

С. В. Барбашев, В. С. Киров, Я. О. Комарова, В. П. Кравченко

Одесский национальный политехнический университет, просп. Шевченка, 1, Одесса, 65044, Украина

## Формирование культуры безопасности у студентов атомных специальностей в вузах Украины

*Ключевые слова:*  
атомная энергетика,  
безопасность,  
культура безопасности,  
подготовка кадров в вузах.

В настоящее время в атомной энергетике концепция культуры безопасности (КБ) входит в число неотъемлемых элементов, которые лежат в основе системы управления безопасностью. Отражением эффективности КБ при эксплуатации атомных электростанций (АЭС) являются показатели безопасности.

Показано, что эксплуатационные показатели работы АЭС Украины, такие как количество учетных нарушений, коэффициент использования установленной мощности, коэффициент несения номинальной электрической нагрузки, которыми оценивается состояние безопасности и КБ, находятся ниже среднемирового уровня.

Одной из причин, влияющих на снижение уровня КБ на АЭС, является недостаточная подготовка персонала, поэтому её надо начинать уже в вузах, готовящих будущих специалистов атомной отрасли. Авторы считают, что освоение принципов КБ в вузах должно стать частью общего современного процесса обеспечения и управления безопасностью в соответствии с руководствами по безопасности международных организаций. Кроме того, это повысит эффективность результатов выполнения соответствующих программ ГП «НАЭК «Энергоатом».

Для этого предлагается включить в учебные планы вузов, осуществляющих подготовку специалистов для атомной отрасли, дисциплину «Культура безопасности в ядерной энергетике». Её изучение поможет формированию у студентов — будущих работников АЭС — мышления, которое базируется на концепции КБ, направленной на безусловное соблюдение требований безопасности.

### Введение

В настоящее время безопасность в атомной энергетике невозможно представить без обеспечения высокой культуры безопасности (КБ), которая в документах Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) INSAG-4, -13, -15 [1–3] определена как фундаментальный управленческий принцип безопасности атомных электростанций (АЭС).

Овладение КБ предполагает приобретение персоналом АЭС устойчивых навыков предварительного продумывания и глубокого анализа производимых

действий, умения всесторонне оценивать сложившуюся ситуацию, способности пересматривать собственные позиции и убеждения в свете новой информации, непрерывно и непредвзято мыслить, выносить суждения, взвешенно принимать решения.

### Показатели безопасности украинских АЭС

В соответствии с INSAG-4 [1] отражением эффективности КБ при эксплуатации АЭС являются показатели безопасности. Поэтому в методике ГП «НАЭК «Энергоатом»» оценки состояния КБ [4], наряду с дру-

© С. В. Барбашев, В. С. Киров, Я. О. Комарова, В. П. Кравченко, 2019

гими, используются показатели нарушений и отклонений в работе АЭС, а также эксплуатационные показатели работы станции.

Количество нарушений в работе АЭС Украины остается большим, чем количество на зарубежных АЭС, которое из года в год уменьшается (рис. 1), тогда как у нас на протяжении последних пяти лет оно увеличилось почти в два раза (рис. 2).

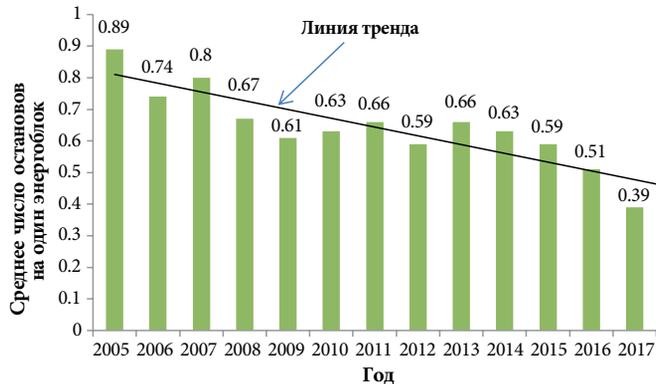


Рис. 1. Средний показатель аварийных остановов АЭС в мире: число остановов в автоматическом и в ручном режиме за 7 000 часов работы установки [5]

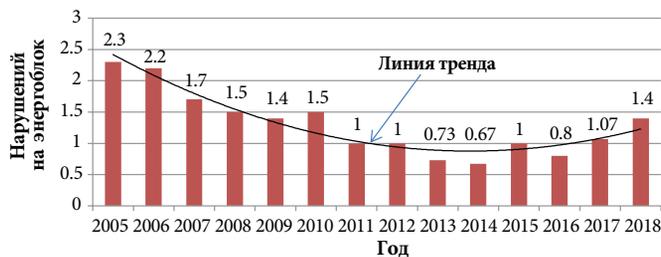


Рис. 2. Количество учетных нарушений в работе АЭС Украины на один блок за 2005–2018 гг. (гистограмма составлена авторами на основании данных отчета [6])

Нарушения ведут к снижению эксплуатационных показателей работы АЭС, к которым относятся коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) и коэффициент несения номинальной электрической нагрузки.

Важность этих показателей заключается в том, что они характеризуют эффективность работы АЭС в целом, включая не только её технологическое совершенство, но и квалифицированность персонала, организацию работы руководством станции, а также организацию всей отрасли на государственном уровне и многие другие факторы.

К сожалению, средний КИУМ АЭС Украины снижается с 2007 г. В 2018 г. он составил 69,6 % (рис. 3),

тогда как среднемировой уровень превышает 80 %. К примеру, в 2017 г. показатель мирового среднего КИУМ составил 81,1 %, сохраняя высокие уровни, достигнутые за последние 20 лет. В ряде стран, в частности в США, он превышает 90 %.

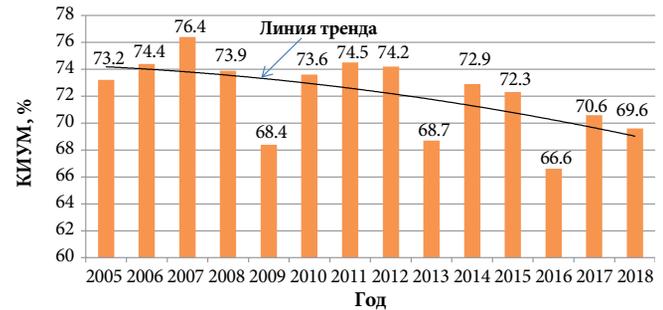


Рис. 3. Средние значения КИУМ для АЭС Украины за 2005–2018 гг. (гистограмма составлена авторами на основании данных отчета [6])

Сказанное выше относится и к средним значениям коэффициента несения номинальной электрической нагрузки АЭС Украины, который также имеет тенденцию к уменьшению (рис. 4).

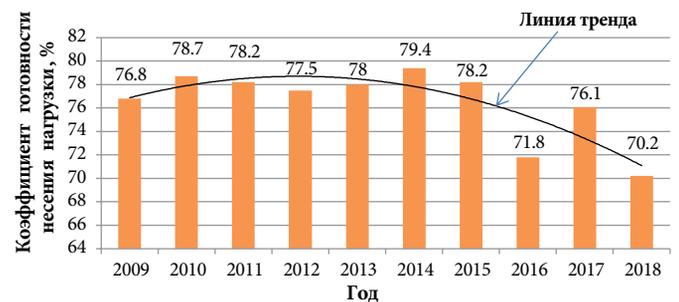


Рис. 4. Средние значения коэффициента несения номинальной электрической нагрузки АЭС Украины за 2009–2018 гг. (гистограмма составлена авторами на основании данных отчета [6])

Еще раз следует подчеркнуть, что показатели надежности, эффективности и безопасности работы отдельного оборудования и всей станции в целом определяют состояние КБ на АЭС. Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что уровень КБ на украинских АЭС отстает от среднемирового.

Аналогичные результаты показал анализ количественной оценки КБ на АЭС Украины в 2017–2018 гг., выполненный ГП «НАЭК «Энергоатом» по методике [4] и определивший состояние КБ на АЭС как удовлетворительное.

## Человеческий фактор и безопасность

Огромное значение в обеспечении надежности работы оборудования, систем АЭС и в целом её безопасности имеет человеческий фактор.

В документах МАГАТЭ подчеркивается, что безопасность АЭС зависит от безошибочной работы персонала в такой же степени, как и от надежности оборудования. Анализ показывает, что до 25 % отказов блоков АЭС могло быть предотвращено соответствующими действиями операторов. По оценкам исследователей, 15–20 % случаев отказов оборудования обусловлены ошибками персонала, т.е. влиянием человеческого фактора. Как показывает опыт, хорошо подготовленный персонал способствует повышению КИУМ не менее чем на 1 %. А рабочие, прошедшие специальные тренировки, при ремонте оборудования АЭС получают облучение на 40–50 % меньше, чем нетренированный персонал [7].

Исходя из сказанного выше, можно предположить, что одной из причин, влияющих на снижение уровня КБ на АЭС, является недостаточная подготовка персонала.

Например, при оценивании состояния КБ в ГП «НАЭК «Энергоатом»» в 2017–2018 гг. по направлению деятельности «Подготовка персонала» было выявлено значительное количество несоответствий и малое число положительных практик, что, в частности, обусловило недостаточно высокий уровень КБ в компании.

На предприятиях, входящих в состав ГП «НАЭК «Энергоатом»», в том числе на АЭС, делается многое для того, чтобы персонал был максимально компетентным для исполнения своих обязанностей, но, на наш взгляд, этого недостаточно.

## Подготовка кадров

Сейчас потребность в кадрах для атомной отрасли Украины и требования к уровню их профессиональной подготовки очень высоки. Это ставит перед вузами, готовящими специалистов-атомщиков, задачи максимально возможного приближения личностных качеств выпускников к таким, которые определены политикой ГП «НАЭК «Энергоатом»» в области безопасности для сотрудников предприятий компании. Перед специалистами ставится цель обладать личностными качествами, которые гарантируют, что высшим приоритетом в их профессиональной деятельности и поведении будут являться

вопросы безопасности. В соответствии с документом МАГАТЭ INSAG-4 [1] такой набор качеств определяется как «Культура безопасности». Отсюда следует, что уже при подготовке будущих специалистов по атомной энергетике в вузах особое внимание необходимо уделять формированию у студентов мышления, которое базируется на концепции, направленной на безусловное соблюдение требований безопасности.

Основным итогом работы вуза по формированию КБ у студентов должно быть формирование соответствующих компетенций, которые необходимо иметь персоналу АЭС, и отражать не только особенности деятельности специалистов, но и уровень их приверженности КБ.

К числу ключевых компетенций можно отнести:

1. Достижения и действия в области безопасности: ориентация на достижения в сфере безопасности; стремление к определенности в вопросах КБ; инициативные действия, способствующие улучшению КБ.

2. Межличностные отношения: построение отношений в коллективе; понимание окружающих; воздействие на окружающих с целью развития КБ; организаторские способности.

3. Управление персоналом: директивность в области развития КБ; работа в команде; лидерство в команде.

4. Когнитивные компетенции: аналитическое мышление; системное мышление; экспертные знания в области КБ.

5. Личностная эффективность: уверенность в себе; самоконтроль и саморегуляция; гибкость мышления; преданность КБ.

Многие из перечисленных выше базовых качеств, определяющих компетенции персонала АЭС, входят в перечень общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых в вузе, поэтому необходимо соотнести их с дисциплинами, на которых они должны формироваться, с содержанием обучения и направлениями формирования компетенций. Все это требует серьезной коррекции целей и задач образования, средств обучения, содержания учебного процесса, уровня компетентности профессорско-преподавательского состава, внедрения обучающих технологий, формирующих более глубокие и разносторонние компетенции будущих специалистов.

Таким образом, важнейшим требованием к образовательным организациям, осуществляющим под-

готовку специалистов для атомной отрасли, является ориентация образовательной деятельности не только на формирование у студентов универсальных и профессиональных знаний и компетенций, но и отношения к будущей профессиональной деятельности, построенного на принятых в отрасли корпоративных ценностях [8].

В процессе учебы перед будущими атомщиками встает трудная задача: необходимо не просто накопить знания по выбранной специальности, но и выработать подходы к будущей профессиональной деятельности, основанные на приоритете безопасности. Решению этой задачи должна помочь дисциплина «Культура безопасности», которую, по нашему мнению, необходимо ввести в учебные планы всех вузов, которые готовят специалистов по направлениям атомной энергетики.

Рассмотрим, как обстоят дела с обучением основам КБ в образовательных учреждениях Украины.

Основными вузами, которые уже многие годы готовят инженеров-атомщиков для атомной энергетики Украины, являются Одесский национальный политехнический университет (ОНПУ), в настоящее время базовый, и Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (НТУУ «КПИ имени Игоря Сикорского»).

С 2014 г. к подготовке специалистов по атомной энергетике подключились Национальный университет «Львовская политехника» и Винницкий национальный технический университет.

С 2009 учебного года на кафедре АЭС и инженерной теплофизики НТУУ «КПИ имени Игоря Сикорского» для студентов-атомщиков была введена дисциплина «Культура безопасности на ядерных объектах Украины». Преподавателями кафедры был разработан и совместно с ГП «НАЭК “Энергоатом”» издан учебник для студентов технических вузов «Культура безопасности в ядерной энергетике» [9].

На кафедре АЭС ОНПУ для студентов, обучающихся по специальности «Атомная энергетика», в программу дисциплин «Безопасность и надежность АЭС» и «Атомные электрические станции» входит раздел «Культура безопасности на АЭС», а с 2017 г. введена дисциплина «Культура безопасности на АЭС» и включена в новые учебные планы подготовки бакалавров как отдельная дисциплина, преподавание которой начнется в 2019 г.

В остальных вузах Украины, в которых ведется подготовка кадров для атомной энергетики, ни курса

по КБ, ни соответствующего раздела в учебных программах пока не существует.

Для справки: во всех вузах Российской Федерации, в которых ведется подготовка специалистов для атомной отрасли, либо в курс лекций по безопасности АЭС включен раздел «Культура безопасности», либо читается отдельный курс, а в Республике Беларусь подготовка специалистов-атомщиков ведется в четырех вузах республики. Изучение в этих вузах основ КБ предусмотрено типовой учебной программой «Ядерная безопасность», которая разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению «Ядерная физика и технологии».

Учебный курс «Культура безопасности АЭС» для бакалавров, обучающихся на кафедре АЭС ОНПУ по специальности «Атомная энергетика», построен с учетом опыта преподавания аналогичного курса в отечественных и зарубежных вузах, а также на основании материалов по КБ МАГАТЭ и ГП «НАЭК “Энергоатом”». Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами ранее при изучении таких дисциплин, как «Атомные электрические станции», «Ядерные энергетические реакторы», «Безопасность и надежность АЭС», «Культурология», «Психология» и некоторых других.

В программе дисциплины: сведения о принципах безопасности АЭС, роль человеческого фактора в обеспечении безопасности; КБ — фундаментальный принцип управления безопасностью; опыт обеспечения безопасности и КБ в странах, имеющих развитую ядерную отрасль; психология безопасности; способы и методы оценки КБ и др.

Основная цель дисциплины заключается в том, чтобы дать студентам углубленные знания методов формирования КБ как одного из фундаментальных принципов управления безопасностью АЭС. Успех обучения КБ возможен лишь с учетом элементов, которые отображают общечеловеческие ценности: идеал, норма, качество личности, мотивация, достижение поставленной цели и др. Глубокое понимание и усвоение сути перечисленных элементов подготовит студентов к осознанию ответственности за результаты своей деятельности, которая может повлиять на безопасность АЭС. В итоге студенты обретут умения и практические навыки анализа опыта эксплуатации АЭС, характеристик поведения всего коллектива и своего собственного с точки зрения соблюдения принципов безопасности как высшего приоритета профессиональной деятельности.

## Выводы

Освоение принципов КБ в вузах должно стать частью общего современного процесса обеспечения и управления безопасностью, что рекомендуется руководствами по безопасности МАГАТЭ и документами Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС), рассматривающими основополагающие принципы КБ.

Для этого с целью выполнения требований МАГАТЭ по безопасности, создания в соответствии с принципами ВАО АЭС сильной КБ в атомной энергетике [10, 11], эффективной реализации программы ГП «НАЭК “Энергоатом”», направленной на повышение уровня КБ на АЭС Украины [12], следует включить в учебные планы вузов, ведущих подготовку кадров для атомной отрасли, дисциплину «Культура безопасности в ядерной энергетике».

Чтобы приблизить уровень подготовки студентов в области КБ к отраслевым требованиям, ГП «НАЭК “Энергоатом”» может оказать помощь вузам посредством передачи им плакатов по КБ, наглядных пособий, методических указаний, инструкций, положений, других документов и материалов Компании, направленных на поддержание и развитие КБ в её обособленных подразделениях.

## Список использованной литературы

1. 75-INSAG-4. Культура безопасности. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности // МАГАТЭ. — Вена, 1991. — 51 с.
2. INSAG-15. Ключевые вопросы практики повышения культуры безопасности. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности // МАГАТЭ. — Вена, 2002. — 31 с.
3. INSAG-13. Менеджмент эксплуатационной безопасности на атомных электростанциях. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности // МАГАТЭ. — Вена, 2015. — 72 с.
4. МТ-Д.0.03.486–09. Методика и критерии оценки состояния культуры безопасности в ГП «НАЭК “Энергоатом”». — Киев, 2009. — 32 с.
5. Информационная система по энергетическим реакторам // МАГАТЭ. — 2019. — Режим доступа: [www.iaea.org/pris](http://www.iaea.org/pris).
6. Итоги работы ГП «НАЭК “Энергоатом”» за 2018 год // ГП «НАЭК “Энергоатом”». — 2019. — Режим доступа: [www.energoatom.kiev.ua/uploads/others/itogi\\_12\\_2018-1.pdf](http://www.energoatom.kiev.ua/uploads/others/itogi_12_2018-1.pdf).

7. Болдырев В. М. Экономика, организация и планирование на АЭС/ В. М. Болдырев, Л. Д. Гительман, И. А. Сиданов. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 256 с.
8. Томилин С. А. Корпоративные ценности как основа формирования профессионального самоопределения студентов при подготовке специалистов для атомной отрасли / С. А. Томилин, Н. П. Василенко, А. В. Железнякова, И. С. Василенко // Педагогика и просвещение. — 2017. — № 1. — С. 31–41.
9. Бегун В. В. Культура безопасности в ядерной энергетике / В. В. Бегун, С. В. Широков, С. В. Бегун и др. — Киев, 2012. — 563 с.
10. WANO GL 2006–02. Принципы сильной культуры безопасности. Руководство ВАО АЭС. — М. : МЦ ВАО АЭС, 2006. — 14 с.
11. WANO GL 2013–1. Признаки здоровой культуры безопасности. Руководство ВАО АЭС. — М. : МЦ ВАО АЭС, 2013. — 49 с.
12. ПМ-Д.0.03.531–17. Програма конкретних дій, спрямованих на становлення і розвиток культури безпеки в ДП «НАЕК “Энергоатом”» на 2017–2018 роки. — Київ, 2017. — 42 с.

---

**С. В. Барбашев, В. С. Киров, Я. О. Комарова,  
В. П. Кравченко**

*Одеський національний політехнічний університет,  
просп. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна*

## Формування культури безпеки у студентів атомних спеціальностей у вищих навчальних закладах України

У наш час в атомній енергетиці концепція культури безпеки (КБ) входить до невід’ємних елементів, що лежать в основі системи управління безпекою. Відображенням ефективності КБ під час експлуатації атомних електростанцій (АЕС) є показники безпеки.

У статті показано, що експлуатаційні показники роботи АЕС України, такі як кількість облікових порушень, коефіцієнт використання встановленої потужності, коефіцієнт несення номінального електричного навантаження, якими оцінюються стан безпеки і КБ, є нижчими за середньосвітовий рівень.

Однією з причин, що впливають на зниження рівня КБ на АЕС, є недостатня підготовка персоналу. Тому таку підготовку потрібно починати вже у

вищих навчальних закладах, які готують майбутніх фахівців атомної галузі.

Автори вважають, що освоєння принципів КБ у вищих навчальних закладах повинно стати частиною загального сучасного процесу забезпечення та управління безпекою, що рекомендується відповідними настановами з безпеки Міжнародного агентства з атомної енергії та документами Всесвітньої асоціації організацій, що експлуатують АЕС. Крім того, це підвищить ефективність результатів виконання відповідних програм ДП «НАЕК «Енергоатом»».

Для цього запропоновано включити до навчальних планів вищих навчальних закладів, що здійснюють підготовку фахівців для атомної галузі, дисципліну «Культура безпеки в ядерній енергетиці». Її вивчення допоможе формуванню у студентів — майбутніх працівників АЕС — мислення, яке базується на концепції КБ, спрямованої на безумовне дотримання вимог безпеки.

*Ключові слова:* атомна енергетика, безпека, культура безпеки, підготовка кадрів у вищих навчальних закладах.

One of the reasons of the safety culture level reduction at nuclear power plants is insufficient training of personnel, so training of the future specialists in nuclear industry should be already started in universities.

The authors believe that mastering the principles of safety culture in higher education institutions should be part of the overall modern process of ensuring and managing safety, which is recommended by the relevant safety guides of the International Atomic Energy Agency and documents of the World Association of Nuclear Power Plants. Besides, it will increase the efficiency of the results of the implementation of the relevant programs of the State Enterprise “National Nuclear Energy Generating Company ‘Energoatom’”.

To this end, it is proposed to include the discipline “Safety Culture in Nuclear Power” in the curricula of universities. Study the discipline will help students (future employees of nuclear power plants) to create concept of thinking which is based on the concept of safety culture aimed at unconditional compliance with safety requirements.

*Keywords:* nuclear energy, safety, safety culture, training in universities.

**S. V. Barbashev, V. S. Kirov, Ya. O. Komarova,  
V. P. Kravchenko**

*Odessa National Polytechnic University, 1, Shevchenko av.,  
Odessa, 65044, Ukraine*

### **Formation of Safety Culture among Students of Atomic Specialties in Universities of Ukraine**

Currently, in nuclear power engineering, the concept of safety culture is one of the essential elements that underlie the safety management system.

Safety indicators are reflection of effectiveness of safety culture during operation of nuclear power plants.

It is shown in the article that the operational indicators of Ukrainian nuclear power plants, such as the number of accounting violations, installed capacity coefficient, the ratio of carrying the nominal electrical load, which assesses the state of safety and safety culture, are below the world average.

Human factor is of great importance in ensuring an adequate level of safety of nuclear power plants, the willingness of staff to recognize safety as a top priority and to be committed to safety culture in their actions.

### **References**

1. 75-INSAG-4. *Safety Culture*. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. Vienna: IAEA, 1991, 51 p.
2. INSAG-15. *Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture*. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. Vienna: IAEA, 2002, 31 p.
3. INSAG-13. *Management of Operational Safety at Nuclear Power Plants*. A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. Vienna: IAEA, 2015, 72 p.
4. MT-D.0.03.486–09. *Methods and Criteria for Assessing the State of Safety Culture in the State Enterprise “National Nuclear Energy Generating Company ‘Energoatom’”*. Kyiv, 2009, 32 p. (in Russ.)
5. *Power Reactor Information System*. IAEA. Available at: [www.iaea.org/pris](http://www.iaea.org/pris). (accessed 15.03.2019).
6. *The results of the work of SE “NNEGC ‘Energoatom’” for 2018*. SE “NNEGC ‘Energoatom’”, 2019, 6 p. Available at: [http://www.energoatom.kiev.ua/uploads/others/itogi\\_12\\_2018-1.pdf](http://www.energoatom.kiev.ua/uploads/others/itogi_12_2018-1.pdf). (accessed 15.03.2019). (in Russ.)
7. Boldyrev V. M., Gitelman L. D., Sidanov I. A. (1986). *Ekonomika, organizatsiya i planirovanie na AES* [Economics, organization and planning at nuclear power plants]. Moscow: Energoatomizdat, 256 p. (in Russ.)

8. Tomilin S. A., Vasilenko N. P., Zheleznyakova A. V., Vasilenko I. S. (2017). *Korporativnye tsennosti kak osnova formirovaniya professionalnogo samoopredeleniya studentov pri podgotovke spetsialistov dlya atomnoy otrasli* [Corporate Values as the Basis for the Formation of Professional Self-Determination of Students in the Training of Specialists for the Nuclear Industry]. *Pedagogika i prosveshchenie* [Pedagogy and Enlightenment], no. 1, pp. 31–41. (in Russ.)
9. Begun V. V., Shirokov S. V., Begun S. V., Pismenny E. N., Litvinov V. V., Kazachkov I. V. (2012). *Kultura bezopasnosti v yadernoy energetike* [Safety Culture in Nuclear Power Engineering]. Kyiv, 563 p. (in Russ.)
10. WANO GL 2006–02. *Principles of a Strong Safety Culture*. WANO Guide. Moscow: WANO-MC, 2006, 14 p. (in Russ.)
11. WANO GL 2013–1. *Signs of a Healthy Safety Culture*. WANO Guide. Moscow: WANO-MC, 2013, 49 p. (in Russ.)
12. PM-D.0.03.531–17. *A Program of Particular Actions Aimed at the Formation and Development of a Safety Culture in SE “NNEGC ‘Energoatom’” for 2017–2018*. Kyiv, 2017, 42 p. (in Ukr.)

Надійшла 04.04.2019

Received 04.04.2019