалыптасуы және игеру перспективасы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

АННОТАЦИЯ

Зерттеудің өзектілігі. БҰҰ-ның 2030 жылға дейінгі тұрақты дамудың алтыншы мақсаты «Әрқайсысы үшін су ресурстарының болуы мен оның саналы пайдалануын, сондай-ақ санитарияны қамтамасыз ету» деп жарияланды.

Қазақстан Республикасы Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев соңғы жылдары елдің су ресурстарымен қамтамасыз етілу мәселесін өзекті түрде көтеріп отыр. Мұның дәлелі 2023 жылдың қыркүйегінде салалық мемлекеттік орган – Қазақстан Республикасы Су ресурстары және ирригация министрлігінің құрылуы болып табылады. «Қазгидрогеология» ұлттық гидрогеологиялық қызметі қайта құрылды. 2025 жылы Қазақстан халқына арнаған Қазақстан Республикасы Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Жасанды интеллект дәуіріндегі Қазақстан: цифрлық трансформация арқылы өзекті міндеттер мен оларды шешу» атты Жолдауында «Су – бұл стратегиялық ресурс, сусыз өмір жоқ» деп қайта атап өтті. 2025 жылы жаңа «Қазақстан Республикасының Су кодексі» (Қазақстан Республикасының 2025 жылғы 9 сәуірдегі № 178-VIII ҚРЗ Кодексі) құрастырылып, бекітілді.

Елдің су тапшылығы бар аймақтарының бірі – Батыс Қазақстан. Батыс аймақтағы, сондай-ақ бүкіл Қазақстан Республикасындағы экономикалық өсуі және кен өндірудің дамуы су ресурстарына деген қажеттілікті арттырды. Батыс Қазақстанда көмірсутек шикізатының кен орындары қарқынды игерілуде, алайда тұрмыстық-ауыз су және техникалық сумен қамтамасыз ету мәселелерін шешу үшін жербеті су ағындары шектген, осыған байланысты Жем артезиан бассейнінің бор шөгінділерінде шоғырланған тұщы және әлсіз ащы жерасты суларының кен орындары белсенді барлануда.

Жем артезиан бассейнінің шегінде Құндақтықыр, Моисеевское, Сарыбұлақ, Шұбарсай және Батыс Қандыағаш сияқты жерасты суларының кен орындары орналасқан, олардың қорлары Ақтөбе қаласы мен Ақтөбе облысының төңірегіндегі елді мекендердің болашақтық қажеттілігін қамтуы мүмкін. Ал соңғы жылдары елдің ғалымдары, мамандары және қоғамдық пікірінің назарын өзіне аударған Көкжиде кен орнының өндірістік қорлары Атырау облысының тұрғындарын сапалы ауыз сумен қамтамасыз ете алады.

Диссертациялық зерттеуде Жем артезиан бассейнінің бор шөгінділеріндегі жерасты сулары ресурстарының қалыптасуының гидрогеологиялық ерекшеліктері, оның шегіндегі бірқатар жерасты сулары кен орындарын барлау, пайдалану және қайта бағалау тәжірибесі және тұрғындарының саны аз болғандықтан өте әлсіз зерттелген және игерілген аймақта оларды пайдалану перспективалары зерттеледі.

Жем артезиан бассейнінің аумағында Ақтөбе облысының жерасты суларының өндірістік қорларының 40 % барланған, оның айтарлықтай бөлігі бор шөгінділерінде, атап айтқанда альб-сеноман шөгінділеріне – 88 % немесе 655,89 мың м³/тәу барланған. Сонымен бірге Ақтөбе облысының жерасты суларының өндірістік қорларын игеру деңгейі төмен және өндіру облыстың жалпы қорларының тек 7 % құрайды.

Ақтөбе облысының тұрмыстық-ауыз суына деген болашақтық қажеттілігінің 2030 жылға 321,06 мың м³/тәу-тен 2070 жылы 393,44 мың м³/тәу-ке дейін артуы су өндірудің өсуіне әкеледі. Сонымен қатар, Жем артезиан бассейнінің жерасты сулар ресурстары су тапшылығы бар Атырау облысын да ауыз суымен қамтамасыз ете алады. Соңғысының тұрмыстық-ауыз суына деген болашақтық қажеттілігі 195,46 мың м³/тәу-тен 2070 жылы 253,13 мың м³/тәу-ке дейін артады. Осылайша, екі облыстың жалпы болашақтық қажеттілігі 2070 жылы 646,57 мың м³/тәу-ті құрайды.

Көкжиде, Құндақтықыр, Қандағаш, Сарыбұлақ, Моисеевское сияқты Жем бассейнінің бірқатар кен орындарындағы жерасты суларының өндірістік қорларын математикалық модельдеу әдісімен бағалау жүргізілді. Бұл екі-үш қабатты модельдер қайта бағаланатын кен орындары ауданындағы төрттік және альб-сеноман бор сулы кешендерінің гидрогеологиялық жағдайларын қарастырады. Бұл модельдер бүкіл Жем артезиан бассейні шегіндегі сулы горизонттардың өзара әрекеттесуін модельдей алмағандықтан, бұл жұмыста алғаш рет Жем артезиан алабының альб-сеноман сулы кешенінің MODFLOW толық моделі әзірленді.

Алап аумағының климатының айқын континенттік және құрғақ сипаты өзен желісінің әлсіз және біркелкі емес дамуын анықтайды, олардың үлкен шығыны жоқ және жергілікті ағынмен шектеледі. Бұл факторлар, жер беті суларының қорғалмағандығымен қоса, альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларының рөлін, әсіресе тұрмыстық-ауыз сумен жабдықтауда ең перспективалы көздерінің бірі ретінде көтереді және осы шөгінділердің жерасты суларының болжамды өндірістік ресурстарын математикалық модельдеу әдісімен бағалау өте өзекті болып табылады.

Зерттеу объектісі болып бірінші ретті Каспийманы жүйесінің қабатты сулар артезиан бассейнінің екінші ретті қабатты және блокты-қабатты сулар Жем бассейнінің бор альб-сеноман сулы кешенінің жерасты сулары.

Зерттеу тақырыбына Жем артезиан бассейнінің шегіндегі бор альб-сеноман сулы кешенінің жерасты сулары ресурстарының қалыптасуы мен орналасуының құрылымдық-гидрогеологиялық заңдылықтарын зерттеу.

Жұмыстың негізгі мақсаты – Жем артезиан бассейнінің бор альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларының болжамды өндірістік ресурстарын математикалық модельдеу әдісімен, жерасты суларының барлық кен орындары мен учаскелерін пайдалануға енгізу кезінде жетуі мүмкін және олардың бір-бірімен өзара әрекеттесуін ескере отырып бағалау, сондай-ақ олардың қалыптасуының күрделі заңдылықтарын анықтау және зерттеу және оларды игеру перспективалары, жерасты суларын саналы пайдалану бойынша іс-шараларды негіздеу.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

1) бұрын жүргізілген зерттеулерді жинау және жүйелеу арқылы зерттеу аумағының геологиялық-гидрологиялық, климаттық, гидрологиялық жағдайлары талданды, Жем артезиан бассейнінің жерасты суларының қалыптасуын анықтайтын жағдайлар нақтыланды;

2) жерасты суларының көпжылдық деңгейлік режимі, Жем артезиан бассейнінің бор альб-сеноман сулы кешенінің жерасты сулары кен орындарының гидрогеологиялық жағдайлары және аймақтық заңдылықтары зерттелді;

3) жерасты сулары ресурстарын болжау және бағалау үшін Жем артезиан бассейнінің барлық аумағын қамтитын Visual MODFLOW модельдеу жүйесін қолданып математикалық модель құрылды;

4) Жем артезиан бассейнінің бор альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларының ағымдағы және болашақтық болжамды өндірістік ресурстары негізделді.

Зерттеу әдістері. Жұмыста гидрогеологияның заманауи әдістер мен әдіснамаларын қосатын, қарастырылып отырған аумақтың геоқұрылымдық ерекшеліктері, табиғи және гидрогеологиялық жағдайлары бойынша материалдарды талдау және жалпылау, сондай-ақ ресурстарды бағалау кезінде бүкіл Жем артезиан бассейнінің шегіндегі альб-сеноман сулы кешенінің моделін құру үшін заманауи бағдарламалық құралдарды қамтитын кешенді зерттеу әдістері қолданылды.

Ғылыми жаңалық. Кешенді ғылыми зерттеулер жүргізу нәтижелері бойынша:

1) Жем артезиан бассейнінің альб-сеноман сулы кешенінің жерасты сулары ресурстарын қалыптастыратын негізгі факторлары, оның ішінде сыйымдылық қорларының арақатынасы, инфильтрациялық толықтырылу, беткі суларды сүзгілеу анықталды және сандық бағаланды, бұл су балансының әрбір элементінің қалыптасқан ресурстардың жалпы көлеміне үлесін анықтауға және белсенді су алмасу аймақтарын бөліп көрсетуге алғаш рет мүмкіндік берді.

2) Барланған жерасты сулары кен орындары мен учаскелерінің тиісті уәкілетті органдардың апробациясын өткен гидрогеологиялық параметрлері бойынша деректерді қолдана отырып, бор альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларының болжамды өндірістік ресурстарын бағалау мақсатында бассейн аумағының гидрогеологиялық жағдайларының математикалық моделі алғаш рет әзірленді.

3) Математикалық модельдеу негізінде жерасты сулары қорларының жекелеген кен орындарында таусылуынан аулақ болу үшін су алу құрылыстарын пайдаланудың тиімді және ұтымды сценарийі негізделді және ұсынылды, бұл барлық басқа кен орындары мен учаскелерді белгіленген жүктемелерде пайдалануға мүмкіндік береді.

4) 2070 жылға дейін Жем артезиан бассейнінің альб-сеноман кешенінің жерасты суларын саналы және тұрақты пайдалану бойынша ғылыми негізделді ұсыныстар әзірленді, бұл су тапшылығы бар аймақта орналасқан Ақтөбе облысында, оның көршілес Атырау және Маңғыстау облыстарын да тұрмыстық-ауыз суымен қамтамасыз ету мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

Қорғауға ұсынылған негізгі ережелер:

1) Жем артезиан бассейнінің гидрогеологиялық жағдайлары қысымды және қысымсыз сулы горизонттар мен кешендер жүйесі арқылы анықталатын жерасты ағыны аймақтық құрылымымен және үстіңгі кабаттардың литологиясымен анықталатын өзара байланысты бірыңғай артезиан бассейнін құрайды.

2) Visual MODFLOW бағдарламалық кешенін қолдана отырып, Жем артезиан бассейні шегіндегі альб-сеноман сулы кешенінің гидродинамикалық моделі құрылып, 2070 жылға дейін бекітілген өндірістік қорлары бар жерасты суларының барлық кен орындары мен учаскелерін пайдалануға енгізу жағдайында деңгейлердің кеңістіктік таралуын және жерасты ағынының бағытын сенімді көрсететіндей етіп калибрленді.

3) Модельдік болжамдар негізінде су алу мен климаттық жағдайлардың әртүрлі сценарийлері бойынша жерасты сулары деңгейі мен дебиттерінің келесі 25 және 50 жыл ішіндегі өзгерістері анықталды, бұл су алу құрылыстарын пайдалануды оңтайландыру және Жем артезиан бассейні шегіндегі альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларының таусылуына жол бермеу үшін ғылыми негізді қамтамасыз етті.

4) Жем артезиан бассейнінің альб-сеноман сулы кешенінің жерасты сулары ресурстарының қалыптасуы негізінен сулы тау жыныстарының бетке шығу аймақтарында, соның ішінде сипатталған алаптан тыс жерде, атмосфералық жауын-шашындардың инфильтрациялық толықтырылу есебінен жүзеге асады.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы жұмыс нәтижелерін келесі жағдайларда пайдалануға байланысты:

1) Ақтөбе облысының аумақтық жоспарлау және су шаруашылығының аудандастыру схемаларын нақтылау кезінде;

2) Жем артезиан бассейнінің альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларын, оның ішінде су тапшылығы бар көршілес Атырау және Маңғыстау облыстарына су тасымалдау мәселесін қарау кезінде;

3) Жем артезиан бассейні шегінде альб-сеноман сулы кешенге жаңа жерасты сулары кен орындары мен учаскелерін барлау кезінде;

4) Visual MODFLOW бағдарламалық кешенінде әзірленген жерасты суларының гидродинамикалық режимінің математикалық моделі су алу салдарын болжау, Жем артезиан бассейнінің перспективалы альб-сеноман сулы кешенін игеру және таусылуын бағалау және су алу құрылыстарын пайдаланудың оңтайлы режимдерін таңдау үшін практикалық құрал болып табылады;

5) Жүргізілген зерттеулер негізінде альб-сеноман сулы кешенінің жерасты суларын саналы және экологиялық қауіпсіз игеру бойынша, оның ішінде су алуды оңтайландыру, антропогендік жүктемелерді реттеуді қамтитын ұсыныстар жасалды, бұл өзгеріп отыратын климат жағдайында және аймақтың шаруашылық игерілуінің өсуінде тұрақты су пайдалануды қамтамасыз етеді.

Диссертация бойынша жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің оқу гранты аясында, сондай-ақ У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институтында гранттық және бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру шегінде орындалды.

Автордың жеке үлесі диссертацияның мақсаты мен міндеттерін қоюға; материалдарды жинау, өңдеу және талдауға; математикалық модельді құруға; алынған зерттеу нәтижелерін жалпылау және түсіндіруге; қорытындылар мен қорғауға ұсынылатын негізгі ережелерді тұжырымдауға; диссертация тақырыбы бойынша ғылыми мақалалар жазуда.

Диссертация автордың жеке далалық гидрогеологиялық зерттеулерінің нәтижелеріне соңғы 19 жыл ішінде Жем артезиан бассейні шегінде орналасқан және олардың қорлары альб-сеноман сулы кешеніне байланысты Ащыкөл, Үріқтау, Әлібекмола, Қандағаш, Темір, Құндақтықыр, Шұбаркүдық, Жаңаалексеев, Құмсай, Моисеевское кен орындары, сондай-ақ Тамды, Қарабұлақ, Қазақстан, Ақкемір, Маржанбұлақ, Жарлы, Новомихайловка, Сарбұлақ учаскелерінің жерасты суларының өндірістік қорларын барлау, қайта барлау және қайта бағалауды жауапты орындаушы, есептердің авторы және соавторы ретінде жүргізген және негізделген.

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 2000-2025 жж. аралығында 10 мақала жарияланды, оның ішінде: ҚР ҒЖБМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған республикалық мамандандырылған басылымдарда 3 мақала; Scopus дерекқорына енген халықаралық журналдарда 2 мақала (MDPI Applied Sciences; Nature Portfolio, Scientific Reports); халықаралық конференция материалдарында 5 мақала жарияланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспе, 6 тарау, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс көлемі 151 бет, 44 сурет, 31 кесте, 82 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімін құрайды.

Докторант



Д.С. Сапарғалиев

Ғылыми кеңесші, г.-м.ғ.к.



Е.Ж. Мұртазин

ГЖИМГ кафедра меңгерушісінің м.а.



Р.С. Ақпанбаев

ABSTRACT

of the dissertation work of **Sapargaliyev Daniyar Serikovich** on the topic: 'Formation and prospects for the development of Cretaceous groundwater resources of the Zhem artesian basin in the Aktobe region', submitted for the degree of Doctor of Philosophy PhD (PhD) in the speciality of 8D05202 – 'Hydrogeology and Engineering Geology'

The relevance of the research. The sixth UN Sustainable Development Goal until 2030 is 'Ensuring the availability and sustainable management of water and sanitation for all'. The President of the Republic of Kazakhstan, Kassym-Jomart Tokayev, has raised the issue of the country's water resources provision acutely in recent years. Evidence of this can be seen in the establishment of a specialised state body, the Ministry of Water Resources and Irrigation of the Republic of Kazakhstan, in September 2023. The National Hydrogeological Service 'Kazgidrogeologia' has also been re-established. In his 2025 Address to the Nation, Kassym-Jomart Tokayev emphasised that 'Water is a strategic resource; without water, there is no life'. Current Tasks and Their Solutions Through Digital Transformation', he again emphasised that 'water is a strategic resource; without water, there is no life'. In 2025, the new 'Water Code of the Republic of Kazakhstan' was drafted and approved (the Code of the Republic of Kazakhstan, dated 9 April 2025, No. 178-VIII LRK).

Western Kazakhstan is one of the country's water-deficient regions. Economic growth and the development of subsoil use in Western Kazakhstan and the rest of the Republic have led to an increased demand for water resources. Hydrocarbon field development in Western Kazakhstan is intensive; however, there is a lack of major surface watercourses to supply the fields with domestic, drinking and industrial water. Consequently, deposits of fresh and slightly brackish groundwater associated with Cretaceous deposits in the Zhem artesian basin are being actively explored.

Within the Zhem artesian basin, groundwater deposits such as Kundactoryr, Moiseevskoye, Sarybulakskoye, Shubarsayskoye, and Zapadno-Kandyagashskoye have reserves that could meet the projected demand of Aktobe city and the surrounding area. Furthermore, the operational reserves of the Kokzhide deposit, which has recently attracted the attention of scientists, specialists and the public, could supply the Atyrau region's population with high-quality drinking water.

This dissertation studies the hydrogeological features of the formation of groundwater resources in the Cretaceous deposits of the Zhem artesian basin. It also examines the experience of exploring, operating and re-evaluating a number of groundwater deposits within its boundaries, as well as the prospects for their use in a relatively understudied and underdeveloped region with low population density.

Forty per cent of the Aktobe Region's operational groundwater reserves are located within the Zhem artesian basin, a significant proportion of which is associated with Cretaceous deposits, specifically the Albian-Cenomanian, accounting for 88 per cent, or 655,890 m³/day. However, the utilisation rate of operational groundwater reserves in the Aktobe Region is low, with extraction amounting to only 7% of the total regional reserves.

The projected increase in demand for domestic and drinking water in the Aktobe Region, from 321,060 m³/day in 2030 to 393,440 m³/day in 2070, will lead to increased extraction. Furthermore, the Zhem Artesian Basin's groundwater resources could provide drinking water for the water-deficient Atyrau Region. The Atyrau Region's projected

demand for domestic and drinking water is expected to rise from 195.46 thousand m³/day to 253.13 thousand m³/day by 2070. Thus, the total projected demand for the two regions combined will be 646.57 thousand m³/day by 2070.

An assessment of the operational groundwater reserves of several deposits in the Zhem basin, including Kokzhide, Kundactoryr, Kandagach, Sarybulak and Moiseevskoye, was conducted using mathematical modelling. These two- and three-layer models reproduce the hydrogeological conditions of the Quaternary and Albian-Cenomanian Cretaceous aquifer complexes in the area of the re-evaluated deposits. As these models could not simulate the interaction of aquifers within the entire Zhem artesian basin, a comprehensive MODFLOW model of the Albian-Cenomanian aquifer complex for the entire Zhem artesian basin was developed for the first time.

The basin's territory has a sharply continental and arid climate, resulting in a sparse and unevenly developed river network with low discharge rates limited to local runoff. Combined with the vulnerability of surface water, these factors elevate the importance of groundwater in the Albian-Cenomanian aquifer complex as a promising source of water, primarily for domestic and drinking purposes. Therefore, it is highly relevant to assess the forecasted operational resources of these groundwater deposits using mathematical modelling.

The object of research is the groundwater of the Cretaceous Albian-Cenomanian aquifer complex in the Zhem basin. This comprises confined and block-confined waters of the second order in the Caspian system of artesian basins.

The subject of research This study focuses on the structural and hydrogeological patterns of the formation and distribution of groundwater resources within the Cretaceous Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin.

The main objective is to use mathematical modelling to assess the forecasted operational groundwater resources in the Cretaceous Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin, taking into account the water withdrawal that will be possible once all the groundwater deposits and sites are operational, as well as their interactions. The study will also establish and analyse complex formation patterns and development prospects, justifying measures for the rational use of groundwater.

In order to accomplish this objective, the subsequent tasks were addressed:

1) Analysis of the geological, hydrological and climatic conditions of the research area by collecting and systematising previously conducted research, and clarification of the conditions determining the formation of groundwater in the Zhem artesian basin.

2) Study of the long-term groundwater level regime, hydrogeological conditions and regional patterns of groundwater deposits in the Cretaceous Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin.

3) Creation of a mathematical model using the Visual MODFLOW modelling system to cover the entire Zhem artesian basin and forecast and assess groundwater resources;

4) Justification of current and prospective operational groundwater resources in the Cretaceous Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin.

Research methods: This work employs a variety of comprehensive research methods and modern hydrogeological methodologies, including the analysis and synthesis of materials concerning geostructural features and the natural and hydrogeological conditions of the territory under consideration. It also makes use of modern software tools to create a model of the Albian-Cenomanian aquifer complex within the entire Zhem artesian basin for resource assessment.

Scientific novelty. Based on the results of a comprehensive scientific study:

1) The main factors influencing the formation of groundwater resources in the Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin were identified and quantitatively assessed. These factors included the ratio of storage capacity, infiltration recharge and surface water filtration. This enabled the contribution of each water balance element to the total volume of formed resources to be determined for the first time, as well as the identification of zones of active water exchange.

2) For the first time, a mathematical model of the hydrogeological conditions of the basin's territory was developed to assess the forecasted operational resources of groundwater in the Cretaceous Albian-Cenomanian aquifer complex. This was achieved using data on the hydrogeological parameters of explored groundwater deposits and sites that had been approved by the relevant authorised bodies.

3) Based on mathematical modelling, an effective and rational operating scenario for water intakes was proposed to prevent the depletion of groundwater in individual deposits while enabling the operation of all other deposits and sites within their specified capacities.

4) Scientifically grounded recommendations were developed for the rational and sustainable use of groundwater in the Albian-Cenomanian complex of the Zhem artesian basin until 2070. These recommendations will address the issue of domestic and drinking water supply for the Aktobe Region, as well as the neighbouring Atyrau and Mangystau Regions, which are located in a water-deficient area.

The main protected provisions are as follows:

1) The hydrogeological conditions of the Zhem artesian basin are determined by a system of interconnected confined and unconfined aquifers and complexes forming a single artesian basin. The groundwater flow in this basin is conditioned by the regional structure of the basement and the lithology of the overlying strata.

2) Using the Visual MODFLOW software package, a hydrodynamic model of the Albian-Cenomanian aquifer complex within the Zhem artesian basin was created and calibrated. This model reliably reflects the spatial distribution of levels and the direction of groundwater flow, provided that all groundwater deposits and sites with approved operational reserves are commissioned by 2070.

3) Based on model forecasts, changes in groundwater levels and yields over the next 25 and 50 years under various water withdrawal scenarios and climatic conditions were determined. This provides a scientifically sound basis for optimising water intake operations and preventing the depletion of the Albian-Cenomanian aquifer complex within the Zhem artesian basin.

4) The formation of groundwater resources in the Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin is primarily due to recharge from infiltration of atmospheric precipitation in zones where water-bearing rocks are exposed at the surface, including areas outside the described basin.

The practical significance of the research lies in the application of its results to:

1) Refining territorial planning schemes and water management zoning in the Aktobe Region;

2) Considering the transfer of groundwater from the Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin to water-deficient neighbouring regions such as Atyrau and Mangystau.

3) Exploring new groundwater deposits and sites within the Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin.

4) The developed mathematical model of the groundwater hydrodynamic regime in the Visual MODFLOW software package serves as a practical tool for:

- Forecasting the consequences of water withdrawal
- Assessing the development and depletion of the prospective Albian-Cenomanian aquifer complex of the Zhem artesian basin
- Selecting optimal water intake operation modes.

5) Based on the research conducted, recommendations are proposed for the rational and environmentally safe development of the Albian-Cenomanian aquifer complex, including the optimisation of water withdrawal and the regulation of anthropogenic loads. This will ensure the sustainable use of water under changing climate conditions and the region's growing economic development.

Work on the dissertation. The dissertation was written at the U.M. Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology, as part of a grant-funded research programme and with the support of a tuition grant from the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan.

The author's personal contribution consists of: Formulating the dissertation's goal and objectives; Collecting, processing and analysing materials; Creating the mathematical model; Synthesising and interpreting the obtained research results; Formulating the conclusions and main propositions to be defended; Writing scientific articles on the dissertation topic

The dissertation is based on the author's personal field hydrogeological research conducted over the past 19 years. This research involved exploration and re-evaluation of operational groundwater reserves for deposits such as Ashchikol, Uriktau, Alibekmola, Kandagach, Temir, Kundactoryk, Shubarkudyk, Novoalekseevskoye, Kumsay and Moiseevskoye. It also involved exploration of sites such as Tamdy, Karabulak in Kazakhstan, Akkemir, Marzhanbulak, Zharly and Novomikhaylovka in the Zhem artesian basin. The reserves in this basin are associated with the Albian-Cenomanian aquifer complex. The author participated as the responsible executor, author and co-author of the reports.

Publications. On the topic of the dissertation, 10 articles were published between 2000 and 2025, including: 3 articles in republican specialized publications recommended by the Committee for Control in the Sphere of Education and Science of the MSEE RK; 2 articles in international journals included in the Scopus database (MDPI Applied Sciences; Nature Portfolio, Scientific Reports); 5 articles were published in the proceedings of international conferences.

Structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, 6 chapters, a conclusion, and a list of references. The volume of the work is 151 pages of text, 44 figures, 31 tables, and a list of 82 references.

Doctoral student



D.S. Sapargaliyev

Scientific consultant, Candidate of g-m.s.



E.Zh. Murtazin

Acting Head of the Department of HE and OGG



R.S. Akpanbayev