

А. В. Носовский<sup>1</sup>, М. В. Савельев<sup>2</sup><sup>1</sup> Институт проблем безопасности атомных электростанций  
НАН Украины, г. Киев, Украина<sup>2</sup> Институт проблем математических машин и систем  
НАН Украины, г. Киев, Украина

## О подготовке специалистов в области снятия с эксплуатации атомных электрических станций

Показаны трудности и недостатки подготовки специалистов в Украине в области снятия с эксплуатации АЭС. Предлагается создание научно-технического кластера как территориального объединения предприятий и организаций, связанных с проблемами снятия с эксплуатации АЭС и обращения с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами на базе Научно-образовательного центра по подготовке кадров для этих организаций в городе-спутнике Чернобыльской АЭС — Славутиче.

Ключевые слова: снятие с эксплуатации АЭС, подготовка персонала, научно-технические центры и объединения.

А. В. Носовський, М. В. Савельєв

### Про підготовку спеціалістів у галузі зняття з експлуатації атомних електричних станцій

Показано труднощі й недоліки підготовки фахівців в Україні із зняття з експлуатації АЕС. Пропонується створення науково-технічного кластера як територіального об'єднання підприємств і організацій, пов'язаних з проблемами зняття з експлуатації АЕС та поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами на базі Науково-освітнього центру з підготовки кадрів для цих організацій в місті-супутнику Чернобыльської АЕС — Славутичі.

Ключові слова: зняття з експлуатації АЕС, підготовка персоналу, науково-технічні центри й об'єднання.

**В** о всем мире на сегодняшний день насчитывается около 200 работающих АЭС (более 400 энергоблоков), большая часть которых запущена в эксплуатацию в 70—80-х годах прошлого века [1]. Еще более полусотни энергоблоков находятся в стадии строительства, а полторы сотни уже закрыты. Срок эксплуатации существующих атомных электростанций для реакторов разных типов оценивается в 30—40 лет. Это значит, что очень скоро мир столкнется с проблемой выведения из эксплуатации большого количества АЭС — проблемой, решение которой потребует специальной подготовки квалифицированных кадров, способных выполнить эту работу.

В данной статье рассматривается текущее состояние дел с подготовкой специалистов данной сферы в Украине. Показаны имеющиеся на этом пути трудности и предлагается их преодоление путем создания научно-технического кластера как территориального объединения предприятий и организаций, связанных с проблемами снятия с эксплуатации АЭС, обращения с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) на базе Научно-образовательного центра по подготовке кадров для этих организаций в городе-спутнике Чернобыльской АЭС — Славутиче.

**Проблема подготовки специалистов и резерва научных кадров в Украине по снятию с эксплуатации АЭС и обращению с РАО.** Доля атомной энергетики в Украине составляет около 50 % всей вырабатываемой в стране электроэнергии, а в отдельные моменты осенне-зимнего периода 2014—2015 годов этот показатель достигал 65 % [2, 3]. Основные энергетические мощности были построены еще в советское время, и только три энергоблока достроены и запущены после обретения Украиной независимости.

В настоящее время эксплуатируются 15 энергоблоков на четырех атомных электростанциях, из которых 13 типа ВВЭР-1000 и два — ВВЭР-440, общей установленной мощностью 13 835 МВт. Строятся два энергоблока Хмельницкой АЭС. Чернобыльская АЭС с энергоблоками типа РБМК находится в состоянии снятия с эксплуатации; из ее трех энергоблоков выгружено топливо, а четвертый энергоблок, разрушенный в ходе запроектной аварии 1986 года, находится на этапе преобразования в экологически безопасную систему. На площадке ЧАЭС развертывается инфраструктура для обращения с РАО и ОЯТ. При активном участии международных фондов и организаций построены заводы по переработке жидких и твердых РАО, строится хранилище отработавшего ядерного топлива ХОЯТ-2. Кроме того, на площадке ЧАЭС есть два недостроенных энергоблока, возведение которых было прекращено после аварии в 1986 году. По разным оценкам, количество персонала, задействованного в атомной энергетике Украины, составляет более 38 тысяч человек.

Ликвидация последствий аварии на ЧАЭС лежит тяжелым бременем на экономике страны, но в то же время накоплен уникальный опыт, открывающий дополнительные возможности в сфере образования, повышения квалификации эксплуатационного персонала и подготовки специалистов по снятию энергоблоков АЭС с эксплуатации.

К настоящему времени в Украине сформировалась следующая структура организаций и предприятий, связанных с атомной промышленностью. Подготовкой кадров занимаются три ведущих технических вуза, научной деятельностью — институты Национальной академии наук Украины (НАНУ), выработкой электроэнергии — Национальная атомная энергогенерирующая компания (НАЭК) «Энергоатом», а вопросами, связанными со снятием с эксплуатации

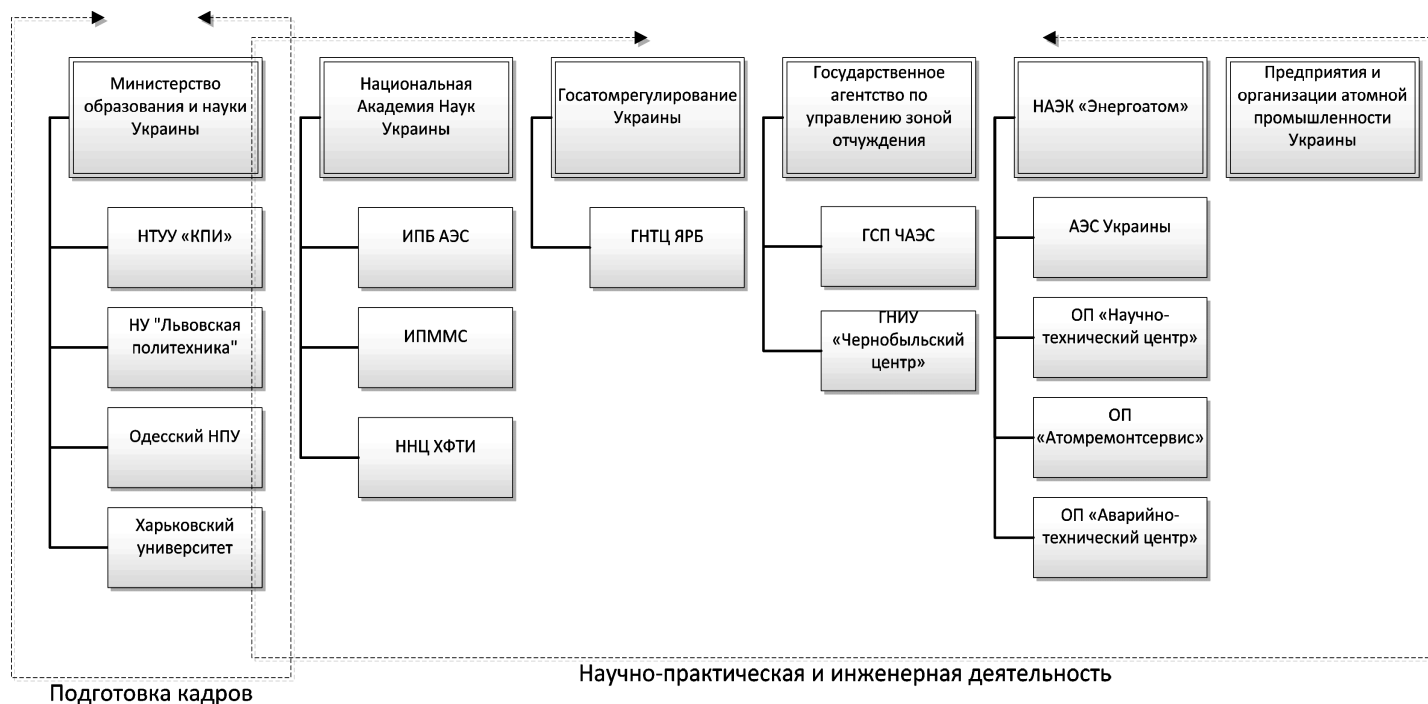


Рис. 1. Структурная схема организаций и предприятий, связанных с атомной промышленностью Украины

ЧАЭС, преобразованием объекта «Укрытие» в экологически безопасное состояние, — Госагентство по управлению Зоной отчуждения. Кроме того, в Украине сформировались национальная промышленность и организации различных форм собственности, связанные с деятельностью в области атомной энергетики и обращения с РАО. Регулирование деятельности субъектов, использующих ядерные технологии, осуществляет Государственная инспекция ядерного регулирования Украины (рис. 1).

В Украине подготовкой специалистов по направлению «Атомная энергетика» (6.050603) занимаются Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (НТУУ «КПИ»), Национальный университет «Львовская политехника» и Одесский национальный политехнический университет (ОНПУ), которые ежегодно выпускают в общей сложности полторы сотни бакалавров и несколько десятков магистров. При этом учебные программы никак не учитывают специфику снятия атомных станций с эксплуатации, а производственная практика студентов ограничена местными возможностями.

На 2015 год по данным сайта [vstup.info](http://vstup.info) [4] планировалось к набору 155 бакалавров и 45 магистров, в частности:

НТУУ «КПИ» — 60 бакалавров, 30 магистров;

НУ «Львовская политехника» — 25 бакалавров;

ОНПУ — 70 бакалавров, 15 магистров; из магистров 5 мест (1 госзаказ) — по специальности «Технологии теплоносителей и обращения с радиоактивными отходами на АЭС».

Расчеты показывают, что данное количество специалистов не покрывает естественную убыль кадров атомной энергетики и также недостаточно для формирования кадрового потенциала институтов НАНУ. К тому же специализированная подготовка по решению проблем, связанных со снятием АЭС с эксплуатации, вообще не ведется.

При этом Украина имеет уникальный опыт вывода из эксплуатации Чернобыльской АЭС, включая работы

по ликвидации аварии на 4-м энергоблоке ЧАЭС и преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. В настоящее время научные результаты по указанным направлениям деятельности сосредоточены в Институте проблем безопасности (ИПБ) АЭС НАНУ, а практические — на Чернобыльской АЭС. Однако возможность сохранить эти уникальные результаты и передать знания новому поколению на сегодняшний день отсутствует. Как показывает анализ, причины такого состояния дел могут быть следующие:

1. Разобшенность различных заинтересованных организаций (стейкхолдеров), сталкивающихся с данной проблемой. Такими самостоятельными и отдельными игроками в Украине являются ГСП «Чернобыльская АЭС»; Зона отчуждения; НАЭК «Энергоатом»; Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности (ГНТЦ ЯРБ); НТУУ «КПИ», НУ «Львовская политехника», ОНПУ, Харьковский государственный университет; ИПБ АЭС НАНУ, Институт проблем математических машин и систем НАН Украины (ИПММС НАНУ).

2. Отсутствие в Украине органа, координирующего деятельность названных организаций.

3. Экономические проблемы в стране и, как следствие, хроническое недофинансирование организаций, вовлеченных в данную деятельность.

В развитых странах проблеме подготовки специалистов для атомной энергетики уделяется особое внимание [5]. Так, по данным проф. Джона Билловса (Университет Манчестера) в Великобритании подготовкой специалистов занимается более 11 вузов, объединенных в консорциум NTEC как по инженерным специальностям, так и магистерским и докторским программам [6]. Значительный уровень компетенции достигнут в Германии, где для атомной энергетики подготавливается около 1800 студентов, из них 8 % — в области снятия с эксплуатации и обращения с РАО и ОЯТ [7]. В Евросоюзе в 2003 году сформирована некоммерческая международная организация

«Европейская ядерная образовательная сеть» (ENEN) со штаб-квартирой во Франции [8], координирующая работу университетов, исследовательских центров, атомной промышленности и регулирующих органов, вовлеченных в использование ядерной науки и ионизирующего излучения.

Следует отметить интерес со стороны зарубежных организаций к опыту Украины по ликвидации аварии на ЧАЭС и выводу из эксплуатации энергоблоков ЧАЭС. Подтверждением тому служат тренинг японских специалистов в Учебно-тренировочном центре ЧАЭС в 2014 году после трагических событий на АЭС «Фукусима-1», иракских специалистов в Международном чернобыльском центре в 2008 году, международные контакты по линии НАН Украины, подписание в сентябре 2015 года соглашения о сотрудничестве между ИПБ АЭС, ГНТЦ ЯРБ и корпорацией «Qingdao Xianchu Mechanical Equipment Co. Ltd» КНР по вопросу создания китайско-украинского института по снятию с эксплуатации энергоблоков АЭС [9].

В настоящее время в азиатских странах, включая Китай и Южную Корею, выделяются значительные средства на развитие научных исследований в области безопасности обращения РАО и ОЯТ и снятия с эксплуатации АЭС. Подписанные в 2015 году соглашения с Ираном в области контроля его ядерной программы открывают новые возможности и для кооперации. Азия заинтересована в доступе к европейскому и американскому опыту, а Европа и США заинтересованы в ведении диалога не только по обмену опытом в сфере АЭС западного производства, но и АЭС советского типа, распространенных в постсоветских и азиатских странах, что открывает для Украины уникальные возможности исполнения роли моста между европейскими и азиатскими странами.

Таким образом, перед Украиной стоит задача создания нового направления вузовской подготовки по направлению «Снятие с эксплуатации АЭС», а также включения связанных с данной проблематикой организаций в международную научную и инженерную кооперацию.

**Концепция подготовки специалистов для нужд снятия с эксплуатации АЭС и обращения с РАО в Украине.** Наша страна унаследовала от СССР подход к высшему образованию, когда получение производственных навыков студентами предполагается на заключительном, как правило преддипломном, цикле обучения — при прохождении «практики» на предприятиях. Таким образом, окончательное обучение молодых специалистов предполагается на предприятиях уже после окончания вузов. Отметим, что и основная научная деятельность ведомственных и академических НИИ не всегда пересекается с вузовской подготовкой. В рамках новой экономической модели развития страны данный подход требует пересмотра, поскольку рыночные отношения исключают административные способы привязки студентов к предприятиям и делают экономически нецелесообразным для промышленности принятие рисков, связанных с подготовкой молодых специалистов. Данные факторы нашли отражение в кризисе высшего образования на всей постсоветской территории и вызвали необходимость реформы высшего образования, в частности в Украине, и постепенном переходе к общеевропейским стандартам.

Исходя из сказанного, для эффективной подготовки будущих специалистов и научных работников необходимо объединить и скоординировать как вузы, так и академические НИИ и промышленность. Такое объединение целесообразно делать на площадках, максимально

приближенных к практической деятельности, но при этом обладающих всей необходимой инфраструктурой для качественного обучения, жизни и работы студентов и профессорско-преподавательского состава, где можно организовать международное сотрудничество и обмен знаниями и технологиями. Для атомной энергетики Украины, особенно в направлении снятия с эксплуатации АЭС и обращения с РАО, такой уникальной площадкой является площадка Чернобыльской АЭС и город Славутич.

Славутич — это город-спутник Чернобыльской АЭС (ГСП ЧАЭС) и обособленного подразделения НАЭК «Энергоатом» — «Атомремонтсервис» (ОП АРС). Там проживают семьи работников атомной энергетики, а также иностранные специалисты, выполняющие уникальные проекты по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, снятию с эксплуатации энергоблоков ЧАЭС, созданию инфраструктуры по обращению с ОЯТ и РАО. В Славутиче находятся учебно-тренировочные центры ГСП ЧАЭС и ОП АРС, филиалы ГНТЦ ЯРБ и НТТУ «КПИ», Государственное научно-исследовательское учреждение «Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии», в непосредственной близости от города располагается учебно-аварийный (резервный кризисный) центр НАЭК «Энергоатом».

Славутич обладает современной инфраструктурой, известен международному сообществу и служит площадкой для проведения различных мероприятий, связанных не только с проблемами ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, но и с экономическими и социальными проблемами малых городов. Всё это позволяет создать в Славутиче научно-технический кластер предприятий и организаций, связанных проблемами вывода из эксплуатации АЭС и обращения с ОЯТ и РАО.

Данный кластер станет объединяющей площадкой для ряда научных институтов НАНУ (ИПБ АЭС, ИПММС), высших учебных заведений (НТУУ «КПИ», НУ «Львовская политехника», ОНПУ), организаций и предприятий атомной промышленности Украины (ГНТЦ ЯРБ, ГСП ЧАЭС, НАЭК «Энергоатом» и пр.). Присутствие в городе иностранных специалистов открывает возможности для международной кооперации путем включения в данный кластер представительств зарубежных организаций. При этом все перечисленные агенты имеют собственные цели, задачи и направления деятельности, формы собственности и финансирования, принадлежность к различным ведомствам и даже государственной юрисдикции, что предполагает их самостоятельность и независимость.

Модель (диаграмма) использования такого кластера, описанная с помощью нотации UML, представлена на рис. 2.

Основой кластера в части подготовки специалистов для снятия с эксплуатации АЭС и обращения с РАО в Украине может стать Научно-образовательный центр по снятию с эксплуатации, созданный на базе имеющегося Славутичского филиала КПИ, главными задачами которого являются:

1. Подготовка специалистов по данному направлению, в том числе магистерская и докторская, а также повышение квалификации.
2. Методологическая и научная поддержка учебно-тренировочных центров ГСП ЧАЭС и НАЭК «Энергоатом» в области подготовки их персонала и поддержки квалификации.



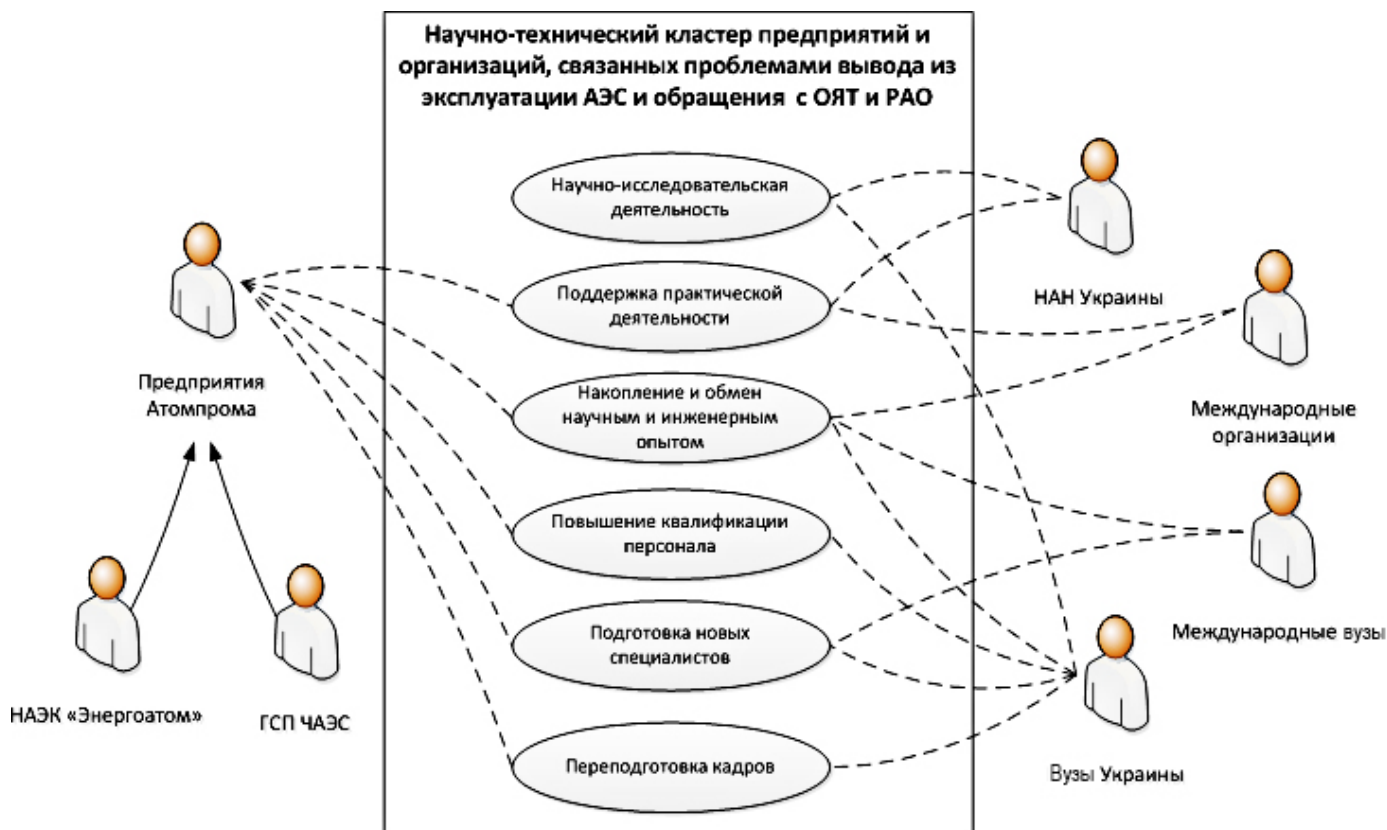


Рис. 2. Диаграмма использования кластера по проблемам вывода из эксплуатации АЭС и обращению с ОЯТ и РАО

3. Организация и проведение научных исследований в области снятия с эксплуатации АЭС, обращения с ОЯТ и РАО, координация учебных программ по данному направлению.

Структурная схема научно-технического кластера по проблемам снятия с эксплуатации АЭС, обращения с ОЯТ и РАО представлена на рис. 3.

Функции отдельных стейкхолдеров могут быть представлены следующим образом:

*Славутич.* Услуги для размещения кластера и Научно-образовательного центра.

*ГСП ЧАЭС.* Предоставление площадки для проведения исследований, НИОКР и практического обучения. Услуги по подготовке квалифицированных кадров. Предоставление возможности использования площадей и специалистов УТЦ.

*НТУУ «КПИ».* Создание Научно-исследовательского образовательного центра по снятию с эксплуатации АЭС и обращению ОЯТ и РАО. Создание кафедры по снятию с эксплуатации АЭС и обращению ОЯТ и РАО. Подготовка специалистов: бакалавры компьютерных наук, магистры атомной энергетики. Методологическая поддержка УТЦ ЧАЭС и НАЭК. Курсы повышения квалификации для специалистов ЧАЭС, НАЭК и предприятий ядерной отрасли Украины.

*Другие вузы Украины.* Доступ к площадке ЧАЭС для практического обучения и изучения накопленного научно-технического опыта. Совместные исследования и НИОКР. Участие в проведении процесса обучения.

*ГНИУ «Чернобыльский центр».* Участие в организации и проведении исследований в кооперации с участниками

кластера. Участие в проведении процесса обучения. Лабораторная база.

*ОП АРС / НАЭК «Энергоатом».* Услуги по подготовке квалифицированных кадров, научной, инженерной и методологической поддержке.

*Институты Национальной академии наук Украины.* Проведение научных исследований.

*Международные организации.* Совместные исследования и НИОКР. Доступ к услугам практического обучения и изучению накопленного научно-технического опыта.

**Концептуальный план развития Научно-образовательного центра по проблемам снятия с эксплуатации АЭС и обращения с ОЯТ и РАО.** Первым шагом к созданию такого Центра может стать открытие нового направления послевузовской подготовки (повышения квалификации) по данному направлению на базе кооперации между теплоэнергетическим факультетом (ТЭФ) и Институтом послевузовского обучения КПИ, при территориальном использовании материально-технической базы Славутицкого филиала КПИ, а также площадки ГСП ЧАЭС.

Вторым шагом должно быть открытие кафедры по снятию с эксплуатации АЭС и обращению с ОЯТ и РАО в г. Славутич, объединяющей как существующие научные исследования, так и образовательную подготовку по данному направлению в НТУУ «КПИ», и создающей общую базу для выполнения магистерских и докторантских работ.

Одним из важнейших направлений в научно-технической деятельности должны стать информационные



Рис. 3. Структурная схема научно-технического кластера предприятий и организаций, связанных проблемами вывода из эксплуатации АЭС и обращения с ОЯТ и РАО

технологии, обеспечивающие процессы снятия с эксплуатации АЭС и обращения с РАО. К таким технологиям относятся:

- расчетные коды, связанные с физическими расчетами, моделированием процессов, оценками рисков и др.;
- базы данных, обеспечивающие комплексное инженерно-радиационное обследование объектов, инвентаризацию и паспортизацию;
- базы знаний, накапливающие инженерно-практический и организационный опыт;
- тренажеры, обеспечивающие подготовку персонала, включая технологии виртуальной реальности;
- системы радиационного контроля и управления, необходимые для обеспечения безопасности и практической деятельности;
- роботизированные и дистанционно управляемые системы обращения с РАО и ОЯТ.

Наличие в Славутиче бакалаврата по направлению «Компьютерные науки», а также существующая тесная кооперация с Черниговским технологическим университетом делает возможным быстрое развертывание данного направления.

Третьим шагом должно стать получение лицензии МОН Украины на подготовку магистров по снятию с эксплуатации АЭС и обращению с ОЯТ и РАО на базе высшего образования (бакалавр, специалист, магистр) как в очной, так и в дистанционной (заочной) форме обучения.

При этом ежегодная количественная потребность в таких специалистах может быть оценена по формуле

$$\frac{ЧС}{ТС} \times 0,08 = \frac{38000}{40} \times 0,08 = 76 \text{ чел./год,}$$

где ЧС — число специалистов в атомной энергетике; ТС — трудовой стаж; 0,08 — процент подготовки специалистов по аналогичному направлению в Германии.

Последующими шагами должна стать интеграция в европейские структуры по обучению в области ядерной энергетики, снятия с эксплуатации АЭС и обращения с ОЯТ и РАО.

### Выводы

В настоящее время в Украине не ведется подготовка достаточного количества специалистов в области атомной энергетики, необходимого даже для восполнения естественной убыли персонала. При практической подготовке студентов вузы рассчитывают лишь на собственные ресурсы; взаимодействие с промышленными предприятиями и АЭС реализовано на недостаточном для современных требований уровне. Доля магистерских мест в обучении студентов составляет менее 30 % от числа бакалавров; практически не развито в сравнении с европейскими

странами повышение квалификации работников атомной отрасли. Системная подготовка специалистов в области снятия с эксплуатации АЭС полностью отсутствует.

Проблема эффективной подготовки специалистов и научных работников не будет решена без координации и объединения усилий вузов, отраслевых НИИ и промышленности. Такое объединение экономически целесообразно делать на площадках, максимально приближенных к практической деятельности, но при этом обладающих всей необходимой инфраструктурой для качественного обучения, жизни и работы студентов и профессорско-преподавательского состава. В Украине такой естественной площадкой является город Славутич, обладающий всеми необходимыми условиями.

В Славутиче при минимальных материальных затратах можно развернуть научно-технический кластер из организаций и предприятий, связанных с атомной промышленностью, ядром которого должен стать вновь созданный Научно-образовательный центр по проблемам вывода из эксплуатации АЭС и обращения с ОЯТ и РАО на базе существующих материально-технических возможностей города и Славутичского филиала НТУУ «КПИ».

#### Список использованной литературы

1. IAEA (2015), Operational & Long-Term Shutdown Reactors, PRIS, The Database on Nuclear Power Reactors. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>
2. ГП НАЭК «Энергоатом» (2015), [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.energoatom.kiev.ua/ru/about/about\\_nngc/](http://www.energoatom.kiev.ua/ru/about/about_nngc/)
3. Лосев А. Атомная энергетика для Украины — проблема или ее решение. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://economics.unian.net/energetics/1099377-atomnaya-energetika-dlya-ukrainyi-problema-ili-ee-reshenie.html>
4. VSTUP.INFO, Міністерство освіти і науки України, ГО «Центр освітньої політики». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vstup.info>
5. Axel Bocker (2015), "Nuclear Decommissioning Training Needs", Proceedings of Education and Training in Nuclear Decommissioning, Seminar organised jointly by the European Commission Joint Research Centre and the University of Birmingham 16th-17th April 2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/20150416-edu-train-nuclear-decomiss-backer.pdf>
6. Jon Billowes (2010), «Status of Nuclear Higher Education in the UK», The University of Manchester Dalton Nuclear Institute. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.enen-assoc.org/data/document/iaea-vienna-uk.pdf>.
7. Antonio Hurtado, Anton Anthofer (2015). «Competence and Education in Nuclear Technology in Germany», Proceedings of German-Japanese Symposium on Technological and Educational Resources for the Decommissioning of Nuclear Facilities Osaka, 21th April 2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.dwih-tokyo.jp/fileadmin/customer/dwih/events/Symposium\\_Decommissioning\\_of\\_Nuclear\\_Facilities/00\\_Hurtado.pdf](http://www.dwih-tokyo.jp/fileadmin/customer/dwih/events/Symposium_Decommissioning_of_Nuclear_Facilities/00_Hurtado.pdf)
8. The European Nuclear Education Network, EN. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.enen-assoc.org/en/about/what-is-enen.html>
9. Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки (ДНТЦ ЯРБ). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://goo.gl/Kf1Oie>

#### References

1. IAEA (2015) Operational & Long-Term Shutdown Reactors, PRIS, The Database on Nuclear Power Reactors, available at: <https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx>
2. NAEK Energoatom (2015), available at: [http://www.energoatom.kiev.ua/ru/about/about\\_nngc/](http://www.energoatom.kiev.ua/ru/about/about_nngc/)
3. Losev, A. (2015), "Nuclear Power for Ukraine, Problem or Solution" [Atomnaia energetika dlia Ukrainy — problema ili yeio resheniie], available at: <http://economics.unian.net/energetics/1099377-atomnaya-energetika-dlya-ukrainyi-problema-ili-ee-reshenie.html> (Rus)
4. VSTUP.INFO (2015), Ministry of Education and Science of Ukraine, Center of Educational Policy, available at: <http://vstup.info>
5. Axel Bocker (2015), "Nuclear Decommissioning Training Needs", Proceedings of Education and Training in Nuclear Decommissioning, Seminar organized jointly by the European Commission Joint Research Centre and the University of Birmingham 16th-17th April 2015, available at: <https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/20150416-edu-train-nuclear-decomiss-backer.pdf>
6. Jon Billowes (2010), "Status of Nuclear Higher Education in the UK", University of Manchester Dalton Nuclear Institute, available at: <http://www.enen-assoc.org/data/document/iaea-vienna-uk.pdf>
7. Antonio Hurtado, Anton Anthofer (2015), "Competence and Education in Nuclear Technology in Germany", Proceedings of German-Japanese Symposium on Technological and Educational Resources for the Decommissioning of Nuclear Facilities Osaka, 21th April 2015. Available at: [http://www.dwih-tokyo.jp/fileadmin/customer/dwih/events/Symposium\\_Decommissioning\\_of\\_Nuclear\\_Facilities/00\\_Hurtado.pdf](http://www.dwih-tokyo.jp/fileadmin/customer/dwih/events/Symposium_Decommissioning_of_Nuclear_Facilities/00_Hurtado.pdf)
8. European Nuclear Education Network, EN. Available at: <http://www.enen-assoc.org/en/about/what-is-enen.html>
9. State Enterprise "State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety" (SSTC NRS) (2015). Available at: <http://goo.gl/Kf1Oie>

Получено 28.10.2015.