

ЭКОЛОГИЯ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Член-корреспондент РАН В.А. ГРАЧЁВ
(МГУ им. М.В. Ломоносова, ГК Росатом)

DOI: 10.7868/50233361920060051

Экологическая наука обогатила цифровизацию, охватывающую в последние годы все стороны нашей жизни и сами основы устойчивого развития: экономику, экологию и социальную сферу. Понятие “экологическая система” оказалось наиболее приемлемым для описания стабильных финансовых институтов. В то же время цифровизация не даст желаемого эффекта, если не оцифровать социальную сферу и саму экологию. Они будут тормозить развитие экономики. Не менее важным является и цифровизация самой экологии как деятельности по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

В статье на основе системного подхода описаны основы цифровизации экологии атомной отрасли.

Функционирование системы реализации экологической политики (СРЭП) позволило иметь нужные и всё более улучшающиеся показатели экологической эффективности.

Поставлены задачи по совершенствованию всех элементов СРЭП и их включению в Цифровую систему реализации экологической политики (ЦСРЭП).

Экология цифровизации

Цифровизация в последние годы становится всё более всеохватывающим явлением во всех сферах жизни от

цифрового телевидения до цифровизации производств, транспорта, энергетики, всей экономики и социальной сферы. Понятие цифровизация тесно связано с экологией. В такой, казалось бы, далёкой от экологии сфере как финансы создаются “экологические системы”. Это понятие, созданное Природой, оказалось очень подходящим для характеристики тех систем, которые являются стабильными и самодостаточными.

Экосистема, или экологическая система (от др.-греч. οἶκος – жилище, местопребывание и σύστημα – система) – биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов, среды их обитания, системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними¹. Пример экосистемы – пруд с обитающими в нём растениями, рыбами, беспозвоночными животными, микроорганизмами, составляющими живой компонент системы, биоценоз. Для пруда, как экосистемы, характерны донные отложения определённого состава, химический состав и физические параметры, а также определённые показатели биологической продуктивности, трофический статус водоёма и специфические условия данного водоёма.

Экосистема – сложная самоорганизующаяся, саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система.

¹ Экосистема. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

В финансовой системе, как и в Природе, всё взаимосвязано.

“В действительности ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны – прежде всего, питанием и дыханием – с окружающей их материально-энергетической средой. Вне её в природных условиях они существовать не могут”. – В.И. Вернадский².

Термином **“цифровая экология”** (Digital ecology) достаточно активно пользуются сейчас многие исследователи в различных областях знаний и сферах практики. Развитие цифровых технологий привело к появлению зонтичного понятия **“цифровая экосистема”**, под которой понимают цифровые артефакты и инфраструктуру передачи данных, их хранения и обработки, пользователей систем, включая социальные, экономические, политические, психологические и иные факторы, влияющие на осуществление взаимодействий³. Отдельное развитие получили работы, связанные с рассмотрением экологических систем, в которых роль активных конкурирующих агентов играли бизнес-организации⁴.

Цифровая экологическая деятельность

Наряду с вышеперечисленным использованием экологии в цифровых интересах представляет интерес и **цифровизация экологической деятельности**, то есть два развивающихся понятия и сферы деятельности: **экология цифровизации** и **цифровизация экологии**. Цифровизация экологической деятельности (ЦЭД) каждого предприятия, концерна, корпорации, является частью общей цифровизации деятельности, которая осуществляется всеми современными предприятиями и организациями.

Цифровизация экономики тесно связана с устойчивым развитием, предполагающим совместное развитие экономики, экологии и социальной сферы. Если цифровизация не будет применена в экологии и социальной сфере, то это будет тормозить развитие экономики (рис. 1). В данной работе на основе системного анализа предложены пути углубления цифровизации на примере атомной отрасли России, в части **цифровизации реализации экологической политики**.

Атомная отрасль России является одной из самых передовых отраслей экономики. Принята цифровая стратегия ГК “Росатом”⁵. **Задачи, которые стоят перед атомной отраслью на сегодняшний день – реализация единой цифровой стратегии и дальнейшее развитие информационных технологий. Развитие цифровой экономики – один из приоритетов государственной политики России.** ГК “Росатом” повышает эффективность внутренних процессов за счёт расширения области применения цифровых технологий и готов предложить продукты и решения на базе собственных передо-

²Вернадский В.И., Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. 1944. № 18. С. 113–120.

³Dong H., Hussain F.K. Digital Ecosystem Ontology // IEEE International Symposium on Industrial Electronics. 2007. ISIE2007. P. 2944–2947; Dong H., Hussain F.K., Chang E. An Integrative view of the concept of Digital Ecosystem // Proceedings of the Third International Conference on Networking and Services. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. 2007. P. 42.

⁴Karhu K. et al. A digital ecosystem for boosting user-driven service business // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2009. P. 37:246–37:253; Lurgi M., Estanyol F. Managing a digital business ecosystem using a simulation tool // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2010. P. 213–220.

⁵Управление производством. Цифровая стратегия “Росатома”: кратко о главном, 23.01.2019. URL: <http://www.up-pro.ru/library/strategy/management/strat-rosatom.html>

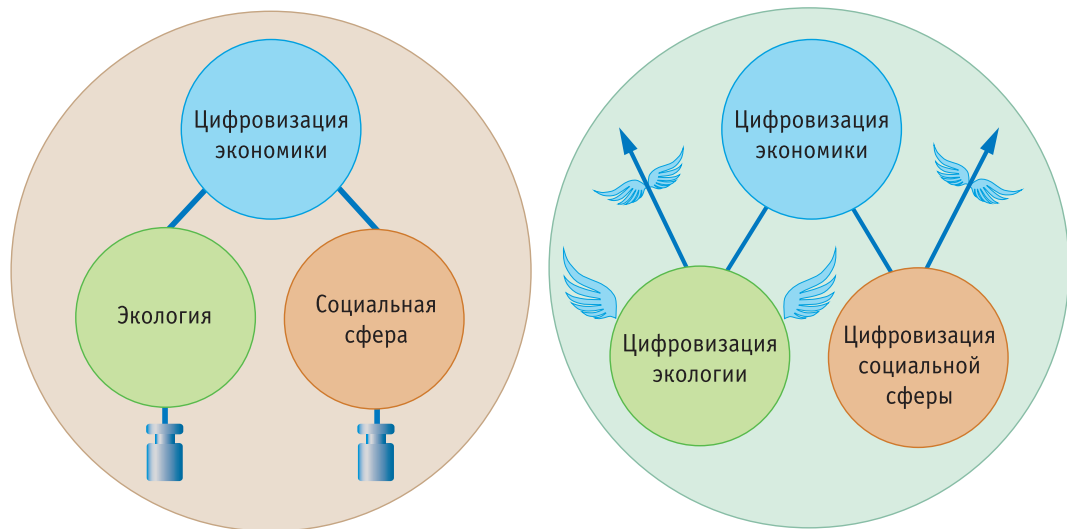


Рис 1.
Цифровизация и устойчивое развитие.

вых технологий ключевым отраслям отечественной экономики – сквозные технологии, связанные с интернетом, промышленным интернетом и интернетом вещей, большими данными (big data), а также аддитивные технологии, облачные вычисления, технологии управления сложными инженерными объектами, искусственный интеллект и решения для информационной безопасности.

Цифровизация должна оказать серьёзную поддержку реализации стратегических целей ГК «Росатом»⁶. Они известны и просты, но очень важны для страны и для всего мира. Это обеспечение надёжности ядерного щита как основы национальной безопасности, обеспечение мира чистой, безопасной, доступной энергией и инновациями на основе атомных технологий, достижение глобального технологического лидерства и предотвращение негативного влияния на окружающую среду. ГК «Росатом» мировой лидер атомной энергетики. На Новоронежской АЭС введён в промышленную эксплуатацию

первый в мире инновационный энергоблок (ВВЭР-1200) поколения «III+», отвечающий «постфукусимским» требованиям МАГАТЭ по надёжности и безопасности. На Белоярской АЭС введён в промышленную эксплуатацию инновационный энергоблок с реактором на быстрых нейтронах (БН-800). Проект получил большое признание на мировом уровне. Благодаря проектам ГК «Росатом» в мире существенно сокращаются выбросы парниковых газов. Один энергоблок сокращает выбросы CO₂ на 9 млн т или 558 млн т за жизненный цикл блока, что эквивалентно выбросам 2 млн и 122 млн автомобилей. По перспективам развития в мире ГК «Росатом» имеет 1 место по объёму контрактов во всём мире, 2-е место по запасам урана и 1-е место по обогащению урана.

Российская атомная отрасль абсолютно уникальна. Первая атомная электростанция⁷ и единственный

⁶ Стратегические цели 2030 ГК «Росатом». URL: www.rosatom.ru

⁷ Автор данной статьи в 1960 г. защитил дипломный проект «Атомная электростанция». Тогда всех ныне работающих АЭС ещё не было. 60 лет вместе с атомной отраслью развивалась и наука. Сейчас автор возглавляет Научный совет РАН по глобальным экологическим проблемам, является советником Генерального директора Госкорпорации Росатом и координатором экологической политики.

в мире атомный ледокольный флот. Каждая третья лампочка в европейской части России работает на "атомном" электричестве. Одна таблетка диоксида урана весом **4.5 г** даёт столько же энергии, сколько **350 кг нефти, 640 кг дров, 400 кг угля, 360 м³ газа**. При использовании уран-плутониевого топлива размер таблетки будет в 200 раз меньше, а при использовании дейтерия в реакциях ядерного синтеза – **в 1000 раз**. За срок службы одна тепловыделяющая сборка (ТВС) может выработать **36500 МВт·сут энергии** – месячное потребление **600 тыс. квартир**. Для сравнения выработка электроэнергии, сопоставимой с выработкой одной АЭС мощностью **1 ГВт**, потребует солнечная станция площадью более **64 км²** или ветровая станция площадью более **273 км²** (2 площади Лихтенштейна). При этом АЭС мощностью **1 ГВт** занимает менее **3 км²**, то есть в 100 раз меньше, чем ветровая и в 20 раз меньше солнечной. Использование "ядерной батарейки" на основе изотопа никеля-63 способно обеспечивать работу медицинских имплантов (например, кардио- и нейростимуляторов, ушных и глазных имплантов) **на протяжении 50 лет**. Выполнение Парижского соглашения по климату требует ввод **1000 ГВт** мощностей АЭС или **более 800** энергоблоков **до 2050 г.**

Следует отметить, что автор данной статьи не является участником "климатического консенсуса" – искусственно созданного и культивируемого тезиса о якобы имеющемся консенсусе по антропогенности глобальных изменений климата. Автор скорее сторонник взглядов, выраженных академиком Фаворским⁸: "Пропаганда о том, что человек влияет на климат – это сознательный обман. Мы уже 15 лет пу-

бликуем целый ряд работ, которые показывают, что в лучистом теплообмене "Космос-Земля" 60% всех видов излучения – от ультрафиолетового до инфракрасного – определяют пары воды, а CO₂ – только 4%! А пары воды напрямую зависят от температуры океана. Поэтому климат связан с парами воды, а не с углекислым газом. От чего же зависит температура океана, никто не может объяснить – то ли это влияние солнечного излучения, то ли влияние каких-то процессов, идущих в глубинах Земли, то ли это всё гораздо сложнее, поскольку все процессы не постоянные, а меняющиеся. Но, во всяком случае, количество паров воды в атмосфере определяет только температура океана".

Сама по себе цифровизация не создаёт нового продукта, если не принимать во внимание, что сама она является продуктом и может быть продана как товар. Но товар создаётся всеми факторами производства и главный из них – **творчество**. Ещё в первой половине прошлого века В.И. Вернадский писал⁹: "Ценность создаётся не только капиталом и трудом. В равной мере необходимо для создания предмета ценности и творчество"¹⁰. Творчеством проникнута вся экономическая жизнь и без него она столь же верно обречена на гибель, как без капитала и без труда". Таким образом, производство всех материальных благ держится на трёх "китах": труд, капитал и творчество. Усилиям "реформаторов" третий кит в России был отстрелен¹¹. **Именно в сочетании цифровизации и достижений научно-технического прогресса заложен успех цифровой экономики.**

Характерно, что экологическая деятельность не включается в перво-

⁹ Аксёнов Г.П. Вернадский. ЖЗЛ. М., 2010. С. 302–303.

¹⁰ Там же.

¹¹ Аксёнов Г.П. Отстрел третьего кита // Открытая политика. Октябрь, 1997.

⁸ Академик Олег Фаворский: энергия иллюзий и мечты, 02.04.2018. URL: <https://www.pravda.ru/science/1379032-favorsky/>

очередные задачи цифровизации. И это несмотря на то, что экологическая безопасность является приоритетом. *“Люди проявляют всё более высокие требования к вопросам экологической безопасности... Решение проблем в сфере экологии – это задача для нашей промышленности и науки, ответственность каждого из нас”.* Из послания Президента Российской Федерации В.В. Путина к Федеральному Собранию РФ¹².

В настоящее время наша страна приступила к реализации Национального проекта “Экология”. Деньги выделяются не только из федерального бюджета, но и крупные компании участвуют в процессе. В целом бюджет проекта составит 61.5 млрд долл. (1.551 трлн руб.). Национальный проект “Экология” объединяет 11 федеральных проектов со сроком реализации и достижения результатов в 2024 г. На ГК “Росатом” в рамках проекта лежит ответственность за построение инфраструктуры для обращения с отходами 1–2 классов опасности. Задачи Национального проекта “Экология” тесно связаны с цифровизацией основных процессов и функцией каждого предприятия и каждой корпорации.

Термин **“цифровая экономика”** впервые начал широко использоваться Дон Тапскотт, автор книги “Электронно-цифровое общество” (в оригинале – “Digital Economy”), изданной в 1994 г. Европейская часть мирового сообщества чаще употребляет термин “цифровая экономика”, а американская в лице Deloitte, IBM и ряда других компаний склонна к более технологическому названию – **“API экономика”**.

API – Application Programming Interface, то есть применение программного интерфейса (Interface – место соприкосновения).

Цифровизация – это, прежде всего, системный подход, который является **главным достижением экологической политики в ГК “Росатом”**¹³. Эффективная реализация Экологической политики организациями ГК “Росатом” позволила достичь снижения негативного воздействия на окружающую среду в результате производственной деятельности объектов атомной отрасли. За последние пять лет удалось уменьшить объём образования сбросов загрязнённых сточных вод и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 1.3 раза, образование

особо опасных отходов 1–2 класса уменьшилось в 20 раз. Объём образования РАО сократился в 1.3 раза.

Принята цифровая стратегия ГК “Росатом”¹⁴. Наиболее развитыми в экологии атомной отрасли являются следующие компьютерные интерфейсы: КХД, АСКРО, ОМСН, ЕГС РАО и внутренние АИС организаций корпорации. Корпоративное хранилище данных (КХД) является элементом цифровизации, появившееся в последние годы, и пока ещё эта система далека от совершенства, что не позволяет обойтись без “ручного” выполнения отчётов по статистическим данным экологической отчётности. В частности, отсутствует возможность формирования оперативных “гибких” отчётов.

Передовая мировая практика в области обеспечения радиационной без-

Цифровизация – это, прежде всего, системный подход, который является главным достижением экологической политики в ГК “Росатом”.

¹²Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации, 2019. ГКДЖ. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/59863>

¹³Экология атомной отрасли. Под редакцией В.А. Грачёва, НИИПЭ, М., 2018.

¹⁴Управление производством. Цифровая стратегия “Росатома”: кратко о главном, 23.01.2019. URL: <http://www.up-pro.ru/library/strategy/management/strat-rosatom.html>

опасности в обязательном порядке предусматривает наличие инфраструктур, обеспечивающих мониторинг текущей обстановки в реальном режиме времени, а также оперативное реагирование на аварии и инциденты с радиационным фактором на объектовом, региональном и федеральном уровнях. Важной задачей также является своевременное информирование населения о реальной радиационной обстановке и необходимых действиях в случае возникновения аварийных ситуаций.

Отраслевая автоматизированная система контроля радиационной обстановки ГК "Росатом" (ОАСКРО) предназначена для контроля радиационной обстановки в режиме реального времени и своевременного обнаружения факта превышения параметров радиационной обстановки над фоновыми в районах расположения ядерно- и радиационно опасных объектов (ЯРОО) и организации эффективного реагирования, что должно значительно снизить потенциальный ущерб от последствий нештатных, чрезвычайных ситуаций и обеспечить выполнение международных соглашений в части информационного оповещения о радиационных авариях. На сайте www.russianatom.ru предоставляется возможность получать актуальную информацию о радиационной обстановке в районах расположения ЯРОО и предприятий корпорации, включая все 10 атомных электростанций России. Необходимо отметить, что ГК "Росатом" первой среди других энергетических и промышленных корпораций предоставила доступ через сеть Интернет к данным мониторинга своих объектов¹⁵.

Очень важным элементом цифровизации является объектный мониторинг состояния недр (ОМСН). Он всесторонне анализирует и систематизирует материалы ежегодных отчётов предприятий по ведению мониторинга...

Очень важным элементом цифровизации является объектный мониторинг состояния недр (ОМСН). Он всесторонне анализирует и систематизирует материалы ежегодных отчётов предприятий по ведению мониторинга, осуществляет обследование и контрольное опробование наблюдательных скважин, оценивает состояние подземных вод и взаимосвязанных с ними поверхностных вод. По полученным результатам сформированы базы данных на абонентских пунктах, организованных ФГУГП "Гидроспецгеология" на каждом предприятии, и единая база данных АИС ОМСН в Центре МСНР ФГУГП "Гидроспецгеология". Одной из основных задач Центра МСНР является создание и ведение автоматизированной информационной системы объектного мониторинга состояния недр (АИС ОМСН). Эта система предназначена для накопления, хранения, обработки и анализа данных на единой методологической основе и обеспечения обмена данными между службами охраны окружающей среды на предприятиях, Центром МСНР и Госкорпорацией "Росатом". Всего в базах данных содержится мониторинговая и геологическая информация по 8478 скважинам, из них 3767 скважин задействовано в мониторинге. На всех 55 предприятиях установлены абонентские пункты – компьютеризированные рабочие места с локальными серверами, которые позволяют автономно накапливать и обрабатывать данные мониторинга. Связь между центральным сервером в ФГУГП "Гидроспецгеология" и абонентскими пунктами предприятий осуществляется по каналам деловой почты Vip-Net.

Для полной цифровизации экологической деятельности необходимо

¹⁵ Экология атомной отрасли. Под редакцией В.А. Грачёва. М., НИИПЭ, 2018.

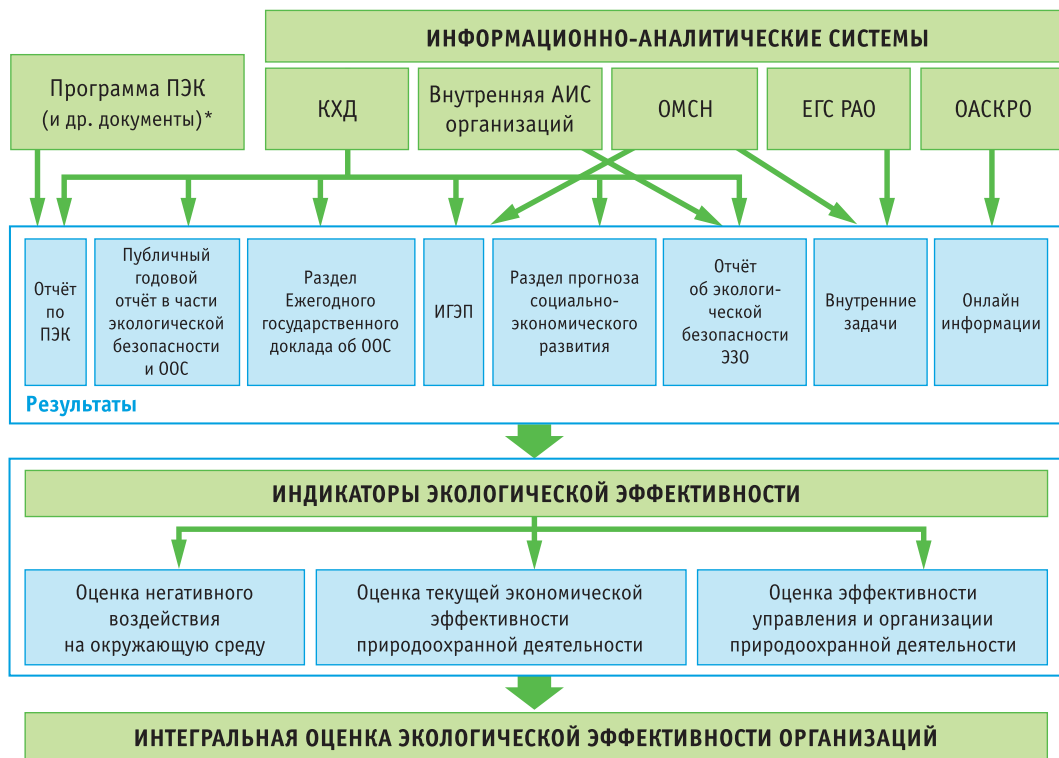


Рис. 2.

Цифровизация реализации экологической политики ГК “Росатом”.

* 1. Организации, эксплуатирующие объекты 1 категории НВОС:

- 1) Комплексное экологическое разрешение;
- 2) Программа повышения экологической эффективности (при несоответствии технологическим нормативам, НДВ, НДС высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), при наличии таких веществ в выбросах, сбросах загрязняющих веществ).

2. Организации, эксплуатирующие объекты 2 категории НВОС:

- 1) Декларация о воздействии на окружающую среду;
- 2) План мероприятий по охране окружающей среды (при невозможности соблюдения НДВ, НДС).

3. Организации, эксплуатирующие объекты 3 категории НВОС:

- 1) План мероприятий по охране окружающей среды (при невозможности соблюдения НДВ, НДС высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), при наличии таких веществ в выбросах, сбросах загрязняющих веществ).

иметь на каждом объекте автоматические датчики по выбросам, сбросам, в том числе радиоактивным, и все эти данные должны вводиться в **комплексную систему экологического мониторинга (КСЭМ)** – первые шаги по которой уже сделаны¹⁶. Одним из

элементов формирования КЭСМ в организациях ГК “Росатом” являются информационные геоэкологические пакеты (ИГЭП). ИГЭП – квинтэссенция анализа огромных массивов информации, получаемых в ходе геоэкологических наблюдений в районах расположения ядерно и радиационно опасных объектов и определяющих экологический

¹⁶ Там же.



Рис. 3.
Компетенции и ГК "Росатом"
в сфере отходов.

уровень безопасности проживания населения.

Информационный геоэкологический пакет представляет собой совокупность данных о природно-техногенной системе района расположения объекта использования атомной энергии (ОИАЭ), изложенных в виде пояснительной записки к комплексу тематических карт (схем), таблиц среднестатистических значений параметров и показателей свойств недр, поверхностных вод, почв и донных отложений, приземного слоя атмосферы и растительности. ИГЭП включает результаты краткосрочных и долгосрочных прогнозов изменения компонентов окружающей среды, данные о процессах, явлениях и факторах природного и техногенного происхождения, которые могут оказывать негативные воздействия на природную обстановку, а также обоснование системы экологического мониторинга, которая необходима после вывода объекта из эксплуатации.

Работы по развитию и поддержке отраслевой системы объектного мониторинга состояния недр, разработке и созданию информационных ана-

литических систем экологического мониторинга и информационных геоэкологических пакетов показали свою эффективность и практическое значение, поскольку позволяют оперативно обнаруживать радиоактивное или химическое загрязнение подземных вод и своевременно оценивать динамику развития этого процесса. Полученная информация используется для прогнозного моделирования миграции загрязнителей в подземных водах, результаты которого являются основой для обоснования мероприятий по минимизации ущерба. Централизация данных о состоянии основных компонентов окружающей среды по предприятиям ГК "Росатом" является одним из инструментов управления безопасностью объектов атомной отрасли и позволяет осуществлять эффективное взаимодействие с общественностью.

Система реализации экологической политики готова к цифровизации. На рис. 2 показаны **основные блоки применения компьютерных интерфейсов** ГК "Росатом".

Обособленной задачей цифровизации в ГК "Росатом" является использование компетенции атомной отрасли в сфере экологии и общероссийских интересов, в частности в решении одной из глобальных экологических

проблем современности – проблем отходами. Цифровизация обращения с отходами и особенно доставка отходов от места их образования и до использования или утилизации – одна из важнейших практических задач цифровизации в ГК “Росатом”. Планируется создание Единой государственной информационной системы отходов 1 и 2 класса опасности (рис. 3).

И ещё одна задача **в сфере цифровизации экологии**, которая касается и ГК “Росатом”, и всех других промышленных объектов – это **цифровизация контрольно-надзорной деятельности**. В атомной отрасли около 300 предприятий и каждое из них должно иметь не менее 10, а иногда до 37 лицензий, то есть более 10 000 различных документов. И все они пока оформляются бесчисленным количеством бумаг. Уже давно во многих государствах не выдают свидетельство на квартиру, гараж, участок. Мы от этого только ещё начинаем отказываться. Совершенно очевидно, что все разрешающие документы должны быть цифровизированы и сама контрольно-надзорная деятельность тоже: начиная с автоматических датчиков на опасных объектах и до наличия лицензий в электронном виде и связанных с системой управлением предприятием: нет лицензии – нет возможности “включить” тот вид деятельности, что не прошёл лицензирование и так далее. И конечно же, регуляторная гильотина должна “отрубить” большую часть из этого безумного количества лицензий, оставив только самые необходимые, то есть те, что обеспечат **экологическую безопасность**.

Задачи по **цифровизации экологической деятельности** стоят перед всеми отраслями экономики России: от оцифрования всех исходных данных и их автоматического считывания прямо с оборудования выбросов, сбросов и отходов и до полной цифровизации контрольно-надзорной деятельности.

Экология и цифровизация тесно связанные понятия, так как экосистема в любой сфере есть саморегулирующаяся, самодостаточная система. Распространение этого понятия на все сферы устойчивого развития: экономику, экологию и социальную сферу, создаёт возможности комплексного применения компьютерных интерфейсов (API-технологии), получившие распространения у нас в стране как цифровизация. В то же время цифровизация самой экологии, как вида деятельности и одной из трёх сфер устойчивого развития, оставляет желать лучшего.

На примере атомной отрасли показана полезность цифровизации экологической деятельности: внедрение систем Отраслевая автоматизированная система контроля радиационной обстановки (ОАСКРО), Объектный мониторинг состояния недр (ОМСН), Производственный экологический контроль (ПЭК), Геоинформационная система (ГИС РАО) и др. Это позволило решить многие задачи по реализации экологической политики ГК “Росатом”, о чём свидетельствуют высокие показатели по обеспечению экологической безопасности и охране окружающей среды. В то же время необходимо автоматизировать сбор данных по выбросам, сбросам и отходам непосредственно на источниках их образования, цифровизировать их централизованное хранение и оперативное использование для целей реализации экологической политики. Необходимо цифровизировать внутриотраслевую контрольно-надзорную деятельность, усовершенствовать и оцифровать систему индикаторов экологической эффективности. Аналогичные задачи стоят перед всеми отраслями экономики как России, так и в мире в целом.