

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К ПРИОРИТИЗАЦИИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

А. Ю. Иванов, Д. Ф. Ильясов, Е. Г. Мамчиц

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН,
Москва, Россия

В статье предлагаются новые подходы к приоритизации вывода из эксплуатации объектов ядерного наследия Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» по уровню социально-экономического потенциала территорий их расположения, потенциальной опасности и с учетом анализа различных вариантов возврата промышленных площадок в хозяйственное использование. Эффективность работ по ликвидации ядерного наследия может быть повышена, в том числе за счет привлечения инвестиционного капитала, в тех случаях, когда помимо конечного состояния площадки проработано ее целевое состояние в результате перепрофилирования и разработки проекта комплексного развития территории (редевелопмента). Для проработки вариантов конечного состояния проведены сбор и систематизация данных о 69 площадках, на которых эксплуатация ядерно и радиационно опасных объектов по проектному назначению уже прекращена или будет прекращена до 2025 г. и сформирован перечень из 33 площадок, которые не имеют явных ограничений для возврата в хозяйственный оборот. В рамках данной статьи разработаны методики и представлен результат их апробации на примере рассмотрения возможных вариантов целевого состояния для пилотной площадки одного из предприятий Госкорпорации «Росатом» с использованием условных величин для демонстрации расчетов финансово-экономической модели.

Ключевые слова: объекты ядерного наследия, реабилитация территорий, ранжирование, социально-экономическая эффективность, устойчивое развитие, система управления заключительными стадиями жизненного цикла объектов наследия.

DEVELOPING APPROACHES TO PRIORITY SETTING FOR CLOSING-DOWN OF NUCLEAR INFRASTRUCTURE

Artem Yu. Ivanov, Damir F. Ilyasov, Egor G. Mamchits

Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

The article proposes new approaches to prioritizing the close-down of nuclear infrastructure of the State Corporation of Nuclear Power Engineering 'Rosatom' according to social and economic potential of such infrastructure location, their possible risks and with due regard to analyzing different variants of industrial site return to economic use. The effectiveness of nuclear heritage elimination can be increased, for example, at the expense of investment capital raising in such cases, when apart from final condition of the site its target condition can be worked out as a result of re-profiling and re-developing. To elaborate variants of the final standing data of 69 sites were collected and systematized. On these sites operation of nuclear and radiation-risky objects was stopped or it will be stopped by 2025. Apart from this a list of 33 sites was prepared, which have not got clear restrictions concerning their return to economic use. Within the frames of this article methodology was worked out and the result of its testing was provided using the examples of possible variants of targeted condition for the pilot site of enterprises of 'Rosatom' by applying conventional values to demonstrate calculations of the finance and economic model.

Keywords: infrastructure of nuclear heritage, territory rehabilitation, ranking, social and economic efficiency, sustainable development, system of managing final stages of heritage object life cycle.

Введение

Во времена становления и развития атомного энергопромышленного комплекса существовавшая в советский период планово-экономическая система государственного управления не предусматривала необходимости создания механизмов финансирования работ по выводу из эксплуатации объектов. Предполагалось, что у государства в необходимый период времени окажутся ресурсы для решения указанной задачи. В последующие годы реформирования экономики и экономического кризиса в 90-е гг. XX в. работы по выводу из эксплуатации объектов также не относились к приоритетным. В эти годы предпринимались попытки разработки предложений по программам (государственным, федеральным целевым, отраслевым) в области вывода их из эксплуатации, однако отсутствие достаточно организационно-управленческого опыта, необходимых финансово-экономических ресурсов (денежных, кадровых, инфраструктурных), наличие ряда нерешенных технических и технологических задач значительно тормозили темпы решения проблем с ядерным наследием. Работы по выводу из эксплуатации объектов носили разрозненный и фрагментарный характер, вынуждающий ограничиваться первоочередными мерами, направленными на сохранение объектов в безопасном состоянии.

Ситуация стала принципиально меняться после старта федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (далее – ФЦП ЯРБ-1). В результате ее реализации самые критические проблемы были решены, был получен уникальный опыт ранее не проводившихся работ и созданы предпосылки для стратегического планирования завершения работ по ликвидации ядерного наследия.

Логическим продолжением усилий ФЦП ЯРБ-1 стало утверждение федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на

2016–2020 годы и на период до 2035 года» (далее – ФЦП ЯРБ-2), которая позволила вывести решение радиационных и экологических вопросов на качественно новый системный уровень, в том числе определить работы по выводу из эксплуатации объектов ядерного наследия в ранге первоочередных.

Вместе с тем на фоне новых экономических вызовов и сложившихся изменений внешних социальных, политических и финансовых условий наблюдается тенденция снижения плановых объемов бюджетного финансирования ФЦП ЯРБ-2 относительно первоначально запланированных, поэтому вопросы эффективного и рационального использования бюджетных средств как никогда находят свою актуальность.

В настоящее время в организациях Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» остановлено (не эксплуатируется по проектному назначению и еще не выведено из эксплуатации) порядка 400 ядерно и радиационно опасных объектов (ЯРОО) (рис. 1).

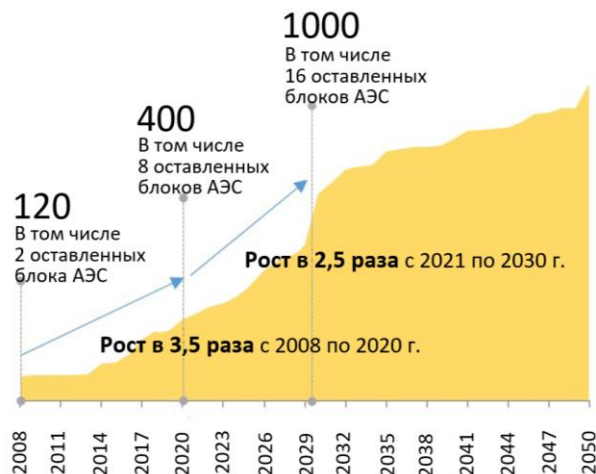


Рис. 1. Динамика окончательного останова объектов организаций в контуре Госкорпорации «Росатом»

В ближайшее время их количество будет только увеличиваться и к 2030 г. достигнет 1 000 объектов. С учетом объема текущего и планового финансирования и темпов

вывода из эксплуатации объектов ядерного наследия в ближайшее десятилетие очевидной становится ситуация кратного увеличения числа остановленных ядерно и радиационно опасных объектов, в результате чего задача поиска эффективных управленческих решений в части приоритизации вывода из эксплуатации таких объектов будет все более актуальной.

Увеличивающееся количество не выведенных из эксплуатации ЯРОО и значительное время (может достигать нескольких десятилетий) нахождения их в режиме окончательного останова под наблюдением (особенно в режиме холодной консервации, когда отключены все ресурсные системы) сопряжено со следующими рисками и издержками:

- перенос сроков вывода из эксплуатации повышает риски инцидентов с радиационными последствиями вследствие износа инфраструктуры и стойкости инженерных барьеров безопасности;
- перенос сроков вывода из эксплуатации ведет к росту операционных затрат на содержание и капитальных затрат на ликвидацию объектов в будущем.

Для решения данной проблемы перспективными становятся идеи поиска новых источников финансирования и оптимизации последовательности (приоритизации) вывода из эксплуатации площадок ЯРОО с учетом социально-экономических факторов. Предлагаемые в рамках настоящей статьи методы приоритизации (ранжирования) объектов для их последующего вывода из эксплуатации с помощью расчетного моделирования, результаты которого будут включать в себя социально-экономический и коммерческий эффект, могут служить инструментом для повышения эффективности приведения объектов ядерного наследия Российской Федерации в радиационно безопасное состояние, в том числе за счет привлечения дополнительных инвестиций из внебюджетных источников и повышения темпов возврата их в хозяйственный оборот.

Цель данного исследования – развитие подходов к приоритизации вывода из эксплуатации ЯРОО с учетом факторов радиационной безопасности и социально-экономической привлекательности мест расположения объектов (земли, инфраструктуры и т. д.).

Для достижения данной цели необходимо реализовать ряд задач:

- сформулировать критерии отбора наиболее перспективных площадок Госкорпорации «Росатом»;
- разработать методику оценки социально-экономического потенциала и потенциальной экологической опасности, учитывающую инвестиционную привлекательность площадок размещения ЯРОО после вывода из эксплуатации с учетом вариантов их целевого состояния;
- на примере конкретной перспективной площадки продемонстрировать расчеты и проанализировать результаты (на основе метрик NPV и IRR).

Рассматриваемое в рамках публикации понятие целевого состояния после вывода из эксплуатации определяет способ будущего использования земельного участка, где были расположены объекты ядерного наследия, после его возврата в хозяйственный оборот.

В контексте данной статьи и рассматриваемой проблематики перевод территорий размещения объекта из конечного состояния в целевое будет называться редевелопментом. Этот процесс охватывает работы по освоению ранее использовавшихся территорий и объектов для возрождения экономической и социальной структуры городского пространства.

Процесс редевелопмента как новая, не специфическая для атомной отрасли деятельность с точки зрения финансового планирования является многовариантной задачей с множеством факторов и характеристик, которые влияют на NPV инвестиционного проекта редевелопмента.

Редевелопмент территорий – это область, к которой уже сейчас имеется значительный интерес у потенциальных парт-

неров. За последнее десятилетие на территории города Москвы реализован ряд знаковых проектов редевелопмента в смежных отраслях промышленности. Наиболее масштабные из них – редевелопмент промышленных зон «Серп и Молот» общей площадью более 100 га и «ЗИЛ», ставший крупнейшим проектом реорганизации бывшей промышленной территории не только в Москве и России, но и в Европе.

Госкорпорация «Росатом» имеет в своем распоряжении и управлении площадки, которые могут быть использованы как пилотные для редевелопмента, а также практический опыт работ по реабилитации загрязненных территорий и необходимые соответствующие специализированные организации и технологии.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью обновления инфраструктуры региональных центров, крупных городов с наличием объектов использования атомной энергии, не позволяющих рационально и эффективно использовать территории бывших промышленных объектов, затрачивая значительные финансовые ресурсы для поддержания их в безопасном состоянии. В результате редевелопмента на территориях объектов использования атомной энергии могут появиться жилые кварталы, объекты коммерческой недвижимости или социально-культурного назначения, а рассматриваемые методы приоритизации и расчетное моделирование могут быть использованы в качестве обоснования эффективности принятых решений.

Зарубежный опыт определения конечных состояний и будущего использования площадок

Конечное состояние (end state) – это один из ключевых терминов в области вывода из эксплуатации объектов, который зафиксирован в документах МАГАТЭ и регулирующих документах на уровне отдельных стран. МАГАТЭ отмечает, что «мероприятия по выводу из эксплуатации считаются завершенными, когда достигнуто утвержденное конечное состояние уста-

новки. В зависимости от национальных правовых и регулирующих требований это конечное состояние является результатом осуществления дезактивации и/или демонтажа, обращения с отходами и очистки, которые ведут к освобождению данной установки от регулирующего контроля с ограничениями в отношении ее использования в будущем или без таковых»¹. Согласно федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения» (НП-091-14), конечное состояние – это заданное проектной документацией состояние объекта использования атомной энергии после завершения всех работ по его выводу из эксплуатации. Таким образом, вывод из эксплуатации считается завершенным, когда подтверждено достижение конечного состояния.

С точки зрения радиационного фактора конечное состояние определяется критериями остаточной радиоактивности на площадке (в компонентах окружающей среды, зданиях и сооружениях, если таковые не сносятся). Если конечное состояние не предполагает зеленой лужайки (т. е. неограниченного использования) и площадка освобождается из-под контроля с ограничениями по радиационному фактору, то какие-то варианты будущего использования, например, сельскохозяйственное или проживание, могут быть исключены. Иллюстративно эти взаимосвязи изображены на рис. 2. В глоссарии публикации Агентства по ядерной энергии ОЭСР по устойчивой реабилитации ядерных установок сформулировано, что «конечное использование – это желаемое использование площадки после того, как достигнуто конечное состояние. Одно конечное состояние может иметь много вариантов конечного (целевого) использования, аналогичным образом многие варианты конечных состояний могут иметь одно и то же ко-

¹ URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1652r_web.pdf

нечное (целевое) использование»¹. Выбор будущего использования территории площадки размещения ЯРОО принципиально влияет на критерии его конечного состояния и затраты на вывод из эксплуатации и очистку площадки. Поэтому хорошей практикой считается максимально полный учет варианта или вариантов будущего использования при определении конечного состояния.



Рис. 2. Концепция выбора конечного состояния площадки ЯРОО и варианты очистки

Составлено по: URL: <https://oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/7290-strategic-considerations.pdf>

Еще в одной публикации Агентства по ядерной энергии ОЭСР² обобщены результаты опросника 11 ведущих ядерных стран и приведены ответы, касающиеся основных стимулов проведения реабилитации и препятствий для ее осуществления. Наибольший рейтинг получили такие драйверы, как регулирование, охрана окружающей среды, снижение риска и опасностей, национальная стратегия или план, мнение заинтересованных сторон. Такой драйвер, как финансовые выгоды от продажи земли, оказался менее значимым по сравнению с другими. В числе препятствий лидировали такие факторы, как согласование уровней освобождения пло-

щадки, финансовые ресурсы, отсутствие объектов захоронения.

В ряде стран вопрос определения конечных состояний (но не будущего использования) решен на уровне регулирующих документов. Приведем несколько примеров. Такие страны, как Бельгия, Испания и Канада, используют пообъектный подход, в соответствии с которым конечное состояние устанавливается на индивидуальной основе. В Нидерландах участок должен быть очищен для неограниченного использования (зеленой лужайки), в случае использования с ограничениями нужно одобрение регулирующего органа. Для площадок АЭС органы регулирования в Швеции определяют конечное состояние как коричневую лужайку. В Германии для площадок ядерных объектов используется концепция *de minimus*, в соответствии с которой годовая эффективная доза облучения сверх фона находится в пределах 10 мкЗв. Должны приниматься во внимание все пути облучения, площадки должны освобождаться для неограниченного использования. В то же время для территорий бывшей добычи урана используются менее жесткие подходы, участки могут освобождаться как для неограниченного, так и для определенного целевого использования с ограничениями (лесное хозяйство, пастбища, промышленное использование и т. п.).

Для иллюстрации подходов к учету будущего использования площадки ядерных объектов приведем пример из опыта Канады. В соответствии со стандартом N294-09 (R2014) «Вывод из эксплуатации установок, содержащих ядерные материалы», который описывает процесс для определения конечного состояния (таблица), определение конечного использования площадки производится на ранней стадии и предшествует определению конечного состояния.

США и Великобритания, где выполняется большой комплекс работ по выводу из эксплуатации, придерживаются достаточно сложных подходов при установлении конечных состояний [3; 4].

¹ URL: <https://oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/7290-strategic-considerations.pdf>

² URL: https://oecd-nea.org/jcms/pl_14900/nuclear-site-remediation-and-restoration-during-decommissioning-of-nuclear-installations?details=true

Процесс определения конечного состояния в Канаде*

Стадия процесса	Описание
Подготовка проекта	Определение границ проблемной территории. Они могут определяться загрязнением или лицензируемой площадкой, территорией
Оценка площадки	Сбор имеющейся информации. Определение необходимой дополнительной информации для создания концептуальной модели площадки, описывающей поведение загрязнителей в окружающей среде. Получение требуемой информации и разработка модели площадки. Привлечение регуляторов в установленном порядке. Рассмотрение вопроса о вовлечении заинтересованных сторон на ранней стадии
Потенциальные варианты конечного использования	Идентификация предполагаемого конечного использования: промышленное, с проживанием, рекреационное, сельскохозяйственное и т. д. или просто освобождение от регулирующего контроля. Конечное использование может быть предписано внешней стороной, например, регулятором или имевшимися ранее соглашениями
Цели конечного состояния	Идентификация целей конечного состояния (радиологические и нерадиологические), которые считаются приемлемыми для предполагаемого конечного использования или, если таковых нет, предложение цели конечного состояния
Критерии очистки	Определение критериев очистки (приемлемые уровни остаточного загрязнения окружающей среды), соответствующих целям конечного состояния (радиологическим и нерадиологическим), идентифицированным ранее
Завершение разработки плана	Определение необходимого объема мероприятий для достижения предполагаемых критериев очистки. Если очистка окажется неприемлемо дорогой или невыполнимой, может понадобиться выбор другого способа или менее требовательного конечного использования и целей конечного состояния
Согласование плана	Выполнение всех необходимых отборов проб и обследований, требуемых для завершения обоснования безопасности для выбранного конечного использования и целей конечного состояния. Получение необходимых согласований обоснования безопасности с регуляторами, мнений заинтересованных сторон, одобрения финансирования и др.
Реализация плана	

* Составлено по: URL: <https://oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/7290-strategic-considerations.pdf>

На то, как площадка может использоваться в будущем, влияет много факторов, включая ее местоположение, удаленность от городов и транспортных линий. Другие факторы, которые принимаются во внимание, – это физические характеристики площадки, коммерческий интерес, экологический статус, политика планирования землепользования на местах. Оценка этих факторов важна для надежной идентификации нового использования, особенно для площадок, для которых новый собственник и, следовательно, новое использование неизвестны. Ценность (стоимость), которую можно извлечь из земельного участка, можно измерить разными путями. Типичные способы – это стоимость отчуждения; доход, приносимый новым использованием. Однако есть понимание и более широких социально-экономических и экологических

выгод, которые может принести использование земельного участка, например, в качестве улавливания углерода или производства зеленой энергии.

Критерии первичного отбора площадок для возврата в хозяйственный оборот

Государство взяло на себя ряд финансовых обязательств по решению проблем, связанных с прошлой деятельностью и решением ключевых вопросов реабилитации и ликвидации ядерного наследия. Первоочередные задачи, включающие вывод из эксплуатации ЯРОО, извлечение и захоронение радиоактивных отходов, реабилитацию радиоактивно загрязненных территорий, стали основополагающими мероприятиями ФЦП ЯРБ-1 и ФЦП ЯРБ-2 [2]. Однако планы по ликвидации объектов

ядерного наследия после 2035 г., включая размер необходимого объема финансирования, не определены, а само финансирование не обеспечено нормативными правовыми актами правительства Российской Федерации.

Реализация мероприятий ФЦП ЯРБ-1 в период 2008–2015 гг. позволила снизить наибольшие риски потенциального разви-

тия неблагоприятных событий на объектах ядерного наследия. Если до начала реализации работ существовали потенциально опасные ситуации на объектах наследия, когда у ряда объектов ресурс был близок к исчерпанию или отсутствовали отдельные элементы безопасности, то по завершении этой программы наиболее сложные проблемы были решены (рис. 3).

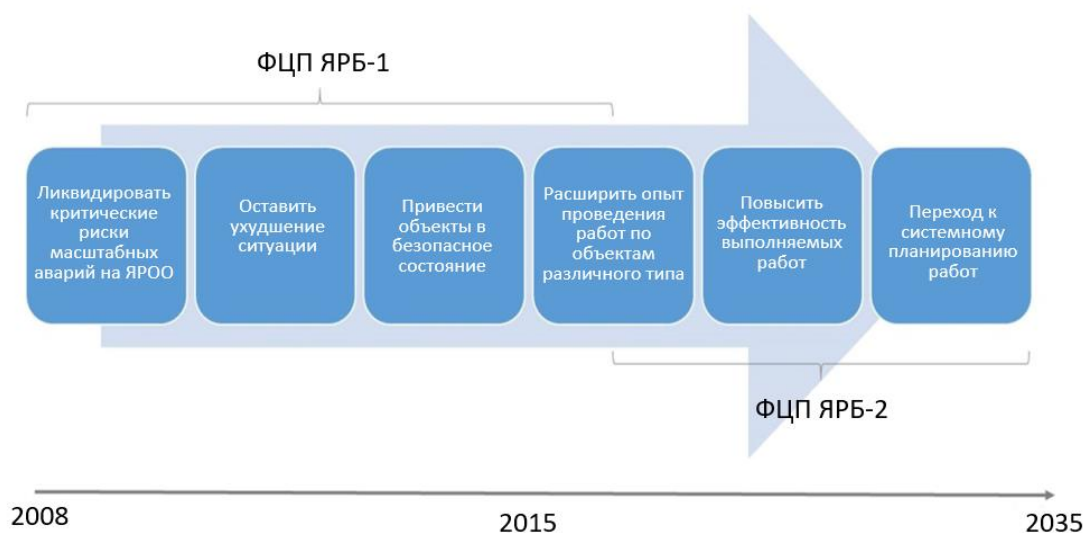


Рис. 3. Эволюция задач в рамках ФЦП ЯРБ-1 и ФЦП ЯРБ-2

В период реализации ФЦП ЯРБ-2, рассчитанной на 2016–2035 гг., по мере выполнения комплексных задач по ликвидации наиболее опасных объектов ядерного наследия и решения проблем накопленного вреда окружающей среде основной целью становится не только приведение объектов и территорий в радиационное безопасное состояние, но и планирование использования ресурсного потенциала площадок ЯРОО в хозяйственных целях с привлечением дополнительных инвестиций из внебюджетных источников для их реабилитации.

Реализация идеи редевелопмента площадок размещения объектов ядерного наследия организаций Госкорпорации «Росатом» объединяет интересы различных групп участников:

- Госкорпорации «Росатом»;

- юридических лиц, являющихся операторами объектов и собственниками площадок;

- девелоперов территорий и других представителей бизнеса (банковский сектор, страховые компании);

- федеральных и региональных органов государственной власти, в том числе осуществляющих регулирующие и надзорные функции;

- местных органов самоуправления, городских сообществ и населения.

На первом этапе исследования проведен первичный отбор площадок Госкорпорации «Росатом», обладающих определенным потенциалом для редевелопмента. Методика отбора основывается преимущественно на качественных критериях, характеризующих привлекательность территории, таких как:

- расположение (близость к крупным населенным пунктам, в черте города);
- транспортная доступность;
- близлежащие объекты (промышленность, склады, коммерческие объекты и т. п.);
- существующая инфраструктура площадки (проведенные коммуникации);
- площадь территории;
- нормативно-правовые ограничения.

По итогам первичного отбора среди площадок Госкорпорации «Росатом» для возврата в хозяйственный оборот из 69 площадок были выделены 33, которые не имеют явных ограничений для возврата в хозяйственный оборот, а затем 13 наиболее перспективных для реализации проектов по редевелопменту.

Далее было проведено первичное ранжирование территорий по указанным выше критериям привлекательности и определены возможные целевые состояния площадок. При разработке методики выбора целевого использования в качестве приоритетных вариантов выделены следующие: жилая недвижимость, торгово-коммерческая недвижимость, производственно-логистическая недвижимость, объекты социально-культурного назначения, зоны перспективного развития, свободные площадки.

Для установления критериев выбора того или иного варианта целевого состояния площадки учитывались ограничения и правила, установленные градостроительным, земельным, водным кодексами и основными санитарно-эпидемиологическими требованиями. Также при выборе вариантов целевого состояния необходимо учитывать потребности субъектов Российской Федерации, определенные в программах перспективного развития территорий, генеральных планах и стратегиях развития близлежащих городов. Проверялось, планируется ли включить рассматриваемую территорию в административные границы населенного пункта.

В результате площадки были предварительно разделены на 3 группы:

- с низким социально-экономическим потенциалом (эффективны только при государственной поддержке);
- со средним социально-экономическим потенциалом (эффективны при привлечении инвестиций и частичной государственной поддержке);
- с высоким социально-экономическим потенциалом (эффективны всегда).

Площадки с низким социально-экономическим потенциалом – проекты, на которых невозможно строительство объектов или расходы при оценке бизнес-кейсов для которых слишком высоки. Развитие территории таких объектов имеет смысл только в случае субсидирования затрат на вывод их из эксплуатации и предоставления дополнительных льгот при дальнейшем использовании территории. Для таких территорий рассматривается только возможность их перевода в статус «территория опережающего социально-экономического развития».

Площадки со средним социально-экономическим потенциалом привлекательны с социальной точки зрения, но помимо инвестиций требуют государственной поддержки. В качестве возможных сценариев редевелопмента для таких территорий рассматриваются следующие варианты целевого состояния:

- торгово-коммерческая недвижимость;
- производственно-логистическая недвижимость;
- объекты социально-культурного назначения.

Площадки с высоким социально-экономическим потенциалом отличаются как социально-экономической, так и коммерческой привлекательностью, поэтому по данным площадкам возможен поиск инвесторов для реализации проектов. В качестве возможных сценариев редевелопмента для таких объектов рассматриваются следующие варианты целевого состояния:

- жилая недвижимость;
- торгово-коммерческая недвижимость;
- производственно-логистическая недвижимость;

– объекты социально-культурного назначения.

Ранжирование и определение совокупного социально-экономического потенциала для развития площадок

Далее для перспективных площадок необходимо провести более детализированный анализ и разработать методику количественной оценки социально-экономического потенциала для приоритизации их вывода из эксплуатации и определения оптимального целевого состояния. Методика оценки социально-экономического потенциала состоит из четырех последовательных этапов.

Этап 1. Определение границ площадки расположения объекта, которая может быть выделена под редевелопмент.

На данном этапе на основе анализа внутренней документации эксплуатирующих организаций и при необходимости данных Росреестра устанавливаются границы участков и оценивается их площадь для передачи под редевелопмент.

В этой части возможны два случая:

- под редевелопмент выделяются существующие на кадастровой карте участки, если все остановленные объекты использования атомной энергии находятся на них, и они могут быть переданы без существенного нарушения дальнейшей деятельности организации;
- определяются варианты межевания существующих участков для передачи под редевелопмент.

Этап 2. Проверка наличия ограничений на строительство.

Рассматриваются две основные группы барьеров:

- нормативно-правовые ограничения (например, ввиду наличия на территории площадки или в непосредственной близости зон особого и специального назначения объектов культурного наследия, природных заповедников, приаэродромных зон, водоохранных и природоохранных территорий, санитарных защитных зон и т. д.);

– инфраструктурные ограничения (удаленность от населенного пункта, площадь, наличие инфраструктуры на площадке – электричество, теплоснабжение и водоснабжение, водоотведение);

– наличие ограничений на снос зданий (например, объекты культурного наследия (памятники истории и культуры) народов Российской Федерации).

Этап 3. Оценка экономической эффективности проектов.

На данном этапе в зависимости от установленной группы по социально-экономическому потенциалу (по итогам предыдущего этапа) для всех возможных вариантов целевых состояний площадки разрабатывается упрощенный проект и оцениваются стоимостные характеристики. Для сформированных упрощенных проектов выполняются оценки:

- затрат на приведение территории к конечному состоянию (в год t – ESC_t);
- операционных затрат на поддержание в безопасном состоянии объектов до их вывода из эксплуатации (в год t – $OPEX_t$);
- затрат на изменение статуса территории – вида разрешенного использования (в год t – SCC_t);
- затрат на реализацию проекта, перевод площадки из конечного состояния в целевое (в год t – PC_t);
- чистой прибыли от реализации проекта с учетом налоговых и прочих отчислений (в год t – NP_t).

Если для ЯРОО ранее была построена цифровая информационная 3D модель и отсутствуют проектные расчеты стоимости приведения площадки в безопасное состояние, то затраты на приведение территории к конечному состоянию в рамках исследования оценивались на основе программного обеспечения *Decommissioning smart manager* [1], в противном случае – на основе упрощенных методик оценки. Все стоимостные оценки получены в ценах 2022 г.

Для различных вариантов целевого состояния выбранных площадок выполнена

оценка чистого приведенного дохода (NPV) возможного проекта:

$$NPV = \sum_{t=2022}^N \frac{(NP_t - ESC_t - OPEX_t - SCC_t - PC_t) \cdot (1 + i_t)}{(1 + r)^t},$$

где N – горизонт планирования;

i_t – прогнозируемая накопленная инфляция между 2022 и t годами;

r – ставка дисконтирования (требуемая годовая доходность инвестора, 20%).

Этап 4. Оценка обобщенного социально-экономического потенциала площадки.

На заключительном этапе разработана скоринговая модель для определения социально-экономического потенциала проекта. Рейтинг проекта оценивается на основе следующего выражения:

$$R = \sum_j x_j \delta_j,$$

где x_j – значение j -го критерия;

δ_j – вес j -го критерия.

Ниже представлены критерии (факторы), участвующие в расчете баллов социально-экономического рейтинга:

- социальные факторы (количество создаваемых рабочих мест);
- изменение индекса инвестиционной привлекательности территории (повышение стоимости жилой недвижимости, индекса городской среды);
- размер налоговых отчислений при реализации проекта по редевелопменту;
- чистая приведенная стоимость (NPV) и норма доходности с площадки (IRR), а также скорректированные NPV и IRR с учетом возможных субсидии из федерального бюджета;
- уровень экологической и радиационной опасности объектов.

Значения x_j нормированы и приведены к 100-балльной шкале, вклады критериев δ_j в общий показатель оценены экспертным методом (сумма всех δ_j равна 1). В результате R изменяется по 100-балльной шкале. Количественный показатель R позволил уточнить классификацию площадок по социально-экономическому потенциалу и выделить приоритетное целевое состояние площадок.

Практическое применение методики ранжирования на примере пилотной площадки Госкорпорации «Росатом»

Применение методики рассмотрено на примере пилотного объекта – одной из остановленных площадок в контуре управления Госкорпорации «Росатом», включающей несколько ЯРОО и «чистых» объектов поддерживающей инфраструктуры.

Рассмотрим подробно все критерии, влияющие на выбор вариантов целевого состояния, характеризующие саму площадку и ее расположение.

В части нормативно-правовых ограничений на выбор приоритетного целевого состояния объекта ядерного наследия оказывают влияние следующие факторы:

- расположение вдоль автодороги регионального значения;
- наличие водоохранной зоны в радиусе 300 м от водного объекта.

В части группы параметров расположения транспортная доступность площадки может быть охарактеризована как высокая. Расстояние до остановки автобусного транспорта составляет 200 м, до остановочного пункта пригородных электропоездов – 1 км. Площадка расположена вблизи жилой зоны.

К характеристикам площадки, влияющим на выбор варианта целевого использования, относятся:

- площадь объекта (21,7 га);
- инфраструктура (подведены системы газоснабжения, водоснабжения, тепло-снабжения, электроснабжения).

Первичный анализ данных площадки указывает на ее высокий социально-экономический потенциал в рамках проекта редевелопмента. На основе методики и имеющихся исходных данных были установлены четыре альтернативных варианта целевого состояния пилотного объекта:

- жилая недвижимость;
- объекты социально-культурного назначения (парк и музеи);
- торгово-коммерческая недвижимость;
- производственно-логистическая недвижимость.

Определение вариантов возможного целевого состояния для объекта, выбранного в качестве примера, представлено на рис. 4.

	 Расположение	 Транспортная доступность	 Окружающие объекты	 Инфраструктура	 Площадь	 Юридические ограничения
 Возможный вариант целевого состояния  Возможный вариант целевого состояния с низким приоритетом  Вариант целевого состояния, неактуальный для данной площадки	В черте города	Высокая	Напротив площади располагается жилая зона, справа – промышленная зона	Электричество, водопровод и теплоснабжение	21,7 га, пригодно к застройке 10,6 га (> 8 га)	Сокращение площади до 10,6 га за счет санитарно-экологических ограничений
Жилая недвижимость						
Социальная недвижимость						
Торгово-коммерческая недвижимость						
Производственно-логистическая недвижимость						
Зоны перспективного развития						
Чистая площадь						

Рис. 4. Оценка перспективности вариантов целевого состояния исследуемой площадки

Было рассмотрено несколько типовых проектов по развитию территории. Строительство объектов жилой недвижимости на площадке пилотного объекта приведет к позитивному изменению индекса качества городской среды на 9%. Реализация проекта по строительству объектов торгово-коммерческой недвижимости улучшит индекс качества городской среды на 5%. В случае строительства на площадке технопарка (производственно-логистической недвижимости) показатель индекса изменится менее чем на 1%. При этом строительство жилой недвижимости может принести району, в котором располагается пилотная площадка, 250 новых рабочих мест и 12,5 млрд рублей налоговых поступлений в бюджетную систему Российской Федерации в перспективе до 10 лет.

Использование пилотной площадки под строительство объектов торгово-коммерческой недвижимости позволит создать ориентировочно 6,5 тыс. новых рабочих мест и обеспечить налоговые поступления на 5,2 млрд рублей в перспективе до 10 лет.

Строительство на пилотной площадке производственно-логистической недвижимости сформирует около 1,8 тыс. рабочих мест и станет стимулом для налоговых от-

числений в бюджетную систему Российской Федерации общим объемом 0,6 млрд рублей в перспективе до 10 лет.

С точки зрения критерия *NPV*, самый высокий финансовый показатель будет при строительстве жилой недвижимости – 4,5 млрд рублей; при строительстве торгово-коммерческой недвижимости – 1,5 млрд рублей, а производственно-логистической – 0,2 млрд рублей.

На основании разработанной расчетной модели по совокупности финансовых и социально-экономических факторов подтверждена гипотеза о высоком социально-экономическом потенциале площадки, и в качестве приоритетного вида целевого использования территории пилотного объекта рекомендуется вариант жилой недвижимости. Вместе с тем полученные результаты фактически рассчитаны на бумаге, и окончательный выбор целесообразно делать после обсуждения условий взаимодействия с потенциальными партнерами и иными заинтересованными сторонами.

Заключение

При разработке методик оценки социально-экономического потенциала и критериев выбора вариантов целевого состоя-

ния площадок и территорий размещения объектов ядерного наследия были учтены планы развития субъектов Российской Федерации, в которых расположены площадки, месторасположения площадок и объектов на них, размеры и формы земельных участков, виды разрешенного использования близлежащих территорий, а также существующие ограничения по строительству коммуникаций и/или инфраструктуры и социально-демографические показатели территории. Был рассмотрен и учтен зарубежный опыт разработки программы возврата в хозяйственный оборот. Определено шесть возможных вариантов целевого состояния площадок:

- 1) жилая недвижимость;
- 2) объект социально-культурного назначения;
- 3) промышленно-логистическая недвижимость;
- 4) торгово-коммерческая недвижимость;
- 5) зона перспективного развития;
- 6) свободная площадка без плана застройки (отказаться от идеи редевелопмента).

Проведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков возможных вари-

антов целевого состояния на примере пилотной площадки одного из предприятий Госкорпорации «Росатом» и даны рекомендации по наиболее предпочтительному варианту целевого состояния площадки и возврата территорий в хозяйственный оборот.

Полученные результаты будут использованы при выполнении дальнейших работ и исследований, в том числе:

- для разработки финансового плана по возврату объектов ядерного наследия в хозяйственный оборот;
- разработки плана-графика перевода каждого рассматриваемого комплекса ядерного наследия в целевое состояние и возврата в хозяйственный оборот;
- формирования рекомендаций по потенциальным партнерам и ресурсам, необходимым для реализации плана-графика перевода рассматриваемых площадок и территорий размещения объектов ядерного наследия в целевое состояние;
- разработки масштабной программы по возврату в хозяйственный оборот объектов ядерного наследия.

Список литературы

1. Ильясов Д. Ф., Иванов А. Ю., Агафонов Н. П., Михайленко А. А., Овчинников И. Д., Степанян П. О. Разработка программного обеспечения для оценки стоимости проектов по ликвидации ядерно и радиационно опасных объектов с применением цифрового моделирования // Теоретическая и прикладная экономика. – 2022. – № 4. – С. 67–79.
2. Крюков О. В., Абрамов А. А. Ликвидация ядерного наследия как ключевой фактор обеспечения радиационной и экологической безопасности в Российской Федерации. По итогам реализации ФЦП ЯРБ-2 за 2016–2021 гг. // Радиоактивные отходы. – 2022. – № 1 (18). – С. 6–15.
3. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий : в 2 т. / под общ. ред. И. И. Линге, А. А. Абрамова. – М. : ИБРАЭ РАН, 2017.
4. Проблемы ядерного наследия и пути их решения. Вывод из эксплуатации / под общ. ред. Л. А. Большова, Н. П. Лаверова, И. И. Линге. – М., 2015. – Т. 3.

References

1. Ilyasov D. F., Ivanov A. Yu., Agafonov N. P., Mikhaylenko A. A., Ovchinnikov I. D., Stepanyan P. O. Razrabotka programmogo obespecheniya dlya otsenki stoimosti proektov po likvidatsii yaderno i radiatsionno opasnykh obektov s primeneniem tsifrovogo modelirovaniya

[Developing Software to Estimate Value of Projects Aimed at Elimination of Nuclear and Radiation Risky Objects by Digital Modeling]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika* [Theoretical and Practical Economics], 2022, No. 4, pp. 67–79. (In Russ.).

2. Kryukov O. V., Abramov A. A. Likvidatsiya yadernogo naslediya kak klyuchevoy faktor obespecheniya radiatsionnoy i ekologicheskoy bezopasnosti v Rossiyskoy Federatsii. Po itogam realizatsii FTSP YARB-2 za 2016–2021 gg. [Elimination of Nuclear Heritage as Key Factor of Providing Radiation and Ecological Security in the Russian Federation. Based on the results of the implementation of the Federal Target Program YARB-2 for 2016–2021]. *Radioaktivnye otkhody* [Radioactive Waste], 2022, No. 1 (18), pp. 6–15. (In Russ.).

3. Luchshie zarubezhnye praktiki vyvoda iz ekspluatatsii yadernykh ustanovok i reabilitatsii zagryaznennykh territoriy [Best Overseas Practices on Closing-Down Nuclear Plants and Rehabilitation of Polluted Territories], in 2 Vol., edited by I. I. Linge, A. A. Abramov. Moscow, IBRAE RAN, 2017. (In Russ.).

4. Problemy yadernogo naslediya i puti ikh resheniya. Vyvod iz ekspluatatsii [Problems of Nuclear Heritage and Ways of their Solution. Closing-Down], edited by L. A. Bolshov, N. P. Laverov, I. I. Linge. Moscow, 2015, Vol. 3. (In Russ.).

Сведения об авторах

Артём Юрьевич Иванов

заведующий отделением Института проблем
безопасного развития атомной энергетики РАН.
Адрес: Институт проблем безопасного
развития атомной энергетики РАН,
115191, Москва,
Большая Тульская ул., д. 52.
E-mail: aivanov@ibrae.ac.ru

Дамир Фатович Ильясов

кандидат экономических наук,
заведующий лабораторией Института проблем
безопасного развития атомной энергетики РАН.
Адрес: Институт проблем безопасного
развития атомной энергетики РАН,
115191, Москва,
Большая Тульская ул., д. 52.
E-mail: idf@ibrae.ac.ru

Егор Геннадьевич Мамчиц

руководитель группы Института проблем
безопасного развития атомной энергетики РАН.
Адрес: Институт проблем безопасного
развития атомной энергетики РАН,
115191, Москва,
Большая Тульская ул., д. 52.
E-mail: egor@ibrae.ac.ru

Information about the authors

Artem Yu. Ivanov

Head of the Department of the Nuclear Safety
Institute of the Russian Academy of Sciences.
Address: Nuclear Safety Institute
of the Russian Academy of Sciences,
52 Bolshaya Tulsкая Str., Moscow, 115191,
Russian Federation.
E-mail: aivanov@ibrae.ac.ru

Damir F. Ilyasov

PhD, Head of the Laboratory
of the Nuclear Safety Institute
of the Russian Academy of Sciences.
Address: Nuclear Safety Institute
of the Russian Academy of Sciences,
52 Bolshaya Tulsкая Str., Moscow, 115191,
Russian Federation.
E-mail: idf@ibrae.ac.ru

Egor G. Mamchits

Group Leader of the Nuclear Safety Institute
of the Russian Academy of Sciences.
Address: Nuclear Safety Institute
of the Russian Academy of Sciences,
52 Bolshaya Tulsкая Str., Moscow, 115191,
Russian Federation.
E-mail: egor@ibrae.ac.ru