УДК 551.49:621.039.1

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕДР В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЯДЕРНО И РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ДОЛГОСРОЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

М. Л. Глинский, А. В. Глаголев, В. Ф. Котлов
ФГБУ «Гидроспецгеология», Москва

Статья поступила в редакцию 2 июля 2018 г.

В статье изложены основные позиции ведения объектного мониторинга состояния недр, представлены результаты долговременных наблюдений и прогноза загрязнения недр вследствие влияния ядерно и радиационно опасных объектов.

Ключевые слова: *объектный мониторинг состояния недр, сеть скважин, подземные воды, ядерно и радиационно опасные объекты, гидрогеологические модели.*

Обеспечение экологической безопасности действующих, строящихся и выводимых из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов (ЯРОО) является одним из важнейших условий развития атомной энергетики и промышленности и зависит от степени информационного насыщения принимаемых управляющих решений. Реализация крупномасштабных планов Госкорпорации «Росатом» по преодолению радиоэкологических последствий первого атомного проекта и ускоренному развитию атомной энергетики страны диктует необходимость применения современных методов производственного контроля и мониторинга окружающей среды, в том числе и недр как одного из основных компонентов природной среды.

Недра являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии — ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения (Закон РФ «О недрах» № 2395-1 от 21 февраля 1992 г.). В узком смысле под недрами понимают верхнюю часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

Объектный мониторинг состояния недр (далее ОМСН) — система регулярных наблюдений за изменением индикаторных показателей состояния недр и поверхностной гидросферы под влиянием деятельности предприятий и организаций, имеющих ЯРОО, оценки и прогноза этих изменений во времени и пространстве. Основное внимание при проведении ОМСН отводится подземным водам как наиболее подвижной составляющей недр, способной в течение небольшого промежутка времени распространять в толщах пород загрязняющие радиоактивные и химические вещества, источниками которых являются ЯРОО и другие производственные объекты атомной отрасли.

Основная цель деятельности в рамках ОМСН состоит в получении достоверной информации о воздействии на недра, ведущем к их загрязнению, ЯРОО и других объектов, находящихся в составе предприятий атомной отрасли. Эта информация

необходима для оценки экологической безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации этих объектов, для информационного обеспечения управляющих решений по реализации природоохранных мероприятий и др.

Основными задачами ОМСН являются:

- получение регулярной информации о состоянии недр и сопредельных сред (поверхностных вод, донных осадков, почв);
- определение на участке расположения наблюдаемого объекта различных видов воздействий на недра;
- оценка в пределах санитарно-защитных зон (СЗЗ) и/или зон наблюдения (ЗН) предприятия текущего состояния недр, в частности выявление загрязняющих химических и радиоактивных элементов и оценка качества подземных и поверхностных вод;
- моделирование процессов антропогенного воздействия на природную среду в районе наблюдаемого объекта;
- прогнозирование изменения состояния недр под воздействием природных и антропогенных факторов;
- разработка рекомендаций по природоохранным мероприятиям и оценке их эффективности.

Схема комплекса работ в рамках отраслевой системы ОМСН приведена на рис. 1.

Материальной основой мониторинга является расположенная в пределах промплощадок, СЗЗ и ЗН предприятий сеть пунктов и постов наблюдения за состоянием недр и других компонентов природной среды, включающая наблюдательные скважины, пункты и посты радиационного контроля, гидростворы, водопосты и другие пункты контроля и наблюдения.

Информационной основой создания системы ОМСН являются все существующие фонды и базы данных, имеющие отношение к состоянию природной среды на площадке объекта мониторинга, которые сведены в аналитическую информационную систему объектного мониторинга состояния недр (АИС ОМСН). Программная оболочка АИС была разработана ЗАО «Компания Информконтакт».

В процессе ОМСН ведутся наблюдения за компонентами природной среды, которые испытывают антропогенное воздействие. Это почвы, породы зоны аэрации, подземные воды, водовмещающие породы, поверхностные воды и донные отложения.

В качестве источников антропогенного воздействия рассматриваются производственные объекты, входящие в структуру предприятий атомной отрасли. Эти объекты, а также сопутствующие им гидротехнические сооружения первого и второго классов, согласно ст. 48 в ред. Федерального закона от 11.07.2011 № 190-ФЗ, относятся к особо опасным и технически сложным объектам.

Эти объекты могут оказывать на недра радиационное, химическое, гидродинамическое, гидрохимическое, термическое и другие виды воздействия. Одни объекты оказывают комплексное воздействие, другие — воздействие одного вида, что определяет особенности проведения мониторинга. Соответственно этим воздействиям при ОМСН осуществляют следующие наблюдения: радиационные, гидрохимические, гидродинамические, температурные, геохимические. При этом определяют следующие показатели: в подземных и поверхностных водах, донных осадках и почвах — удельные активности радионуклидов, суммарную удельную альфа-активность, суммарную удельную бета-активность, содержание вредных химических веществ; в подземных и поверхностных

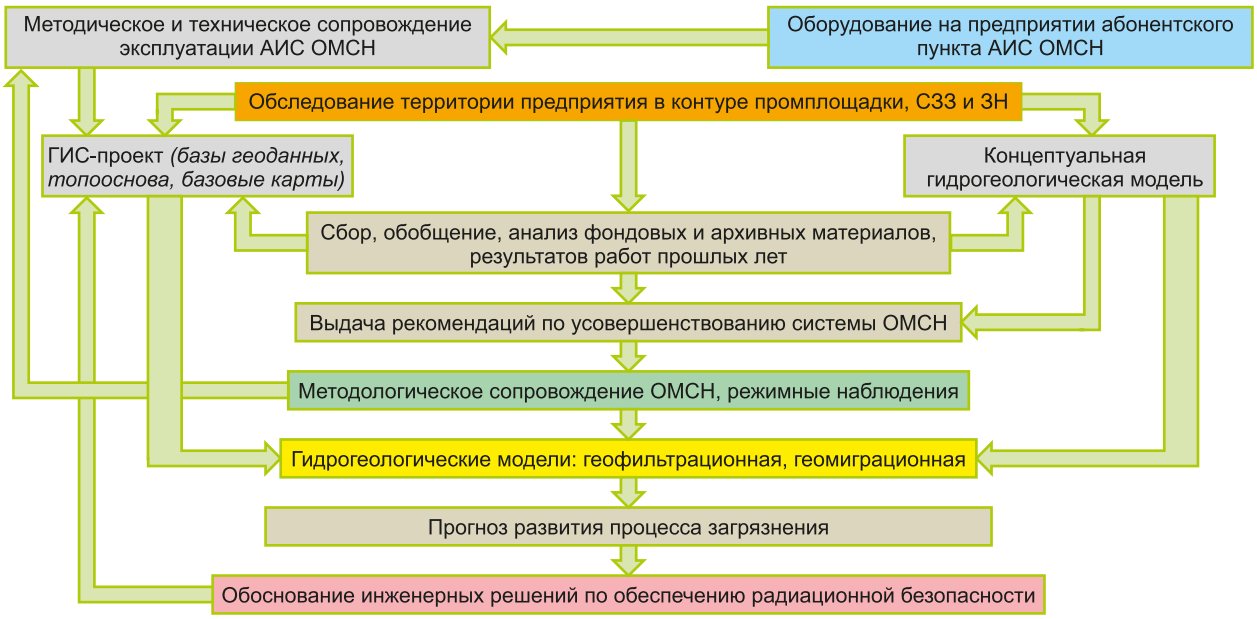

Рис. 1. Схема комплекса работ в рамках отраслевой системы ОМСН

водах — уровни зеркала вод, температуру, минерализацию, водородный показатель; в почвах и грунтах — мощность дозы гамма-излучения.

Центром ОМСН всесторонне анализировались и систематизировались материалы ежегодных отчетов предприятий по ведению мониторинга, осуществлялось обследование и контрольное опробование наблюдательных скважин, оценивалось состояние подземных вод и взаимосвязанных с ними поверхностных вод. По полученным результатам сформированы базы данных на абонентских пунктах, организованных ФГБУ «Гидроспецгеология» на 55 предприятиях, и единая база данных АИС ОМСН, состоящая из базы данных фактов и пространственной базы данных. Функциональность программного комплекса отражена на рис. 2.

Сформированные Центром ОМСН ФГБУ «Гидроспецгеология» базы данных явились информационной основой для прогнозного моделирования распространения в подземных водах радиоактивного и химического загрязнений.

По завершении годового или многолетнего циклов наблюдений составлялись:

- прогнозы миграции радионуклидов и других загрязняющих веществ с поверхностными и подземными водами на основе математического гидрогеологического моделирования при различных вариантах жизненного цикла объектов мониторинга;
- аналитические отчеты с оценкой степени влияния объектов мониторинга на состояние недр;
- рекомендации предприятиям по организации или оптимизации систем ОМСН.

В 2015 году, согласно требованиям Приказа № 1/431-П по Госкорпорации «Росатом» и актуализированной программы создания отраслевой системы ОМСН, завершилось включение 55 предприятий в отраслевую систему. Предприятиями разработаны и согласованы с Центром ОМСН программы ведения ОМСН, проводится сбор, обобщение и анализ результатов мониторинга с использованием абонентских пунктов АИС ОМСН. Результаты ОМСН с абонентских пунктов передаются в отраслевую систему (рис. 1) и используются в расчетах методами математического моделирования для оценки безопасности ЯРОО на различных этапах их жизненного цикла.

Данные, полученные в результате ведения предприятиями наблюдений и полевых обследований систем ОМСН, выполненных Центром, позволили охарактеризовать современное состояние недр на площадках размещения различных ЯРОО и в пределах их СЗЗ. Оценка состояния осуществлялась путем сравнения значений определяемых показателей с нормативными или референтными величинами, а также по характеру изменения исследуемых показателей за многолетний период.

Влияние предприятий Госкорпорации «Росатом» на недра наиболее заметно проявляется в изменении состояния подземных вод — гидродинамического и температурного режимов, химического и радионуклидного составов. Незначительное отличие значений этих характеристик в естественных условиях от наблюдаемых в границах промплощадок уже указывает на определенное воздействие предприятия на недра. Если показатели превышают нормируемые значения (или контрольные уровни) в несколько раз, это свидетельствует о заметном воздействии, тогда как при превышении значений в 10—100 раз воздействие объекта на недра оценивается как существенное.

При нарушении гидродинамического режима наиболее отрицательным с точки зрения

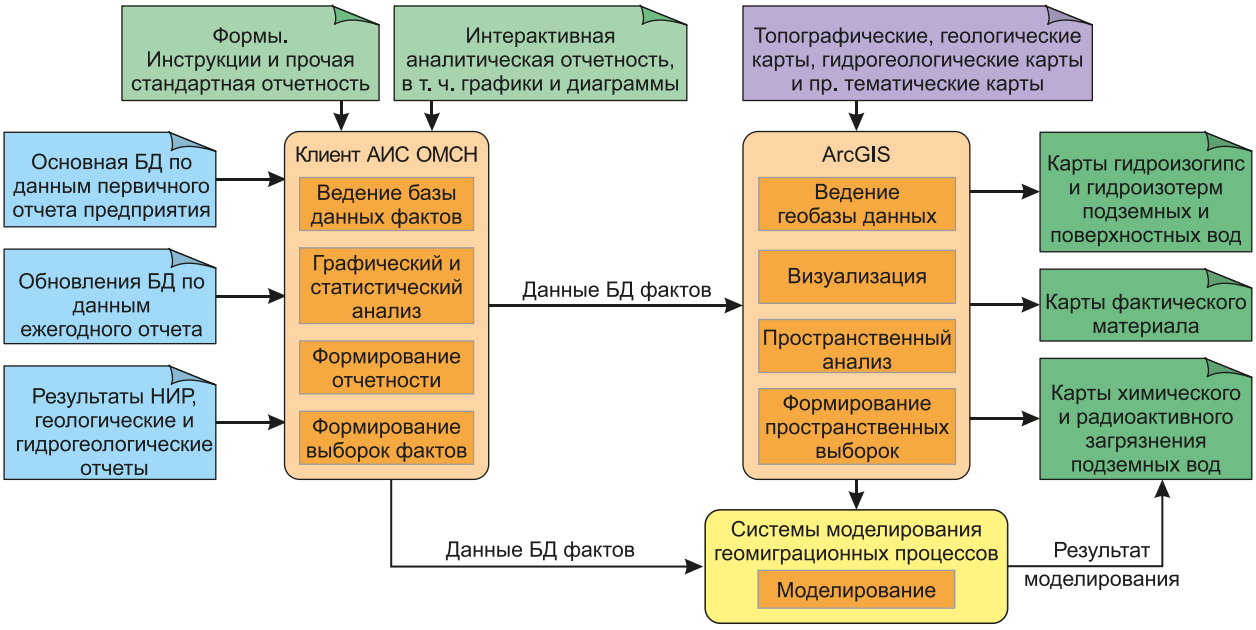

Рис. 2. Функциональная структура АИС ОМСН

радиационной безопасности является процесс подтопления. По данным ОМСН, подтопление территорий грунтовыми водами отмечено на 33 площадках предприятий (табл. 1). По степени развития выделяются три типа этого процесса: постоянное площадное подтопление, постоянное локальное подтопление (на участках расположения отдельных сооружений), периодическое локальное подтопление (преимущественно сезонное).

В результате ведения ОМСН, на площадках отдельных предприятий установлено наличие участков радиоактивного и химического загрязнений подземных вод. Радиоактивное загрязнение, согласно Нормам радиационной безопасности [1], определяется как присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте в количестве, превышающем установленные нормативы.

Подземные воды считаются загрязненными [2, п. 2.2] при обнаружении динамических тенденций изменения состава и свойств воды, обусловленного:

- проникновением загрязняющих веществ из поверхностного слоя почвы, водотоков, смежных водоносных горизонтов;
- латеральным подтоком вод иного (относительно фона) минерального состава;
- изменением условий питания и разгрузки;
- положением уровней эксплуатируемого и первого от поверхности водоносных горизонтов.

В результате действия источников загрязняющих веществ в водоносном горизонте формируется ореол загрязнения, параметры которого зависят от многих факторов:

- интенсивности и характера поступления, химического и радионуклидного составов, плотности и вязкости фильтрующихся загрязненных вод;
- гидрогеологических условий в районе объекта (литологического состава водовмещающих пород, параметров зоны аэрации и водоносного горизонта, направления и скорости движения подземных вод);
- характера физико-химического взаимодействия между загрязняющими веществами, подземными водами и водовмещающими породами.

При сложном составе фильтрующихся загрязненных вод формируется зона загрязнения, в которой скорости и пути движения отдельных веществ различны при кажущейся однородности состава и фильтрационных свойств водовмещающих пород. В случае радиоактивных растворов миграция загрязняющих веществ в недрах обусловлена не только плотностью растворов, их физико-химическим взаимодействием с водовмещающими породами, но и радиоактивным распадом.

На участках расположения ЯРОО установлено наличие разных уровней радиоактивности подземных вод, в ряде случаев на несколько порядков превышающих уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [1]. Так, удельная активность радионуклидов $A_{РН}$ в пределах от фоновых значений $A_{фон}$ до уровня вмешательства УВ (первый уровень радиоактивности) отмечается на 21 площадке предприятий (рис. 3).

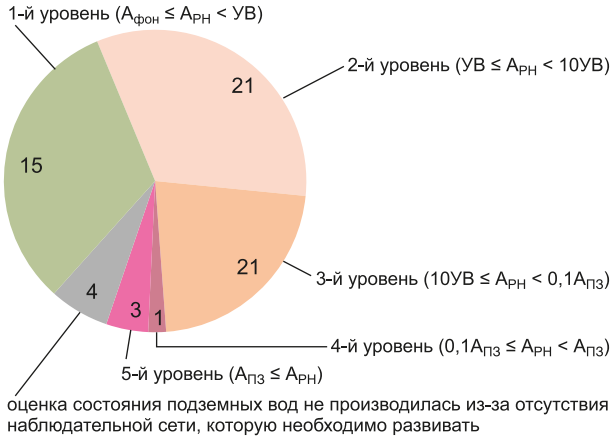

Рис. 3. Число площадок предприятий с разным уровнем удельной активности радионуклидов в подземных водах в пределах промплощадок и СЗЗ в 2016 году

Таблица 1. Распространение процесса подтопления на площадках предприятий Госкорпорации «Росатом»

Постоянное площадное подтопление	Постоянное локальное подтопление	Периодическое локальное подтопление
1. АО «ВНИИХТ» (площадка ОХТЗ) 2. ПАО «МСЗ» 3. ПАО «НЗХК» (промплощадка) 4. АО ЧМЗ (хвостохранилище) 5. ПАО «ППГХО» (промплощадка) 6. ФГУП «Атомфлот» 7-9. АО «Радиевый институт» (на всех 3 площадках) *Отделения ФГУП «РосРАО»:* 10. Ленинградское 11. Кирово-Чепецкое 12. Самарское 13. Челябинское 14. Отделение Вилючинск ДВЦ «ДальРАО»	1. АО «ИРМ» 2. АО «СХК» 3. АО «УЭХК» 4. Балаковская АЭС 5. Белоярская АЭС 6. Кольская АЭС 7. Ленинградская АЭС 8. Ростовская АЭС 9. Смоленская АЭС 10. ФГУП «ПО «Маяк» 11. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 12. ФГУП ФЯО «ГХК» 13. Отделение Губа Андреева СЗЦ «СевРАО» 14. Нижегородское отделение ФГУП «РосРАО»	1. АО «ПО «ЭХЗ» 2. Калининская АЭС 3. ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ» *Отделения ФГУП «РосРАО»:* 4. Мурманское 5. Свердловское
14 площадок	**14 площадок**	**5 площадок**

Также на 21 площадке установлена удельная активность радионуклидов $A_{РН}$ выше УВ, но не превышающая десятикратный УВ (второй уровень радиоактивности). На 15 площадках значения $A_{РН}$ находятся в пределах от десятикратного УВ до 0,1 предельного значения удельной активности радионуклида $A_{ПЗ}$ (третий уровень удельной активности радионуклидов). Четвертый уровень активности $A_{РН}$, равной или выше $0{,}1A_{ПЗ}$, но ниже $A_{ПЗ}$, отмечается только на одной площадке, а пятый уровень (при $A_{РН}$ выше $A_{ПЗ}$) — на трех площадках.

Пример организации сети наблюдательных скважин и результатов ОМСН на участках расположения пунктов хранения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) иллюстрируется рис. 4, на котором показаны места наблюдательных скважин и ореолы загрязнения первого от

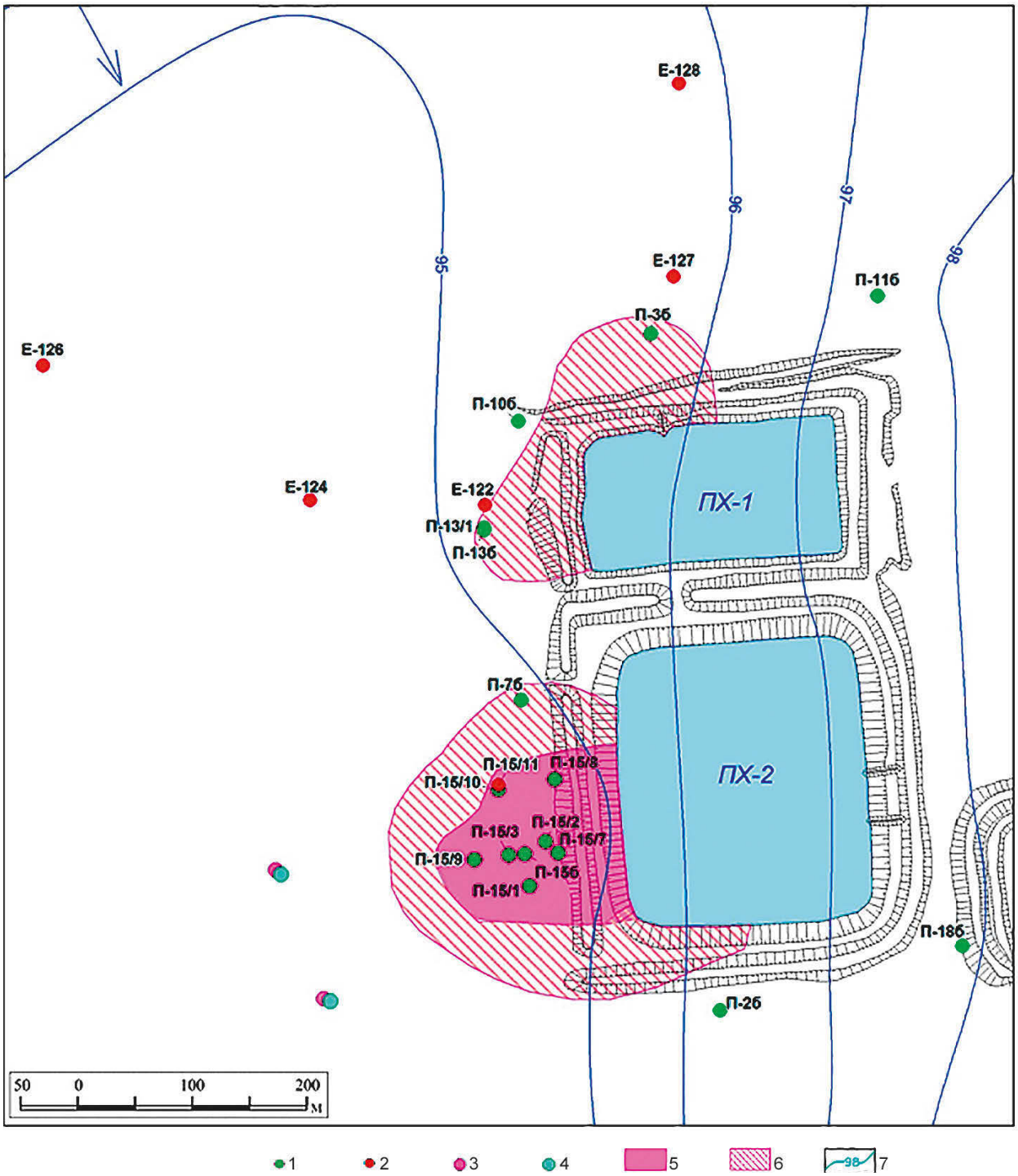

Рис. 4. Схема расположения участков загрязнения в первом от поверхности водоносном горизонте в районе пульпохранилищ ПХ-1,2 АО «СХК»: 1, 2 — контрольные скважины, оборудованные на верхний (1) и нижний (2) подгоризонт; 3, 4 — рекомендуемые скважины на нижний (3) и верхний (4) подгоризонт; 5, 6 — области загрязнения подземных вод NO_3 и ^{90}Sr (5); NO_3 (6); 7 — гидроизогипса, абс. м

поверхности водоносного горизонта в районе пульпохранилищ ПХ-1 и ПХ-2 АО «СХК».

В результате стационарных наблюдений по сети скважин выявлены ореолы интенсивного комплексного химического и радиационного загрязнения, которые сформировались вследствие ухудшения противофильтрационных свойств защитных экранов пульпохранилищ. Повышенная радиоактивность грунтовых вод в основном обусловлена ^{90}Sr.

Выявленные по результатам ОМСН места фильтрационных протечек позволили целенаправленно запроектировать работы по восстановлению противофильтрационных свойств ограждающих дамб.

Помимо повышенной и высокой радиоактивности подземных вод, на территориях предприятий атомной отрасли по результатам мониторинга отмечается наличие вредных химических веществ (ВХВ) в концентрациях, существенно выше предельно допустимой концентрации (ПДК). Минимальный уровень концентрации ВХВ (при значениях от фоновых до ПДК) наблюдается на 16 площадках. Второй уровень (при содержании ВХВ выше ПДК и до десятикратного его превышения) установлен на 12 площадках. На 15 площадках концентрация ВХВ превышает десятикратное значение ПДК, но меньше его стократного значения (третий уровень). Содержание больше стократного ПДК соответствуют четвертому уровню и установлено на 8 площадках (рис. 5).

Ярким примером интенсивного химического загрязнения подземных и поверхностных вод является состояние территории хвостового хозяйства АО ЧМЗ, где расположены три хвостохранилища: № 1 — законсервированное, содержащее низкоактивные РАО производства металлического урана, № 2 — действующее, содержащее низкоактивные РАО производства

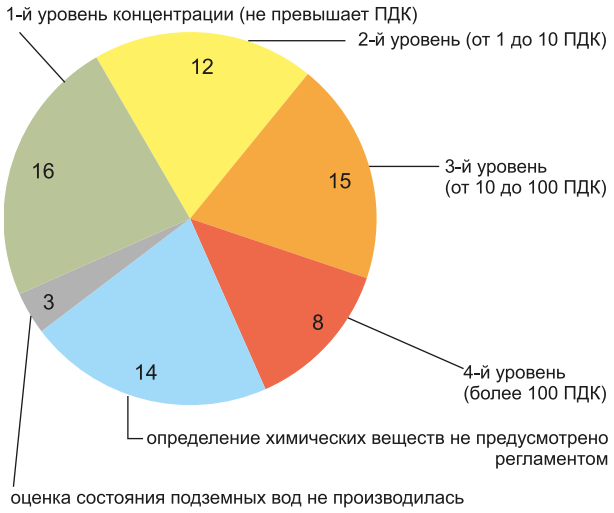

Рис. 5. Число предприятий с разным уровнем содержания ВХВ в подземных водах в пределах промплощадок и СЗЗ в 2016 году

металлического урана, и № 3 — действующее, содержащее отходы кальциевого и циркониевого производств.

Основными негативными процессами, происходящими на территории хвостового хозяйства и прилегающей территории, являются:

- просачивание фильтрационных вод через тело дамбы хвостохранилища № 3;
- разгрузка фильтрационных вод в болото и бывший карьер;
- химическое и радиоактивное загрязнения поверхностных и подземных вод, вышедшие за границу СЗЗ.

Индикаторами химического загрязнения от хвостового хозяйства являются уран, торий, нитраты, хлориды, сульфаты, натрий, кальций и др.

По результатам ОМСН (рис. 6) в первом от поверхности водоносном горизонте выявлен ореол комплексного химического загрязнения. Его площадь в границах ПДК составляет около 700 га, максимальная минерализация в 2016 г. достигла 13 ПДК; по нитрат-иону с максимальной концентрацией до 195 ПДК площадь ореола — около 490 га, а по сульфат-иону с максимальной концентрацией до 6 ПДК площадь ореола — около 270 га. Во втором от поверхности водоносном горизонте также фиксируется комплексное химическое загрязнение: максимальное значение показателя минерализации равно 11 ПДК.

Для оценки безопасности долгосрочной эксплуатации ЯРОО и других объектов предприятий Центром ОМСН по данным мониторинга за период с 2010 по 2016 гг. были созданы 22 геофильтрационные и геомиграционные модели, с помощью которых выполнены эпигнозные и прогнозные расчеты миграции радионуклидов и ВХВ в подземных водах от действующих источников загрязнения.

Моделированием охвачены территории бывшего Кирово-Чепецкого химического комбината, ФГУП «ПО «Маяк», Северо-Западного атомного промышленного комплекса (ЛАЭС, ФГУП «НИТИ им. А. П. Александрова», Ленинградское отделение ФГУП «РосРАО»), Белоярской, Кольской и Нововоронежской АЭС, АО «АЭХК», ПАО «НЗХК», ПАО «МСЗ», АО ЧМЗ, АО «ЭХЗ», АО «УЭХК», ФГУП ФЯО «ГХК», ПАО «ППГХО», ФГУП «Базальт», ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ», ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор», АО «НИИП», АО «ИРМ», АО «ВНИИХТ», АО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина», ПХРО филиала «Южный ТО» ФГУП «РосРАО».

Проведенное математическое моделирование распространения в подземных водах загрязняющих веществ позволило получить наглядную картину как современной ситуации, так и ее изменения в ходе длительной эксплуатации ЯРОО. Примером такого моделирования являются геофильтрационная и геомиграционная модели территории хвостового хозяйства ПАО «НЗХК», которые позволили определить

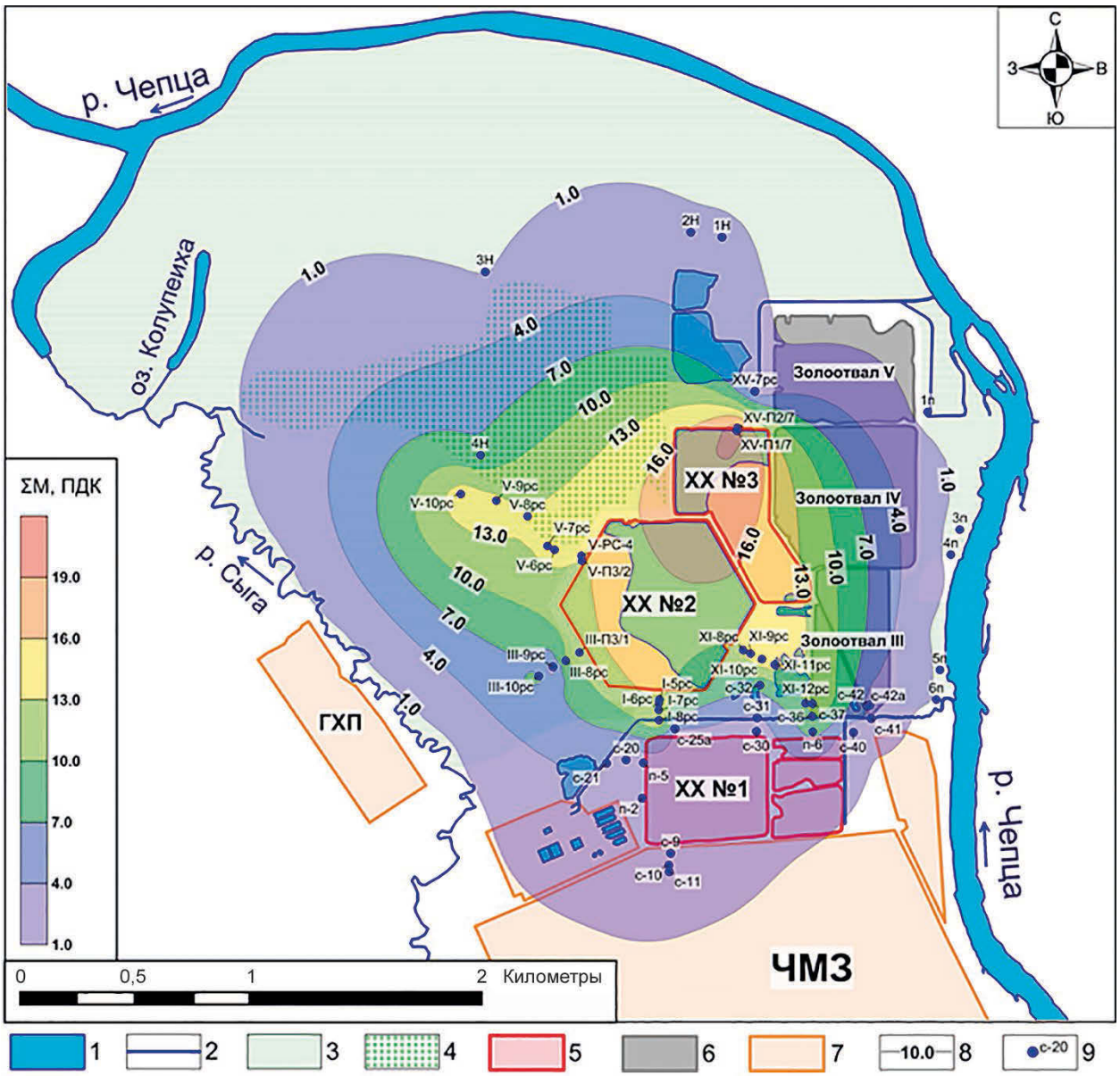

Рис. 6. Карта минерализации подземных вод четвертичного водоносного горизонта на территории хвостового хозяйства АО ЧМЗ: 1 — р. Чепца, водоемы; 2 — р. Сыга, сбросные каналы; 3 — залесенное болото; 4 — непроходимое болото; 5 — хвостохранилище; 6 — золоотвалы; 7 — прочие объекты АО ЧМЗ; 8 — изолинии ПДК; 9 — наблюдательные скважины, номер

размеры, структуру и динамику современных и прогнозных (на 100 лет) модельных ореолов, оценить эффективность работы дренажной системы и мероприятий по консервации 1-й секции хвостохранилища. Расчеты показали, что распространение хлор-иона, обладающего высокой миграционной способностью, характеризуется наибольшими, по сравнению с другими загрязняющими веществами, площадью и глубиной проникновения. Его ореол в границах 0,1 ПДК практически достигает места слияния руч. Пашенский и Гарбузовский (рис. 7).

Структуру ореола повторяют ореолы лития и урана, однако они распространяются в подземных водах значительно медленнее вследствие процессов сорбции. По данным прогноза, грунтовые воды, загрязненные этими элементами, в ближайшие 100 лет не достигнут слабоводоносного кочковского горизонта и поверхностных водотоков.

В связи с постановкой вопроса о возможности отнесения 1-й секции хвостохранилища к хранилищам особых РАО были разработаны другие модели: геофильтрационная и геомиграционная. Модельные расчеты, выполненные для отдельных радионуклидов, показали, что ореолы радионуклидов, сформировавшиеся в грунтовых водах в районе законсервированной 1-й секции, в настоящее время практически локализованы вблизи нее. Согласно прогнозу, при наличии существующих природно-техногенных условий, в течение нескольких десятков лет произойдет стабилизация ореолов (рис. 8). Загрязненные грунтовые воды частично будут разгружаться в руч. Пашенский, но это не приведет к превышению допустимого уровня загрязнения его вод.

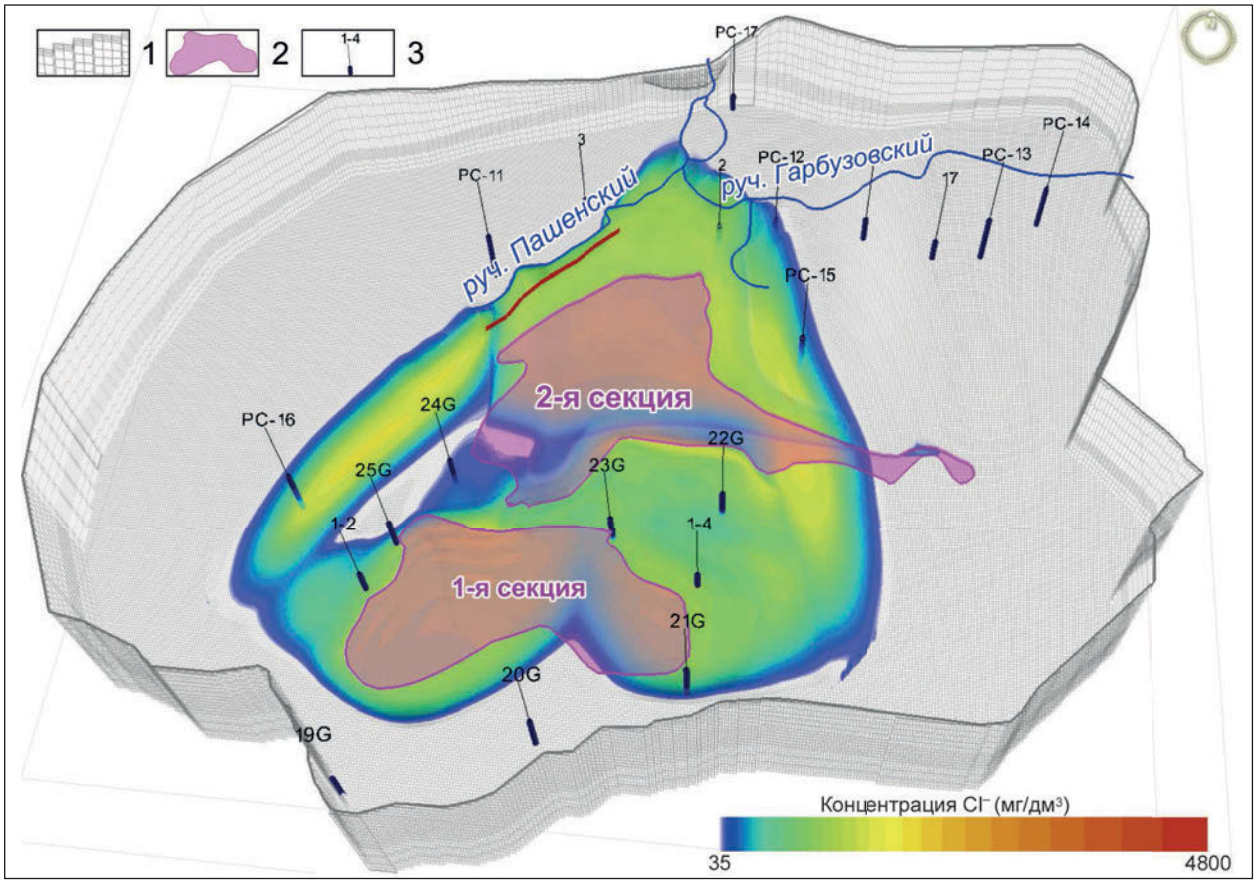

Рис. 7. Геомиграционная модель по территории хвостового хозяйства ПАО «НЗХК»:
1 — модельная сетка; 2 — источники загрязнения; 3 — наблюдательные скважины, их номера

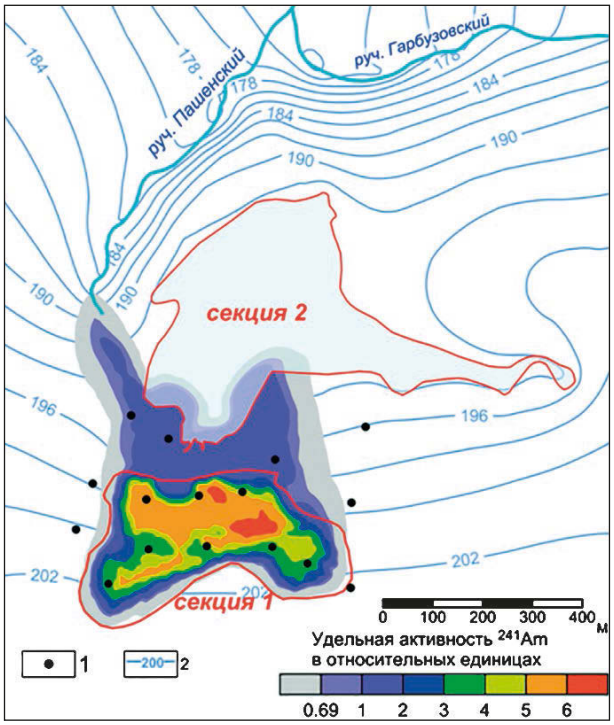

Рис. 8. Прогнозный ореол загрязнения грунтовых вод ^{241}Am на участке хвостового хозяйства ПАО «НЗХК» по результатам моделирования на 100 лет при сохранении современных природно-техногенных условий:
1 — скважины сети ОМСН; 2 — гидроизогипсы, абс. м

Таким образом, расчеты указывают на то, что данный объект после его консервации будет оказывать минимальное радиационное воздействие на окружающую среду вследствие высоких защитных свойств водовмещающих отложений (глинистых песков и суглинков). Этот факт может быть использован предприятием при решении вопроса отнесения данного объекта к особым РАО.

Заключение

Проведенный анализ данных мониторинга, осуществляемого на площадках предприятий Госкорпорации «Росатом» и в пределах их СЗЗ, позволил оценить радиоэкологическое состояние недр, сложившееся под влиянием различного типа ЯРОО и других источников техногенного воздействия на 55 предприятиях.

Состояние недр оценивалось по данным, получаемым при наблюдениях за одним из наиболее подвижных природных компонентов — подземными водами, а именно по изменению их гидродинамического режима, химического состава и активности радионуклидов, а также по косвенным характеристикам других природных компонентов — почв, поверхностных вод и донных осадков.

Разработка гидрогеологических математических моделей позволила осуществить расчеты на различные прогнозные периоды и оценить развитие существующего или потенциального радиоактивного загрязнения подземных вод в ходе долговременной эксплуатации ЯРОО, их вывода из эксплуатации, размещения, консервации и захоронения РАО.

В настоящее время в Госкорпорации «Росатом» разработана и внедрена современная система контроля, оценки и прогноза влияния производственных объектов на компоненты природной среды. Эта система в своей методической основе может быть принята в сходных целях в качестве базовой другими экологически вредными предприятиями и производствами.

Литература

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».
2. СП 2.1.5.1059-01. «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения».

Информация об авторах:

Глинский Марк Львович, кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора ФГБУ «Гидроспецгеология» (123060, Москва, ул. Маршала Рыбалко, 4), e-mail: info @specgeo.ru.

Глаголев Андрей Всеволодович, директор Центра объектного мониторинга состояния недр ФГБУ «Гидроспецгеология» (123060, Москва, ул. Маршала Рыбалко, 4), e-mail: info@specgeo.ru.

Котлов Вячеслав Федорович, кандидат геолого-минералогических наук, руководитель методико-аналитической группы Центра объектного мониторинга состояния недр ФГБУ «Гидроспецгеология» (123060, Москва, ул. Маршала Рыбалко, 4), e-mail: kotlov@ msnr.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Глинский М. Л., Глаголев А. В., Котлов В. Ф. Мониторинг состояния недр в районах расположения ядерно и радиационно опасных объектов и оценка безопасности их долгосрочной эксплуатации // Радиоактивные отходы. — 2018. — № 3 (4). — С. 78—86.

SUBSOIL CONDITION MONITORING IN NUCLEAR AND RADIATION FACILITIES AND THE ESTIMATION OF LONG TERM MAINTENANCE SAFETY GUIDE

Glynskiy M. L., Glagolev A. V., Kotlov V. F.

FGBU "Gydrospecgeologya", Moscow, Russia

Article received 2 July 2018

The article describes the basements of subsoil condition site monitoring and results of long term supervisions and forecast of subsoil contamination in nuclear and radiation facilities influence.

Key words: *site monitoring, bore network, underground water, nuclear and radiation facilities, hydrogeological modelling, forecast.*

References

1. SanPiN 2.6.1.2523-09. "Normy radiatsionnoy bezopasnosti NRB-99/2009".
2. SP 2.1.5.1059-01. "Gigiyenicheskiye trebovaniya k okhrane podzemnykh vod ot zagryazneniya".

Information about the authors

Glynskiy Mark Lvovich, PhD, First Deputy General Director FGBU "Gidrospetsgeologiya", (Marshala Rybalko st, Moscow, 1230604, Russia), e-mail: info @specgeo.ru.

Glagolev Andrey Vsevolodovich, Director of OMSN Center FGBU "Gidrospetsgeologiya", (Marshala Rybalko st, Moscow, 1230604, Russia), e-mail: info @specgeo.ru.

Kotlov Vyacheslav Fedorovich, PhD, Head of Analytic Group FGBU "Gidrospetsgeologiya" (Marshala Rybalko st, Moscow, 1230604, Russia), e-mail: info @specgeo.ru.

Bibliographic description

Glynskiy M. L., Glagolev A. V., Kotlov V. F. Subsoil Condition Monitoring in Nuclear and Radiation Facilities and the Estimation of Long Term Maintenance Safety Guide. *Radioactive Waste,* 2018, no. 3 (4), pp. 78—86. (In Russian).