



УДК.577.4+624.131.1 (575.1)

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИЯ К ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОМУ ЗАХОРОНЕНИЮ ПОПУТНЫХ ВОД В ГЛУБОКИЕ ГОРИЗОНТЫ

Б. И. Туляганов

Институт гидрогеологии и инженерной геологии при Университете геологических наук Госкомгеологии РУз, Ташкент, Республика Узбекистан

Рассмотрены классификации жидких промышленных отходов по некоторым общим показателям. Сформулированы основные задачи, которые необходимо решить в процессе выполнения инженерных и геоэкологических исследований. Приведены основные требования законодательства к захоронению попутных и сточных вод. Отмечается отсутствие единой научно-методической базы по созданию и проведению работ на полигонах подземного захоронения (ведения ведомственного мониторинга) на республиканском уровне, сформулированы задачи, требующие неотложного решения.

Ключевые слова: классификация отходов, инженерные и геоэкологические исследования, попутные и сточные воды, требования законодательства.

MAIN TASKS AND REQUIREMENTS TO GEOECOLOGICAL SAFE DISPOSAL OF ASSOCIATED WATERS TO DEEP HORIZONS

B. I. Tulyaganov

Institute of hydrogeology and engineering geology at the University of geological sciences of Goskomgeologiya, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Classifications of effluents according to some general indicators are considered. The main tasks that need to be solved in the process of performing engineering and geoecological studies are formulated. The basic requirements of legislation for the disposal of associated and waste water are given. It is noted that there is no unified scientific and methodological base for the creation and performance of works at underground disposal sites (under the supervision of departmental monitoring) at the republican level, directions requiring urgent solutions are given.

Keywords: classification of effluents, engineering and geoecological researches, associated and waste waters, legislative requirements.

DOI 10.20403/2078-0575-2022-1-92-97

По данным Всемирного водного форума, в Республике Узбекистан (РУз) процент населения, обеспеченный питьевой водой надлежащего качества составляет 76–90 %, т. е. республика относится к регионам, страдающим от «физического» недостатка воды той или иной степени, и на большей ее части отмечается неравномерное и недостаточное количество годовых атмосферных осадков. В связи с этим вопросы охраны природных (водных) ресурсов от загрязнения приобретают особо актуальное значение.

Известно, что основным источником загрязнения подземных и поверхностных водоемов и водотоков являются промышленные и попутные воды, сбрасываемые в избыточном количестве без очистки или с неполной очисткой.

В настоящее время во многих странах уделяется большое внимание изучению и использованию попутных подземных вод для комплексного извлечения из них полезных компонентов (США, Япония, Китай, Чили, Туркменистан, Россия, Канада, Франция, Чехия, Израиль, Австралия, Азербайджан, Украина, Германия, Польша). Большой вклад в изучение попутных вод и решение теоретических вопросов их познания внесли В. И. Вернадский, Н. Н. Славянов, И. И. Толстихин, А. П. Виноградов, М. Г. Валяшко, Ф. И. Дзенс-Литовский, Е. В. Посохов, Н. А. Плотни-

ков, В. С. Самарина, Л. С. Балашова, С. Р. Крайнова, Г. А. Голевой, А. С. Хасанов, Л. А. Калабугин, С. А. Баккиев, А. М. Акромходжаев, В. А. Кудриков, Г. С. Абдуллаев, Т. Н. Авазов, Д. С. Ибрагимов, А. Н. Султанходжаев, С. Холдаров, Я. А. Ходжакулиев, Л. Г. Борзасекова, Е. В. Пиннекер, Л. В. Славянова, М. С. Галицин, М. Г. Валяшко, И. К. Зайцев, Н. И. Толстихин, Л. М. Лебедев, В. И. Смирнов, Г. К. Павленко, А. Б. Воронов, А. В. Кудельский, Д. И. Павлов и др.

Пластовые воды нефтяных месторождений изучались геологами-нефтяниками Н. Г. Линдронном, А. А. Варовым, В. И. Корпаком, А. З. Зевеловой и др.

Промышленные и попутные воды нефтегазовых предприятий образуются в процессе производственной деятельности и хозяйственно-бытового функционирования. Они представляют собой жидкие отходы с примесью, иногда довольно значительной по объему.

Несмотря на многообразие жидких промышленных отходов, образующихся в результате деятельности отраслевых предприятий, можно классифицировать их по некоторым общим показателям [1, 6].

1. По условиям образования промышленные сточные воды подразделяются на производственные; попутные; строительные рассолы; хозяйственно-бытовые и дождевые стоки:



– *производственные* воды образуются на всех предприятиях в процессе технологического цикла их эксплуатации и характеризуются относительной стабильностью объемов во времени, большим разнообразием химического состава, часто повышенной и высокой общей минерализацией, высокой загрязненностью нефтепродуктами и химическими реагентами;

– *попутные* воды представляют собой водную часть жидкой фазы продукции эксплуатационных скважин, поступающей вместе с газом, углеводородным конденсатом и нефтью и отделяющейся от них в процессе сепарации;

– *строительные* рассолы образуются в результате размыва технической водой подземных емкостей в толще каменной соли при строительстве подземных хранилищ для жидких и сжиженных продуктов;

– *хозяйственно-бытовые* сточные воды образуются на всех предприятиях и в населенных пунктах в процессе жизнеобеспечения людей;

– *дождевые* (ливневые) стоки имеют сезонный характер, большую неравномерность объемов во времени, в основе своей представляют маломинерализованную воду атмосферного происхождения, загрязненную твердыми взвешенными частицами пород, органическими и минеральными веществами, смываемыми с поверхности земли.

2. По объему образования промышленные сточные воды подразделяются на: малые (до 50 м³/сут, или до 15–20 тыс. м³/год), средние (51–300 м³/сут, или до 100 тыс. м³/год); значительные (301–1000 м³/сут, или до 365 тыс. м³/год); большие (>1001 м³/сут, или >365 тыс. м³/год).

Для нефтегазовых предприятий РУз характерны в основном малые и средние, редко значительные количества сточных вод. Сточные воды не поддаются современным методам очистки по причине высокого солесодержания частично пластового (природного) происхождения и большого разнообразия минеральных и органических веществ. Особая токсичность свойственна сточным водам на месторождениях сероводородсодержащего газа, которые в большом количестве содержат растворенный сероводород, гидросульфид- и сульфид-ионы. Обезвреживание таких вод должно осуществляться путем подземного захоронения.

3. По режиму поступления промышленные сточные воды подразделяются на постоянные и равномерные (в течении суток, года); постоянные, но неравномерные; периодические (в соответствии с существующим на предприятии технологическим режимом, по мере накопления и т. п.); разовые (необходимость сбора накопившихся за многие годы отходов из емкостей, хранилищ и т. п.).

4. Для количественной оценки степени токсичности отходов (с использованием величины кратности их разбавления до ПДК по наиболее токсичному компоненту) выделяют следующие группы: высоко-

токсичные (кратность более 10¹⁰ раз); среднетоксичные (10⁵–10¹⁰ раз); слаботоксичные (10²–10⁵ раз).

По характеру токсичности промышленных сточных вод, выделяются постоянно токсичные (токсичность со временем не уменьшается); временно токсичные (токсичность постепенно уменьшается и через определенный промежуток времени может достигнуть ПДК).

5. Время выдержки промышленных сточных вод для достижения ПДК может быть малым (до 10 лет); средним (11–100 лет); большим (101–1000 лет) и бесконечным (>1000 лет).

6. По глубине захоронения промышленных сточных вод подразделяются на *грунтовые* (в интервале до 20 м) и *подземные* малой (21–300 м), средней (301–1000 м) и большой (свыше 1000 м) глубины.

В настоящее время в РУз эксплуатируются грунтовые и подземные сооружения (полигоны захоронения).

Грунтовые сооружения или полигоны используются в основном при утилизации малых (до 50 м³/сут, или до 15–20 тыс. м³/год) объемов попутных и сточных вод или ядохимикатов. В РУз применяются два метода утилизации: 1) факельный (с помощью струи огня под большим давлением выжигается утилизируемые отходы), 2) испарения (попутные и сточные воды заливаются поочередно в несколько прудков, где идет интенсивное испарение).

Ведение исследований (мониторинга) этого интервала является прерогативой **экологической** службы республики.

Подземные полигоны (сооружения) используются при утилизации от средних (51–300 м³/сут, или до 100 тыс. м³/год) до больших (>1001 м³/сут, или >365 тыс. м³/год) объемов попутных и сточных вод.

Ведение исследований (мониторинга) подземных горизонтов является прерогативой **геологической** службы республики.

7. При аридном климате в РУз важными критериями экологического состояния является оценка загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, почв пестицидами; несоответствие питьевой воды O'zDSt 950:2011; влияние загрязнения среды на биоразнообразие геобиоценозов и здоровье населения.

Степень загрязнения окружающей среды определяется следующими классами экологической нагрузки на нее: 1-й – отсутствует или очень слабая; 2-й – слабая; 3-й – средняя; 4-й – высокая или напряженная; 5-й – очень высокая или критическая.

Главное в решении вопроса обезвреживания попутных вод заключается в совершенствовании и внедрении на нефтегазовых и промышленных предприятиях технологических процессов производства, уменьшающих количество и токсичность жидких отходов; в разработке и осуществлении методов извлечения и полезного использования содержащихся в них веществ; в повышении сани-



тарной и технико-экономической эффективности методов очистки с использованием очищенных стоков в системах производственного оборотного водоснабжения предприятия.

Особо токсичные и трудно поддающиеся очистке концентрированные стоки, технология очистки которых слабо разработана, в последние годы все чаще захороняют в недра земли.

Проблемы захоронения жидких (промстоков), пульпообразных отходов и газовых выбросов рассматривались в октябре 2003 г. на международной конференции в Беркли, организованной агентством по охране окружающей среды США (EPA) и Департаментом энергетики (DOE) при спонсировании научными и коммерческими организациями США. Было представлено 70 докладов ученых и специалистов различных стран.

Вопросам научно-техническое обоснования проектов по закачке трудноочищаемых сточных вод в глубокие горизонты и задачам геоэкологического мониторинга на участках полигонов захоронения промышленных стоков в России посвящены работы Б. М. Зильберштейна, Н. Н. Егорова, Е. А. Байдарико, А. Л. Загвозкина, А. А. Зубкова, В. В. Данилова, А. А. Логинова и др.

Республика Узбекистан располагает большими запасами минерально-сырьевых ресурсов для развития горной промышленности. Открыто более 2700 месторождений и проявлений полезных ископаемых, из них разведано более 1000 месторождений различных видов полезных ископаемых – металлических (рудных), неметаллических, гидроминеральных и углеводородного сырья. На основе этих месторождений работают более 165 нефтегазовых промыслов, 44 шахт и рудников благородных и черных металлов; 532 карьера строительных материалов и самоцветных камней; более 217 крупных водозаборов пресных и минеральных подземных вод.

На базе этих месторождений действуют такие крупные предприятия, как Алмалыкский и Навоинский горно-металлургические комбинаты, Ангренский углеразрез, Шуртанский, Бухарский, Ферганский и Мубарекский нефтегазоперерабатывающие заводы, цементные комбинаты. В разработке инвестиционных блоков некоторых нефтегазовых районов принимают участие такие крупные иностранные компании, как Газпром и ЛУКОЙЛ (Россия), KNOC и CoGaz (Южная Корея), CNPC (КНР), Петровьетнам (СРВ) и др.

Истоки развития нефтяной промышленности РУз уходят к 1885 г., когда был организован нефтяной промысел «Чимион» в Ферганской долине – первый на территории Туркестанского края.

Систематическое исследование попутных (промышленных) вод в республике началось в 1948 г. (Б. А. Бедер, гидроминеральная партия «Узглавгеология»).

Начиная с 1960–1970 гг. накоплен достаточный объем материала по исследованиям захоронения

сточных вод в глубокие горизонты. Выполнены исследования по разработке гидрогеологических и инженерно-геологических критериев и оценке горно-геологических условий приемистости подземного захоронения токсичных промышленных отходов (для Среднеазиатского региона) (Н. Э. Алимситов, М. А. Адылова, 1993); гидрогеологическое и инженерно-геологическое обоснование размещения и технологии эксплуатации полигонов захоронения токсичных промышленных отходов на территории Ташкентской, Ферганской, Андижанской и Наманганской областей (М. А. Адылова, Г. И. Карпизина, 1995); разработка методических рекомендаций по гидрогеологическому и инженерно-геологическому обоснованию проекта захоронения попутных и сточных вод и порядку ведения геоэкологического мониторинга (Б. И. Туляганов, Б. Д. Абдуллаев, 2017).

По заявке ЛУКОЙЛа были выполнены договорные работы по геологическому изучению мезозойско-кайнозойских отложений для обоснования депонирования пластовых вод на месторождении Кандым (Б. И. Туляганов, А. Ф. Кадырходжаев, 2009).

Подземное захоронение жидких отходов производства (попутных вод) – важное и действенное природоохранное мероприятие, так как направлено на удаление таких отходов из среды непосредственного обитания человека и предотвращение неизбежного загрязнения поверхностной гидросферы и подземных вод зоны активного водообмена.

Захоронение жидких отходов и сточных вод различной степени опасности применяется во многих странах. В США насчитывается около 550 скважин для удаления (в англоязычной литературе – инъекции) промышленных стоков различного происхождения.

В России имеется около 18 полигонов глубокого захоронения промстоков и несколько десятков установок для удаления попутных вод нефтяных месторождений [2]. Эта технология рассматривается как весьма эффективная, позволяющая удалить из среды непосредственного обитания эти воды и содержащиеся в них токсичные вещества при минимальных затратах.

В РУз наибольшее применение нашел способ закачивания «в глубокие горизонты зоны замедленного водообмена и застойного режима, содержащие солоноватые и соленые воды и рассолы» [4], поэтому в настоящей статье рассматриваются только вопросы, относящиеся к геоэкологическим исследованиям для обоснования такого захоронения.

Основные задачи геоэкологических исследований для захоронения попутных вод и промышленных стоков

Проблема захоронения попутных вод (промстоков) в глубокие горизонты многогранна и включает большое количество вопросов, сопряженных с различными областями знаний [8, 9]:

– изучение геологического строения, гидрогеологических и инженерно-геологических условий с целью выявления возможных поглощающих горизонтов;

– бурение и исследование скважин для определения их приемистости и гидрогеологических параметров глубоких горизонтов;

– лабораторные исследования для изучения физико-химических свойств глубоких горизонтов и разделяющих их слабопроницаемых отложений;

– изучение взаимодействия попутных вод (промстоков) с горными породами и пластовыми водами;

– прогноз изменения приемистости скважин во времени и миграции отдельных компонентов сточных вод в подземных водах;

– обеспечение санитарной безопасности в районах полигонов захоронения попутных вод (промстоков) и ряд других.

Порядок комплексного изучения недр и вовлечение новых объектов в систему мониторинга за состоянием недр должно осуществляться в такой последовательности: проведение ведомственного мониторинга (геоэкологический аудит и ведение объектного мониторинга) на нефтегазовом объекте с последующей передачей созданной режимной (мониторинговой) сети для ведения государственного мониторинга [10].

Основные задачи, решаемые при выполнении инженерных и геоэкологических исследований, сводятся к следующему:

1. Выдача развернутой геолого-геофизической, тектонической и гидрогеологической характеристики района работ.

2. Определение глубокозалегающих поглощающих горизонтов с целью размещения, бурения и испытания депонажных скважин.

3. Рекомендации по выбору точки заложения первой оценочной скважины.

4. Определение глубины заложения и конструкции оценочной скважины.

5. Обоснование методов комплекса ГИС с целью определения потенциальных пластов-коллекторов для закачки.

6. Рекомендации по методам геолого-экологических и гидродинамических исследований на выбранных объектах (горизонтах) подземного захоронения пластовых вод.

7. Проведение опытных работ по определению приемистости пластов и при необходимости выполнение соляно-кислотных обработок.

Результатом этих исследований будут:

– литолого-фациальные карты пластов-коллекторов и прилегающих к ним водоупоров в масштабе 1:10 000–1:25 000;

– карты эффективных мощностей, а также изолиний глубин залегания кровли и подошвы пластов-коллекторов и прилегающих к ним водоупоров;

– детальная химико-минералогическая и петрографическая характеристика пород, слагающих пласт-коллектор, и прилегающих к нему водоупоров;

– гидродинамическая схема района исследований;

– карты: изопьез, проводимости, проницаемости, приемистости, коэффициентов пьезопроводности и эффективной емкости пород, слагающих пласты-коллекторы;

– детальная химическая и физическая характеристика подземных вод;

– геолого-гидрогеологические разрезы к картам с указанием химического состава подземных вод и коэффициентов фильтрации всех литологических разностей пород в вертикальном и горизонтальном направлениях;

– данные по опробованию герметичности водоупоров;

– результаты микробиологических анализов.

Полученные материалы по геологическому изучению отложений для обоснования захоронения попутных вод служат исходными данными для составления технического проекта этих работ [3] и для оформления специального государственного разрешения в виде лицензии.

Требования к захоронению попутных вод

Метод захоронения в глубокие горизонты направлен на охрану природных ресурсов от загрязнения, поэтому проектируемые работы по депонированию попутных и сточных вод в РУз должны быть организованы в соответствии с законами «О недрах», «Об охране природы», «О государственном санитарном надзоре», «Об отходах», «О воде и водопользовании», «Об охране атмосферного воздуха», «Об охране и использовании животного мира», «Об охране и использовании растительного мира» [10] и ряда постановлений КМРУз.

Согласно ст. 39 Закона РУз «О недрах» к основным требованиям относятся [5]:

– пользование недрами в соответствии с утвержденными в установленном порядке техническими проектами;

– при эксплуатации обеспечение обезвреживания или локализации в определенных границах отходов и сточных вод, а также применение мер по предотвращению их проникновения в горные выработки, на земную поверхность, в атмосферный воздух и водные объекты.

Следовательно, к глубинному захоронению предъявляются жесткие требования, прежде всего в части защиты поверхностных и пресных подземных вод, залегающих в верхней части геологического разреза.

Это требование может быть выполнено, если захоронение осуществляется в благоприятных для подобных целей геологических условиях, которые обеспечивают изоляцию размещаемых в глубоких



горизонтах попутных вод (промстоков) от поверхности и горизонтов пресных вод, а скважины, используемые для нагнетания попутных вод (промстоков), исключают возникновение вертикальных перетоков вдоль их стволов между пластом-коллектором и глубоко залегающими горизонтами.

Это требование реализуется в установлении горного отвода для целей захоронения, в границы которого включается область распространения попутных вод (промстоков) в поглощающем горизонте (пласте-коллекторе) и вышележащего резервного, так называемого буферного, горизонта, а также область геологической среды на участке нагнетательных скважин от кровли буферного горизонта до поверхности.

Для проверки выполнения этого требования техническим проектом должна быть предусмотрена сеть наблюдательных скважин в области горного отвода и у его границ. В наблюдательных скважинах выполняется отбор проб подземных вод с последующим определением их полного химического состава, а также гидрогеохимические и гидродинамические измерения.

Должен осуществляться контроль технического состояния нагнетательных и наблюдательных скважин, а результаты наблюдений используются для подтверждения локализации отходов и оптимизации режимов захоронения.

При осуществлении геоэкологических исследований и оценках последствий захоронения в глубокие горизонты наиболее часто возникает два основных вопроса:

1. По каким критериям установить контур распространения попутных и сточных вод для доказательства выполнения основного требования о локализации попутных и сточных вод в границах горного отвода? Это весьма важно, так как выход попутных и сточных вод за пределы границ отвода – основание для предъявления требований о прекращении захоронения или возникновения обязанностей внесения платежей недропользователем за негативное воздействие на окружающую среду.

2. Как получить достоверные сведения о содержании компонентов попутных и сточных вод в пласте-коллекторе, используемом для захоронения, или в других контролируемых горизонтах?

В настоящее время для повышения уровня геоэкологической безопасности, выявления и описания всех источников геоэкологического загрязнения при разработке нефтегазовых месторождений и их влияния на качество подземных вод нами составляется проект геоэкологических работ по оценке влияния объектов нефтегазовой промышленности на качество подземных вод Ферганской долины, где будут внедрены основные идеи автора.

Выводы

Выполненные исследования показали, что существующая законодательная и правовая основа организации и проведения геоэкологических работ

(ведения государственного мониторинга) разработана в республике достаточно полно и охватывает все существующие вопросы.

В то же время отсутствует научно-методическая база по многим конкретным вопросам, в том числе пока недостаточно проработаны регламентирующие мероприятия по созданию полигонов подземного захоронения и проведению работ на них (ведение ведомственного мониторинга).

В связи с этим специфичность геоэкологически безопасных условий захоронения попутных и сточных вод в глубокие горизонты требует неотложного решения нормативно-методического, инструктивного и научно-технологического характера на республиканском уровне.

Наиболее важными и первостепенными являются [1]:

- методические рекомендации по проектированию и эксплуатации специализированных полигонов размещения попутных и сточных вод, где будут определены структура и содержание обязательных разделов проектных документов, ступени и порядок проведения инженерно-геоэкологического контроля для аридных зон;

- разработка единого методического подхода к нормированию содержания загрязняющих веществ в попутных и сточных водах;

- обоснование необходимой степени предварительной подготовки попутных и сточных вод;

- поддержка приемистости скважин на высоком уровне;

- обоснование ареала подземного растекания попутных и сточных вод;

- организация ведомственного мониторинга и в дальнейшем вовлечение созданной опорной режимной сети в состав государственного мониторинга за состоянием недр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Абдуллаев Б. Д., Туляганов Б. И.** Захоронение попутных и сточных вод: проблемы и пути решения // Геология и минеральные ресурсы. – 2015. – № 5. – С. 60–63.

2. **Байдарико Е. А., Загвозкин А. Л., Рыбальченко А. И.** Мониторинг захоронения промстоков в глубокие геологические горизонты, содержащие высокоминерализованные воды // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2009. – № 2. – С. 154–160

3. **Геолого-гидрогеологическое обоснование подземного захоронения нефтепромысловых стоков на полигонах нефтяных месторождений / А. А. Логинов, Б. М. Зильберштейн, Е. С. Ловчева, А. Ю. Сорokin // Недропользование – XXI век. – 2007. – № 3. – С. 13–20.**

4. **Гидрогеологические исследования для захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные горизонты (методические указания) /** гл. ред. Е. Г. Чаповский. – М., 1973. – 423 с.



5. Закон «О недрах» // Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан. – 2000. – № 7–8. – С. 217.

6. Костин П. П., Пименов М. К. Подземные хранилища жидких промышленных отходов и геолого-гидрогеологические материалы, необходимые для проектирования // Гидрогеологические вопросы подземного захоронения промышленных стоков: техн. сб., вып. 14. – М., 1969. – С. 130–139.

7. Роджерс П. Перед лицом нехватки пресной воды // В мире науки. – 2008. – № 11. – С. 22–29.

8. Туляганов Б. И. Особенности проявления опасных геологических процессов при освоении нефтегазовых месторождений // Горный вестник Узбекистана. – 2011. – № 4. – С. 6–10.

9. Туляганов Б. И. Этапы и методика инженерно-геоэкологических исследований для обоснования захоронения попутных вод в глубокие горизонты // Разведка и охрана недр. – 2021. – № 4. – С. 35–40.

10. Туляганов Б. И., Кадырходжаев А. Ф. Задачи геотехнологических исследований для обоснования захоронения промышленных стоков в водонесные горизонты // Горный вестник Узбекистана. – 2010. – № 1. – С. 49–57.

11. Указатель законодательных и нормативных актов, действующих в области охраны природы и использования природных ресурсов. Изд. офиц. Система стандартизации в области охраны природы. – Ташкент, 2006. – 63 с.

REFERENCES

1. Abdullaev B.D., Tulyaganov B.I. [Disposal of free and sewage water: problems and solutions]. *Geologiya i mineralnyye resursy – Geology and Mineral Resources*, 2015, no. 5, pp. 60–63. (In Russ.).

2. Baydariko E.A., Zagvozdkin A.L., Rybalchenko A.I. [Monitoring of effluents into deep geological horizons containing highly mineralized water]. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidroekologiya, geokriologiya*, 2009, no. 2, pp. 154–160. (In Russ.).

3. Loginov A.A., Zilbershteyn B.M., Lovcheva E.S., Sorokin A.Yu. [Geological and hydrogeological substantiation of the subsurface disposal of oilfield effluents at disposal sites of oil fields]. *Nedropolzovaniye – XXI*

vek – Subsurface use – 21st century, 2007, no. 3, pp. 13–20. (In Russ.).

4. Chapovsky E.G., ed. *Gidrogeologicheskiye issledovaniya dlya zakhoroneniya promyshlennykh stochnykh vod v glubokiye vodonosnyye gorizonty* [Hydrogeological survey for the effluents in deep aquifers (guidelines)]. Moscow, 1972. 423 p. (In Russ.).

5. *Zakon o nedrakh (novaya redaktsiya) ot 13.12.2002 g., № 444– II* [Subsoil Law of the Republic of Uzbekistan (new edition) from 13.12.2002, no. 444–2]. *Vedomosti Oliy Mazhlisa Respubliki Uzbekistan*, 2000, no. 7–8, p. 217. (In Russ.).

6. Kostin P.P. Pimenov M.K. [Subsurface disposals of effluents and geological and hydrogeological materials necessary for design]. *Gidrogeologicheskiye voprosy podzemnogo zakhoroneniya promyshlennykh stokov* [Hydrogeological issues of subsurface disposal of industrial effluents]. Moscow, 1969, vol. 14. pp. 130–139. (In Russ.).

7. Rodgers P. [In the face of a shortage of fresh water]. *V mire nauki – Scientific American*, 2008, no. 11, pp. 22–29. (In Russ.).

8. Tulyaganov B.I. [Features of the manifestation of dangerous geological processes in the development of oil and gas fields]. *Gornyy vestnik Uzbekistana*, 2011, no. 4, pp. 6–10. (In Russ.).

9. Tulyaganov B.I. [Phases and methodology of engineering geological investigation for justification of produced water burial into deep level]. *Razvedka i okhrana nedr – Prospect and protection of mineral resources*, 2021, no. 4, pp. 35–40. (In Russ.).

10. Tulyaganov B.I., Kadyrkhodzhaev A.F. [Tasks of geotechnological investigations for substantiation of the industrial effluents disposal in aquifers]. *Gornyy vestnik Uzbekistana*, 2010, no. 1, pp. 49–57. (In Russ.).

11. *Ukazatel zakonodatelnykh i normativnykh aktov, deistvuyushchikh v oblasti okhrany prirody i ispolzovaniya prirodnykh resursov. Izdaniye ofitsialnoye. Sistema standartizatsii v oblasti okhrany prirody*. [Handbook of legislative and regulatory acts applied in the field of nature protection and use of natural resources. Official publication. The system of standardization in the field of nature protection]. Tashkent, 2006. 63 p. (In Russ.).

© Б. И. Туляганов, 2022