

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ GEOLOGY AND GEOECOLOGY

Научная статья
УДК 502/504+55
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-2-49-55>
EDN JUPHRJ

Локализация фонда ликвидированных скважин и типизация территории Астраханского региона по степени экологического риска

Владимир Владиславович Кудинов, Надежда Николаевна Гольчикова[✉]

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, gog@astu.org*[✉]

Аннотация. Представлено исследование части комплексных геоэкологических изысканий, связанных с анализом потенциального экологического риска, обусловленного наличием ликвидированных глубоких скважин в пределах Астраханского региона. Методика данных исследований основана на комплексном изучении базовых параметров геологической и техногенной сред, определяющих потенциальные экологические последствия техногенных аварий. Рассмотрены основы методики ранжирования территории Астраханского региона в зависимости от комплекса геологических и гидрогеологических параметров, определяющих степень защищенности геологической среды от техногенного загрязнения. Представлена подробная характеристика основных литофациальных и гидрогеологических особенностей разреза четвертичных отложений изучаемой территории. Указаны наиболее уязвимые в литофациальном и гидрогеологическом отношении отложения для техногенного загрязнения. Приведены данные о фильтрационных характеристиках четвертичных отложений, слагающих разрез изучаемой территории. Приведены сведения о локализации устьев ликвидированных глубоких скважин на нефть и газ как одного из техногенных факторов, определяющих загрязнение окружающей природной среды. Разработана комплексная схема степени защищенности первого от поверхности водоносного горизонта юго-западной части Астраханского региона на основе имеющихся гидрогеологических и литофациальных особенностей строения разреза. Выделены четыре основные категории защищенности плейстоценового водоносного горизонта в пределах территории исследования от техногенного загрязнения. Определено их процентное соотношение в пределах территории исследования, в частности преобладающими являются наименее защищенные воды (I категория). Локализованы ликвидированные глубокие скважины относительно категорий защищенности хазарско-хвалынского водоносного горизонта. Исследуемая территория обладает комплексом литофациальных и гидрогеологических параметров, максимально способствующих риску развития техногенного загрязнения, которое может возникнуть в результате неудовлетворительного технического состояния ликвидированных глубоких скважин.

Ключевые слова: водоносный горизонт, степень защищенности, экологический риск, ликвидированная глубокая скважина, Астраханский регион, литофациальное строение

Для цитирования: Кудинов В. В., Гольчикова Н. Н. Локализация фонда ликвидированных скважин и типизация территории Астраханского региона по степени экологического риска // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 2. С. 49–55. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-2-49-55>. EDN JUPHRJ.

Original article

Localization of stock of abandoned wells and typification of territory of Astrakhan region by levels of environmental risk

Vladimir V. Kudinov, Nadezhda N. Golchikova[✉]

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, gog@astu.org*[✉]

Abstract. The article highlights the study of the part of a comprehensive geoecological survey related to the analysis of the potential ecological risk due to the abandoned deep wells on the territory of the Astrakhan region. The research methods are based on a comprehensive study of the basic parameters of the geological and technogenic environments that determine the potential ecological consequences of technogenic accidents. There are discussed the principles of the methodology of ranking the territory of the Astrakhan region, depending on the complex of geological and hydrogeological parameters determining the degree of protection of the geological environment from the technogenic pollution. A detailed description of the main lithofacies and hydrogeological features of the section of the quaternary deposits of the studied area is presented. The most vulnerable deposits in terms of lithofacies and hydrogeology for technogenic pollution deposits are indicated. Data on the filtration characteristics of quaternary deposits presented in the section of the studied area is given. There is given information about the location of oil and gas from the abandoned deep wellheads as one of the technogenic factors that determine the pollution of the environment. There has been developed a comprehensive first aquifer protection scheme of south-western part of the Astrakhan region based on available hydrogeological, lithofacies features of the section structure. Four main categories of protection of the Pleistocene aquifer within the studied area from technogenic pollution have been identified. Their percentage ratio within the studied area was determined, in particular, the least protected aquifer (category 1) is predominant. The abandoned deep wells are localized in relation to the protection categories of the Pleistocene aquifer. The studied area has a complex of lithofacies and hydrogeological parameters that maximally contribute to the risk of developing technogenic pollution, which may arise as a result of the poor technical condition of the abandoned deep wells.

Keywords: aquifer, degree of protection, ecological risk, abandoned deep well, Astrakhan region, lithofacies structure

For citation: Kudinov V. V., Golchikova N. N. Localization of stock of abandoned wells and typification of territory of Astrakhan region by levels of environmental risk. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2023;2:49-55. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2023-2-49-55>. EDN JUPHRJ.

Введение

Развитие нефтегазового потенциала любого региона сопровождается большим объемом геологоразведочных работ, включая бурение значительного количества структурных, параметрических, поисково-оценочных, разведочных глубоких скважин, многие из которых вскрывают водоносные и нефтегазоносные горизонты. Происходит это зачастую в пределах регионов, приуроченных к «старым» нефтегазоносным провинциям, в которых освоение нефтегазовых месторождений ведется с первой половины XX в.; количество скважин, пробуренных в период геологоразведочных работ, исчисляется многими сотнями. Одним из таких регионов является Астраханская область, в пределах которой активные геологоразведочные работы были развернуты с 50-х гг. XX в. В настоящее время фонд только учтенных параметрических, поисково-оценочных и разведочных скважин, пробуренных с 50-х гг. прошлого века с целью поиска, оценки и разведки залежей углеводородов, насчитывает более 300 единиц.

Сегодня абсолютное большинство данных скважин находится в ликвидации. С момента проведения ликвидационных работ в большинстве этих скважин прошло от нескольких десятков лет до более полувека. Учитывая, что средний срок службы как изоляционно-ликвидационных мостов, так и цементного камня в межколонном и заколонном пространстве составляет около 25 лет, многие из данных скважин, вскрывшие водоносные или нефтегазоносные пласты с пластовым давлением выше гидростатического, представляют собой потенциальную угрозу разгерметизации, образования грифонов, неуправляемого фонтанирования и т. д.

В свою очередь, поступление пластового флюида на поверхность приведет к неминуемому загрязнению почвогрунтов, атмосферы, техногенной трансформации ландшафтов, негативному воздействию на биоту. Кроме того, многие глубокие скважины, пробуренные после 70-х гг. XX в. в пределах Астраханского свода, вскрыли газоносные пласты с аномально высоким пластовым давлением и высоким содержанием сероводорода, что многократно повышает риск как разрушения конструктивных элементов ликвидированных скважин ввиду его высокой коррозионной активности, так и существенного увеличения неблагоприятных экологических последствий разгерметизации скважин и поступления высокотоксичного сероводорода в атмосферу, грунтовые, подземные и поверхностные воды.

Таким образом, вышеприведенные факты обуславливают, с одной стороны, актуальность исследований, направленных на разработку систем регулярного мониторинга состояния устьевого пространства ликвидированных глубоких скважин на нефть и газ, а с другой – создание системы ранжирования территорий локализации данных скважин по степени экологического риска при их разгерметизации.

Научная новизна исследований обусловлена отсутствием в пределах изучаемого региона комплексных геоэкологических разработок, направленных на оценку экологических рисков, связанных с наличием фонда ликвидированных глубоких скважин, вскрывших нефтегазоносные и водоносные пласты. Скважины находятся в неудовлетворительном техническом состоянии, с потенциальной возможностью разгерметизации подземного и устьевого оборудования, которое может привести к неуправляемому фонтанированию скважин

и поступлению большого объема загрязняющих веществ в окружающую природную среду.

Цель и задачи исследования

Основной целью данного исследования является анализ локализации устьев ликвидированных глубоких скважин, расположенных в пределах Наримановского района Астраханской области, включая территорию распространения Западных подстепных ильменей, относительно двух базовых параметров, определяющих степень экологического риска и масштаб неблагоприятного техногенного воздействия в случае разгерметизации ликвидированных глубоких скважин. Во-первых, анализ локализации устьев скважин от уровня подземных вод первого от поверхности хазарско-хвалынского водоносного горизонта. Во-вторых, ранжирования степени защищенности первого от поверхности водоносного горизонта изучаемой территории и локализации устьев ликвидированных скважин относительно выделенных категорий защищенности.

Задачи исследования:

– анализ особенностей геологического и гидрогеологического строения четвертичных отложений в пределах Астраханского региона;

– построение картографической основы исследуемой территории, необходимой для определения особенностей литофациального и гидрогеологического строения, влияющих на степень экологического риска распространения загрязнения при разгерметизации ликвидированных глубоких скважин;

– ранжирование степени защищенности первого от поверхности водоносного горизонта в пределах исследуемой территории;

– локализация фонда ликвидированных глубоких скважин.

Методы исследования

Методической основой ранжирования территории Астраханского региона по степени экологического риска, а также базой прогноза неблагоприятных экологических последствий, связанных с ликвидированными глубокими скважинами на нефть и газ, является комплексирование исследований, направленных на изучение нижеперечисленных параметров геологической и техногенной сред.

Во-первых, четкая количественная локализация всего фонда ликвидированных глубоких скважин с привязкой к административному делению Астраханской области.

Во-вторых, привязка к геоморфологическому и орографическому районированию территории Астраханского региона как одному из основных факторов, определяющих пути поверхностной миграции пластового флюида, попавшего на поверхность в результате выбросов из устьев ликвидированных глубоких скважин [1].

В-третьих, сопоставление локализации устьев ликвидированных глубоких скважин с инженерно-геологическими условиями территории, прежде всего с физико-механическими свойствами грунтов, которые во многом определяют уровень аккумуляции загрязняющих веществ и скорость их фильтрации.

В-четвертых, привязка к литофациальному составу плейстоценовых отложений в пределах Астраханского региона как основному фактору, определяющему фильтрационные параметры верхней части разреза, и, соответственно, важнейшему фактору прогноза ареала развития последствий техногенных аварий на ликвидированных глубоких скважинах.

В-пятых, сопоставление локализации устьев ликвидированных скважин с уровнем первого от поверхности водоносного горизонта на территории Астраханского региона с целью прогноза временных параметров поступления загрязняющих веществ в основные водотоки, в том числе и поверхностные.

В-шестых, определение степени защищенности первого от поверхности водоносного горизонта и локализация устьев ликвидированных скважин относительно районов с различной категорией защищенности.

Особое внимание необходимо уделять детальному районированию по степени экологического риска территории Волго-Ахтубинской поймы, дельты реки Волги и территории Западных подстепных ильменей, что связано со следующими факторами:

– большой концентрацией геологоразведочных работ, приуроченных к территории центральной части Астраханского свода и Каракульско-Смушковой зоны поднятий, и, соответственно, большим количеством устьев ликвидированных глубоких скважин на нефть и газ;

– особенностями верхней части разреза в пределах данных территорий, характеризующихся высоким уровнем грунтовых вод, прямой гидравлической связью между подземными и поверхностными водами;

– большим биоразнообразием и крайней уязвимостью экосистем, приуроченных к данным территориям;

– особым международным природоохранным статусом данных территорий.

Результаты исследования

С целью определения ранжирования исследуемой территории по степени экологического риска возникновения неблагоприятного техногенного воздействия, возникающего при разгерметизации ликвидированных скважин, связанного с особенностями хазарско-хвалынского водоносного горизонта, необходимо определить его основные параметры строения, влияющие на риск распространения техногенного загрязнения.

В пределах Астраханской области выделяют два генетических типа данного водоносного гори-

зонта: 1) хазарско-хвалынский морской – современный аллювиальный водоносный горизонт западных подступных ильменей; 2) хазарско-хвалынский аллювиальный – морской водоносный горизонт. Оба генетических типа хазарско-хвалынского водоносного горизонта распространены в пределах изучаемой территории (рисунок).

Хазарско-хвалынский морской современный аллювиальный водоносный горизонт западных подступных ильменей приурочен к ильменно-бугровому району, и его воды имеют тесную гидравлическую связь с водами современных аллювиальных отложений, а при отсутствии локальных флюидоупоров образует единый горизонт с грунтовыми водами. Глубина залегания изменяется в широких пределах: от 0,05–3,5 до 5–10 м. Увеличение глубины залегания грунтовых вод наблюдается с востока на запад, отмечена связь поверхностных и подземных вод. Питание происходит за счет атмосферных осадков и поверхностных вод, разгрузка – за счет испарения в межбугровых понижениях и оттока в Каспийское море. Водовмещающими породами служат пески, в основном тонкозернистые, иловатые суглинки, реже супеси. Минерализация подземных вод довольно пестрая, изменяется от 3 до 50 г/л. По химическому составу воды хлоридные натриевые, сульфатно-хлоридные, кальциево-магниевые-натриевые. Распространен в южной части территории исследования [2].

Хазарско-хвалынский аллювиальный морской водоносный горизонт распространен в северной части изучаемой территории. Региональным водупором служат морские глины бакинского возраста и фрагментами хазарские глины. Водоносный горизонт с поверхности перекрыт безводными породами зоны аэрации. Зона аэрации сложена верхне-хвалынскими суглинками, реже глинами. Местами хвалынские отложения перекрыты современными. Воды обычно слабонапорные, реже безнапорные. Питание водоносного горизонта происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, выпадающих в осенне-зимний период. Кроме того, в паводковый период в узкой полосе, прилегающей к пойме и дельте реки Волги, поверхностные воды питают водоносный хазарско-хвалынский горизонт. Разгрузка происходит после спада паводка в реки Волгу и Ахтубу, в Каспийское море, а также за счет испарения [2, 3].

Литологический состав водовмещающих пород хазарско-хвалынского горизонта характеризуется разнообразием и невыдержанностью как по разрезу, так и по простиранию. В пределах Наримановского района Астраханской области сложен мощными песчаными, хорошо проницаемыми пачками. Состав песчаных толщ непостоянен. Мощность горизонта изменяется в широких пределах от 1,5–2 до 30–45 м.

Воды хазарско-хвалынских отложений имеют различную минерализацию, сухой остаток изменя-

ется от 0,6 до 65 г/л. По химическому составу воды преимущественно хлоридные натриевые, реже сульфатно-хлоридные натриевые и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые. В верхней части водоносного хазарско-хвалынского горизонта выделяются линзы пресных и слабосоленоватых вод, приуроченные к отрицательным формам рельефа. Водовмещающие породы представлены тонкозернистыми песками хвалынского возраста. Химический состав линз тесно связан с их минерализацией. Воды с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатные кальциевые, реже хлоридно-гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые и кальциевые. Воды с минерализацией 1–3 г/л хлоридные, реже гидрокарбонатно-сульфатные натриевые. Воды с сухим остатком 3–10 г/л хлоридные натриевые. Минерализация воды в линзах изменяется с глубиной. Верхние слои обычно пресные или слабоминерализованные, далее с глубиной минерализация постепенно возрастает [2].

Таким образом, как абсолютные отметки залегания хазарско-хвалынского водоносного горизонта в пределах территории исследования, так и литофациальные особенности строения слагающих его отложений предполагают весьма высокий экологический риск техногенного загрязнения, который может возникнуть вследствие потери герметичности крепи ликвидированных скважин. Кроме того, учитывая высокие фильтрационные характеристики песчано-алевритовых отложений, слагающих хазарско-хвалынский водоносный горизонт, а также локальное распространение глинистых флюидоупоров и значительное содержание в них алевритовой и псаммитовой фракций, возникает риск перехода локального загрязнения в региональное, включая попадание загрязняющих веществ в поверхностный сток Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги.

Вторым базовым параметром, позволяющим ранжировать степень экологического риска техногенных аварий на ликвидированных глубоких скважинах, является степень защищенности грунтовых вод, которая определяется (по В. М. Гольдбергу) уровнем залегания грунтовых вод, а также мощностью и фильтрационными характеристиками перекрывающих отложений. Кроме того, общепринятую методику определения степени защищенности В. М. Гольдберга [4] целесообразно дополнить анализом фациальных особенностей (литофациальной моделью) залегания отложений зоны аэрации, а также подстилающих отложений, который позволит определить локализацию наиболее и наименее проницаемых отложений, спрогнозировать пути миграции загрязняющих веществ, а также определить места гидравлических связей между зоной аэрации и подземными водоносными горизонтами, располагающимися ниже по разрезу.

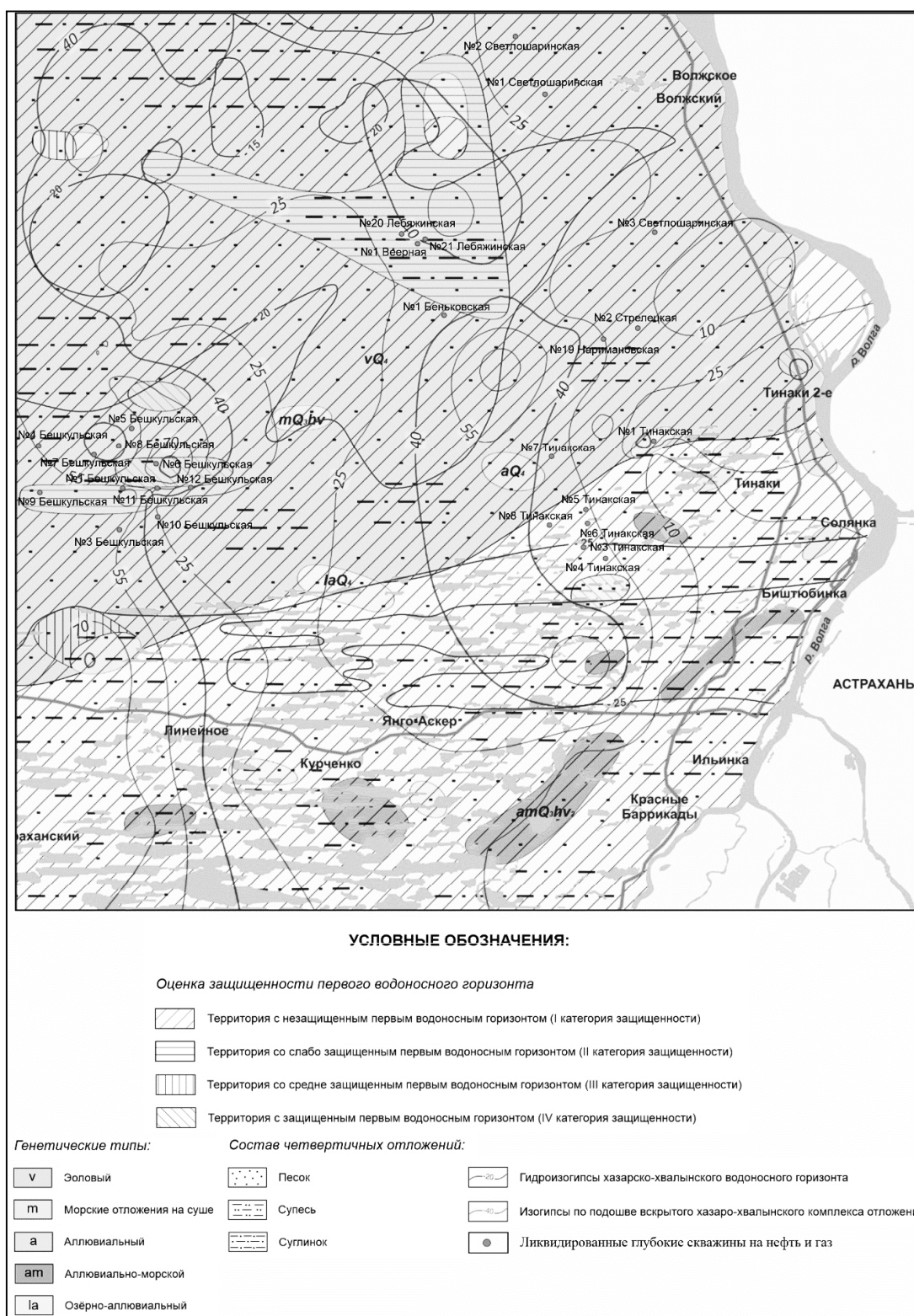


Схема защищенности хазарско-хвалынского водоносного горизонта в пределах территории Наримановского района Астраханской области и локализация устьев ликвидированных глубоких скважин на нефть и газ

Diagram of protection of the Khazar-Khvalynsk aquifer within the territory of the Narimanov district of the Astrakhan region and the localization of the abandoned deep wellheads for oil and gas

Зона аэрации в пределах изучаемой территории сложена в основном плейстоценовыми аллювиальными и аллювиально-морскими отложениями, представленными тонкозернистыми песками, иловатыми суглинками, супесями. В отсутствие локальных хазарских глинистых флюидоупоров зона аэрации представляет собой фактически единую гидродинамическую систему с хазарско-хвалынским водоносным горизонтом. При этом региональным флюидоупором выступают бакинские глинистые отложения, залегающие на абсолютных отметках от минус 55 до минус 75 м.

Современные отложения изучаемой территории представлены эоловыми и элювиально-делювиальными отложениями песчано-алевритового и глинистого состава.

Таким образом, литологическое строение зоны аэрации весьма пестрое с большим количеством фациальных замещений как по латерали, так и по разрезу и сложено в основном высокопроницаемыми разностями. Данный факт требует построения детальных литофациальных моделей разреза, что позволит провести корректное ранжирование степени защищенности грунтовых вод, а также составить прогноз распространения техногенного загрязнения, обусловленного нарушением герметичности крепи ликвидированных скважин и возможности его перехода с локального на региональный уровень.

В результате ранжирования степени защищенности грунтовых вод и хазарско-хвалынского водоносного горизонта в пределах Наримановского района Астраханской области на основе уровня их залегания, литологического строения зоны аэрации, литофациального картирования были выделены 4 качественные категории защищенности от техногенного загрязнения (см. рисунок).

Категория наименее защищенных вод (I категория) приурочена к зонам распространения преимущественно эоловых и морских отложений песчаного и песчано-алевритового состава, с уровнем залегания зеркала хазарско-хвалынского водоносного горизонта на абсолютных отметках не более минус 25 м и отсутствием хазарских локальных глинистых водоупоров. Территории с данной категорией защищенности занимают порядка 70 % исследуемой площади.

Категория слабо защищенных вод (II категория) приурочена к зонам распространения преимущественно аллювиально-морских и аллювиально-лимнических отложений, представленных суглинками и сильноопесчаненными глинами, с уровнем залегания зеркала хазарско-хвалынского водоносного горизонта на абсолютных отметках около минус 25 м и отсутствием хазарских локальных глинистых водоупоров. Территории с данной категорией защищенности занимают порядка 20 % исследуемой площади.

Категория среднезащищенных вод (III категория) приурочена к зонам распространения преимущественно морских, аллювиально-морских и аллювиально-лимнических отложений, представленных в основном глинами с относительно незначительной примесью песчано-алевритовых фракций и прослоями песчаных пород, с уровнем залегания зеркала хазарско-хвалынского водоносного горизонта на абсолютных отметках около минус 25 м, а также наличием хазарских локальных глинистых водоупоров. Территории с данной категорией защищенности занимают порядка 6 % исследуемой площади.

Категория защищенных вод (IV категория) приурочена к зонам распространения преимущественно морских и аллювиально-лимнических отложений, представленных в основном плотными глинами, с уровнем залегания зеркала хазарско-хвалынского водоносного горизонта на абсолютных отметках около минус 25 м, а также наличием хазарских локальных глинистых водоупоров. Территории с данной категорией защищенности занимают порядка 4 % исследуемой площади [5].

Заключение

Исходя из имеющихся литофациальных параметров, данных о глубинах залегания грунтовых вод и подземных вод хазарско-хвалынского водоносного горизонта можно сделать вывод о том, что 90 % исследуемой территории имеет незащищенный (70 %) или слабо защищенный (20 %) первый от поверхности водоносный горизонт, т. е. риск попадания в него загрязняющих веществ в случае нарушения герметичности крепи ликвидированных скважин максимальный. Кроме того, учитывая высокие фильтрационные параметры большинства литотипов, слагающих изучаемый разрез, в также наличие прямых гидравлических связей с Волго-Ахтубинской поймой и дельтой реки Волги, при продолжительном неуправляемом фонтанировании ликвидированных глубоких скважин риск регионального техногенного загрязнения и нарушения функционирования всех компонентов окружающей природной среды многократно возрастает.

Результаты анализа локализации учтенных в данном исследовании ликвидированных глубоких скважин на нефть и газ, расположенных в Наримановском районе Астраханской области, доказывают (см. рисунок), что 70 % приурочено к незащищенной категории (I) подземных вод, 15 % – слабо защищенной (II), 15 % – защищенной категории (IV).

Соответственно, исследуемая территория характеризуется как комплексом геологических и гидрогеологических факторов, максимально способствующих риску развития техногенного загрязнения в случае нарушения герметичности устьевого и подземного оборудования ликвидированных глубоких скважин, так и собственно локализаций

данных скважин в пределах территорий, предопределяющих максимальную степень экологического риска при поступлении загрязняющих веществ на

поверхность или непосредственно в первый от поверхности водоносный горизонт.

Список источников

1. Макарова О. Я., Кудинов В. В. Размещение устьев ликвидированных скважин в зависимости от геоморфологического районирования Астраханского региона // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 16 сентября 2016 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. С. 79–82.

2. Гольчикова Н. Н. Оценка состояния природной среды Северо-Западного Прикаспия. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. 179 с.

3. Абуталиева И. Р. Прогноз изменений инженерно-геологических условий полупустынных и пустынных территорий Астраханского Прикаспия при освоении

месторождений углеводородов: автореф. дис. ... канд. геолого-минералог. наук. Волгоград, 2012. 24 с.

4. Гольдберг В. М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262 с.

5. Архипова Т. А., Джайкова М. М., Кудинов В. В., Гольчикова Н. Н. Литофациальное картирование плейстоценовых отложений Астраханского региона, как основа прогноза техногенного загрязнения территорий освоения залежей углеводородов // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 03 сентября 2021 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. С. 81–83.

References

1. Makarova O. Ia., Kudinov V. V. Razmeshchenie ust'ev likvidirovannykh skvazhin v zavisimosti ot geomorfologicheskogo raionirovaniia Astrakhanskogo regiona. Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiiskogo shel'fa [Placement of abandoned wellheads depending on geomorphological zoning of Astrakhan region. Latest technologies of developing hydrocarbon deposits and ensuring safety of Caspian shelf ecosystems]. *Materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 16 sentiabria 2016 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2016. Pp. 79-82.

2. Gol'chikova N. N. *Otsenka sostoiianiia prirodnoi sredy Severo-Zapadnogo Prikaspiia* [Assessment of natural environment of North-Western Caspian]. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2005. 179 p.

3. Abutaliev I. R. *Prognoz izmenenii inzhenerno-geologicheskikh uslovii polupustynnykh i pustynnykh territorii Astrakhanskogo Prikaspiia pri osvoenii mestorozhdenii uglevodorodov* [Forecast of changes in engineering-geological conditions of semi-desert and desert territories

of Astrakhan Caspian region in development of hydrocarbon deposits]. *Avtoreferat dis. ... kand. geologo-mineralogicheskikh nauk*. Volgograd, 2012. 24 p.

4. Gol'dberg V. M., Gazda S. *Gidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod ot zagriazneniia* [Hydrogeological principles of protecting groundwater from pollution]. Moscow, Nedra Publ., 1984. 262 p.

5. Arkhipova T. A., Dzhaikova M. M., Kudinov V. V., Gol'chikova N. N. Litofatsial'noe kartirovanie pleistotsenovykh otlozhenii Astrakhanskogo regiona, kak osnova prognoza tekhnogenno zagriazneniia territorii osvoeniia zalezhei uglevodorodov. Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiiskogo shel'fa [Lithofacies mapping of Pleistocene deposits of Astrakhan region as basis for predicting technogenic pollution of hydrocarbon deposit territories. Latest technologies for development of hydrocarbon deposits and ensuring safety of ecosystems of Caspian shelf]. *Materialy XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 03 sentiabria 2021 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2021. Pp. 81-83.

Статья поступила в редакцию 02.03.2023; одобрена после рецензирования 29.03.2023; принята к публикации 25.04.2023
The article was submitted 02.03.2023; approved after reviewing 29.03.2023; accepted for publication 25.04.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Владимир Владиславович Кудинов — кандидат геолого-минералогических наук, доцент; доцент кафедры геологии нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; gog@astu.org

Надежда Николаевна Гольчикова — доктор геолого-минералогических наук, доцент; заведующий кафедрой геологии нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; gog@astu.org

Vladimir V. Kudinov — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Oil and Gas Geology; Astrakhan State Technical University; gog@astu.org

Nadezhda N. Golchikova — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Oil and Gas Geology; Astrakhan State Technical University; gog@astu.org

