

А. А. Протасов¹, А. А. Немцов², А. Н. Масько³

¹Институт гидробиологии НАН Украины, просп. Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210, Украина

²ГП «Национальная энергогенерирующая компания “Энергоатом”», ул. Назаровская, 3, Киев, 01032, Украина

³ГП «Государственный научно-инженерный центр систем контроля и аварийного реагирования», просп. Героев Сталинграда, 64/56, Киев, 04213, Украина

Применение европейских принципов природоохранной деятельности в стандарте гидробиологического мониторинга водных техноэкосистем АЭС ГП «НАЭК “Энергоатом”»

Ключевые слова:

атомная электростанция, водоем-охладитель, гидробиологический мониторинг, регламент, стандарт предприятия, техноэкосистема.

Рассмотрены вопросы имплементации политики и директивных документов Европейского союза (ЕС) в области водного хозяйства, охраны и оценки качества водной среды в аспекте применения принципов Водной рамочной директивы ЕС для организации гидробиологического мониторинга систем охлаждения и технического водоснабжения АЭС Украины. Изложены основные принципы и положения актуализированного стандарта ГП «Национальная атомная энергогенерирующая компания “Энергоатом”» в области охраны окружающей среды СОУ НАЭК 178:2019 «Порядок разработки регламента гидробиологического мониторинга водоема-охладителя, систем охлаждения и системы технического водоснабжения АЭС с реакторами типа ВВЭР».

Вступление

Порядок эксплуатации водоемов-охладителей как водных объектов технического назначения, систем охлаждения и техводоснабжения регламентирован уже на этапах проектирования и строительства АЭС. Однако при этом не учитывается тот факт, что водоемы-охладители вместе с другими водными объектами представляют собой сложную гидроэко-систему, комплекс множества взаимосвязей между различными организмами и средой их обитания, включая техногенные элементы среды. В последние годы становится все более очевидной необходимость учёта биологических факторов, которые могут влиять на надежность эксплуатации энергоблоков АЭС, систем охлаждения конденсаторов турбин и систем технического водоснабжения. Кроме того, мировые тенденции развития оценочной базы при контроле

окружающей среды все более смещаются в сторону био- и экоиндикации.

В существующих положениях об экологическом государственном мониторинге вод отсутствуют прямые указания относительно мониторинга водоемов, которые входят в системы охлаждения и техводоснабжения АЭС и других энергогенерирующих объектов [1]. Тем не менее, такая необходимость существует [2], и обусловлена она двумя факторами.

Первый состоит в том, что технические водные объекты никогда не представляют собой абсолютно замкнутые водоемы. Тем или иным образом они связаны с окружающими природными. Поэтому контроль этих связей в аспекте оценки воздействия на окружающую среду актуален. Второй аспект обусловлен тем, что сама система охлаждения фактически представляет собой техноэкосистему [10–11]. То есть экологические процессы оказывают непосредствен-

© А. А. Протасов, А. А. Немцов, А. Н. Масько, 2019

ное влияние на формирование качества воды, а также биологические помехи в работе оборудования.

При этом необходимо отметить, что имплементация европейских подходов в природоохранную деятельность в Украине значительно изменяет принципы оценок экологического состояния водных объектов, ориентируя их именно на биологические показатели.

Кардинально изменилась система экологических услуг, которые человек получает от гидроэкосистем [11]. Любые мероприятия по улучшению состояния или, наоборот, явления негативного влияния (так называемые антиуслуги, «disservices») должны иметь адекватные оценки.

Все водопользователи должны отдавать себе отчет в том, что они используют воду как ресурс не из какого-то гипотетического стерильного сосуда, а из водных объектов, которые представляют собой функционирующие экосистемы. Вода необходимого качества — продукт деятельности экосистемы. Также биопомехи и вода низкого качества должна рассматриваться как антиуслуга экосистем.

В данной работе авторы ставили своей целью ознакомить специалистов энергетической отрасли с новыми принципами экологического мониторинга (частью которого является гидробиологический мониторинг), которые вытекают из необходимости имплементации положений водной политики Европейского союза (ЕС).

Принципиальные положения водной рамочной директивы ЕС

Водная рамочная директива ЕС (ВРД) [3, 11] регламентирует достаточно жесткое разделение водных объектов на природные, сильно измененные и искусственные. Дальнейшая оценка требует установления экологического статуса для первых и экологического потенциала для двух других. Потенциал можно понимать как определенную систему характеристик измененной или искусственной водной экосистемы, а оценку потенциала проводить путем сравнения с приемлемыми (характерными) для данной экосистемы условиями. Однако степень антропогенного воздействия имеет градиентную природу [8], поэтому четкое выделение этих групп на практике весьма сложно. Все водоёмы-охладители АЭС Украины представляют собой искусственные и технические водные объекты. Для них, согласно положениям ВРД, необходимо использование понятия экологического потенциала.

Компаративный подход при оценке экологического состояния вод

Определение (status) природных водных объектов, согласно ВРД, проводится компаративным методом, т. е. путем сравнения реального состояния с некоторыми, принятыми за эталонные, так называемыми референсными условиями (reference conditions) [3].

Определенным парадоксом ВРД является то, что при разделении водных объектов по критерию отсутствия или присутствия антропогенного воздействия, процедура оценки экологического состояния измененных и искусственных водных объектов предполагает сравнение их с одним из «наиболее сходных типов водных природных объектов» [3]. Само по себе выделение сильно измененных, а тем более искусственных водных объектов как раз и предполагает их существенное отличие от естественных, ненарушенных, поэтому сравнение с естественными «подобными» совершенно неприемлемо.

Компаративный принцип, т. е. сравнение реальной ситуации с некоторым выбранным эталоном представляется наиболее приемлемым для практических целей. Предлагалось использовать характеристики «типичных условий» [4]. Как было отмечено в [8], для антропогенных водных объектов в качестве таких эталонов сравнения целесообразно использовать проектные материалы данного объекта. Однако в большинстве случаев в проектных материалах речь идет о технических, а не об экологических условиях. Для последних приводятся обычно только общие положения. Более того, крайне редко проводится анализ биотических воздействий на стабильность, надежность и безаварийность работы технических систем. Чаще всего возникающие биологические помехи в работе оборудования выявляются уже в процессе эксплуатации. Таким образом, комплекс тех условий, которые могут рассматриваться как эталонные для сравнений, может быть более надежно сформирован уже исходя из эксплуатационного опыта технических систем.

Принцип блочности показателей качества вод

Выбор показателей состояния должен соответствовать определенной системе. Один из вариантов организации такой системы — выделение определенных блоков. ВРД предлагает выделение трех блоков показателей: биологические, гидроморфологические,

физико-химические элементы качества. Далее выделяются подблоки, или блоки второго порядка. В биологическом — это показатели, связанные с водными растениями, донными беспозвоночными, рыбами. Для гидрологического блока — динамика водных масс, связь с подземными водами. Для морфологического — размеры водотока или водоема, колебания глубин, характеристика донного субстрата, характер прибрежной зоны. Для физико-химического блока — температурный режим, насыщение воды кислородом, минерализация, содержание органических и биогенных веществ.

Комплексность экологических оценок вод

Современные принципы оценок экологического состояния строятся на комплексном подходе. Это, с одной стороны, повышает надежность оценок, но с другой — существенно усложняет процедуру. Поскольку корректное сравнение показателей из разных блоков с разными размерностями невозможно, выходом может быть сравнение классов и категорий, в которые входят те или иные показатели [4, 5]. Категории и классы представляют собой условные дискретности, поскольку значения показателей представляют собой непрерывный ряд, поэтому можно пользоваться сравнением между выделенными градациями, частями непрерывного градиента — градами [9].

Принципы организации мониторинга техноэкосистем АЭС

В настоящее время в основе экологической оценки воздействия АЭС на окружающую среду (в аспекте влияния нерадиационных факторов) лежит сбор и обработка гидрохимических данных и сравнение их с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) или ориентировочно допустимыми уровнями.

Подход, предлагаемый в стандарте СОУ НАЭК 178:2019 [7] (далее — стандарт), существенно иной. Гидрохимические показатели ограничены такими, которые характеризуют условия обитания гидробионтов. Кроме того, возможно включение специфических гидрохимических показателей, которые могут быть важными в аспекте надежной работы технических систем либо в аспекте охраны окружающей среды — например, показатели рН или соединений кальция, которые могут участвовать в процессах отложения минеральных веществ на теплообменных

поверхностях, токсичных веществ. В основе оценок, предлагаемых в данном стандарте, лежит компаративный подход с учетом принципов ВРД. Сравнение осуществляется с комплексом экологически и технически приемлемых для данного объекта условий.

Общие положения СОУ НАЭК 178:2019

Гидробиологический мониторинг проводится с целью получения информации об экологическом состоянии (экологическом потенциале) водоема-охладителя, систем охлаждения и системы технического водоснабжения АЭС, а также контроля гидробиологических факторов снижения надежности работы оборудования АЭС. Для контроля возможного воздействия техноэкосистемы АЭС необходимо проведение мониторинга состояния экосистем фоновых водных объектов. Фоновый водный объект — это водоем или водоток, расположенный на прилегающей к АЭС территории (как правило, в 30-км зоне АЭС), связанный с водными источниками техноэкосистемы, который может иметь природоохранный статус или определенную ценность в другом отношении, в частности, как тестовый водный объект для определения и оценки влияния АЭС на окружающую среду.

Приложение V ВРД ЕС [3] устанавливает три типа мониторинга поверхностных вод: контрольный, оперативный и исследовательский. Такой перечень установлен и для государственного мониторинга поверхностных природных вод Украины.

Учитывая особенности техноэкосистем и их гидробиологического мониторинга, с учетом принципов ВРД, но с дополнениями, предложено четыре типа гидробиологического мониторинга: *текущий* (соответствует оперативному в ВРД), *экстремальный* (частично соответствует контрольному и оперативному), *развернутый* (соответствует исследовательскому), *фоновый* (не имеет аналога). Гидробиологический мониторинг проводится во взаимосвязи и взаимодействии с экологическим (гидрохимическим) мониторингом, осуществляемым соответствующими службами АЭС, а также с государственным мониторингом поверхностных вод.

Еще раз следует подчеркнуть двойственный характер задач гидробиологического мониторинга. Его задачи, направленные на *предотвращение биологических помех*, могут быть сформулированы по трем направлениям: контроль развития опасных организмов в системах водоснабжения с целью своевременного

проведения мероприятий по устранению вызванных ими биологических помех, контроль эффективности этих мероприятий, контроль за появлением новых возможных агентов биологических помех, контроль экологического состояния фоновых водоемов, и в первую очередь факторов, способствующих формированию биологических помех (например, появление в них опасных видов-вселенцев).

Задачи гидробиологического мониторинга, направленного на *контроль и предупреждение негативного воздействия техноэкосистем АЭС* на окружающую среду, окружающие природные и антропогенные водные экосистемы могут быть сформулированы по следующим направлениям: контроль возможных негативных изменений в фоновых водных объектах, вызванных функционированием АЭС и водной техноэкосистемы, контроль опосредованного влияния факторов, связанных с функционированием АЭС (рост антропогенной нагрузки, использование биологических ресурсов и т.д.).

Выделение нескольких типов мониторинга (текущий, экстремальный и развернутый) обусловлено различиями в периодичности и «глубине» исследования. Первый тип мониторинга проводится постоянно в соответствии с регламентом и необходим для получения оперативной информации о состоянии водной части техноэкосистемы АЭС, уровне биологических помех. Введение режима экстремального мониторинга определяется резким возрастанием биопомех, существенным изменением условий среды и значительным возрастанием техногенной нагрузки. Развернутый мониторинг проводится с периодичностью в несколько лет с привлечением (при необходимости) специалистов экологического и гидробиологического профиля. В его задачи входит более подробное обследование необходимых участков техноэкосистемы для уточнения оценок экологического состояния, а также корректировок регламента текущего мониторинга.

Особенности выбора объектов, точек и периодичности наблюдений

Одним из важных разделов регламента, как и организации мониторинга вообще, является выбор пунктов наблюдений, измерений и отбора гидробиологических проб. Общая концепция выбора точек контроля гидробиологических показателей определяется в соответствии с целями и задачами мониторинга в условиях конкретной АЭС. Место расположения

и количество точек контроля в водоеме-охладителе, в фоновых водных объектах устанавливаются с учетом особенностей водного и температурного режимов, морфометрических, гидрологических характеристик водных объектов, характера грунтов, наличия биологических объектов (высших водных растений, дрейссен т.д.). В системах охлаждения и технического водоснабжения места контроля определяются конструктивными особенностями и доступностью для периодического контроля. Водотоки (подводящие, отводящие каналы) могут быть выделены в отдельные объекты для наблюдения.

Взаимодействие подразделений АЭС при проведении мониторинга

Функции контроля нормативов охраны окружающей среды на АЭС выполняют специальные подразделения. Следует обратить внимание на то, что стандарт расширяет область их деятельности. Их задача — не только выявление возможных или реальных воздействий АЭС и всей техноэкосистемы на окружающую среду, но и выявление предпосылок биологических помех. Здесь важно подчеркнуть, что успешное решение проблемы контроля биологических помех может быть только при взаимодействии подразделений, ответственных за те или иные участки техноэкосистемы, системы водоснабжения и охлаждения. Обнаружение, фиксация в соответствующих протоколах, контроль эффективности мероприятий по устранению биопомех, вызываемых гидробионтами, должен быть вменен в обязанности всех подразделений, имеющих отношение к водоснабжению и водопользованию.

И, наконец, один из важных вопросов связан с *оценкой экологического состояния* водных объектов и всей водной части техноэкосистемы. В ВРД отсутствуют четкие указания относительно способов оценок, однако конструктивным следует считать общий принцип, который основан на сравнении данных оцениваемых условий с определенным эталоном. Для природных водных объектов (рек, озер) предлагается сравнение с так называемыми референсными условиями, в качестве которых чаще всего рассматриваются такие, которые были в данной экосистеме в период до антропогенного влияния. Поскольку для искусственных и сильноизмененных водных объектов такие условия отсутствуют, то предлагается в качестве «эталона» сравнения разрабатывать комплекс экологически и технически приемлемых усло-

вий (ЭТПУ) [9]. Набор показателей и их приемлемые значения принимаются исходя из принципа желательности или принципа характерных для данного водного объекта условий. Не исключено, что такие нормативы целесообразно устанавливать и для отдельных массивов вод (в терминологии ВРД — «water bodies»), например в крупных водохранилищах, системах охлаждения — водоеме-охладителе и каналах. Не исключена целесообразность установления таких нормативов, приемлемых значений показателей и для отдельных сезонов, разных режимов эксплуатации техноэкосистем. В стандарте описана довольно простая процедура сравнения и получения числовых значений показателей, позволяющих выполнить достаточно строгую оценку экологического потенциала.

Важно то, что введение стандарта дает возможность оперативно получать интегральную оценку эколого-технического состояния водного объекта (отдельного участка) и всей водной части техноэкосистемы.

Заключение

Разработанный стандарт СОУ НАЭК 178:2019 [7] является первым в Украине стандартом, учитывающим принципы европейских подходов в природоохранной деятельности на предприятиях, в частности на объектах атомной энергетики. Практически полностью он может быть применен и для объектов тепловой энергетики. С определенными корректировками принципы оценки экологического состояния (экологического потенциала) могут быть использованы и в экологическом мониторинге объектов гидроэнергетики.

Особенностью мониторинга, согласно требованиям стандарта, является комплексность общей его направленности: выявление как возможных или реальных негативных воздействий техноэкосистемы АЭС на окружающую среду и фоновые гидроекосистемы, так и выявление обратного влияния гидробиологических факторов на надежность работы оборудования систем охлаждения и техводоснабжения.

Комплексность подхода определяется также и тем, что в мониторинге в той или иной мере должны быть задействованы все подразделения и службы АЭС, имеющие отношение к водопользованию. В стандарте заложен также и принцип совершенствования, оптимизации мониторинга, в частности в процессе развернутого мониторинга уточняются те или иные показатели и при необходимости могут вводиться новые.

Список использованной литературы

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» від 19.09.2018 № 758 // Офіційний вісник України. — 2018. — № 76. — С. 84. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-p>.
2. Узунов Й. И. Концепция экосистемных услуг в приложении к водным техноэкосистемам / Й. И. Узунов, А. А. Протасов // Гидробиол. журн. — 2018. — Т. 54. — № 5. — С. 3–19.
3. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: Основні терміни та їх визначення / пер. з англ. В. Лозанського. — Київ, 2006. — 240 с.
4. Жукинський В. М. Використання методів гідроекологічних досліджень при комплексній оцінці стану поверхневих вод / В. М. Жукинський // Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан та ін. — Київ : ЛОГОС, 2006. — С. 376–400.
5. Романенко В. Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукінський, О. П. Оксіюк та ін. — Київ : Символ-Т, 1998. — 28 с.
6. Оксіюк О. П. Екологічні нормативи якості води для Шацьких озер / О. П. Оксіюк // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35. — № 5. — С. 74–86.
7. СОУ НАЕК 178:2019. Охорона довкілля. Порядок розробки регламенту гідробіологічного моніторингу водойми-охолоджувача, систем охолодження і системи технічного водопостачання АЕС з реакторами типу ВВЕР. Методичні вказівки / ДП НАЕК «Енергоатом». — Київ, 2019. — 75 с.
8. Протасов А. А. Некоторые пути применения и оптимизации подходов Водной Рамочной Директивы ЕС в связи с оценками экологического состояния техноэкосистем // Гидробиол. журн. — 2017. — Т. 53. — № 5. — С. 56–73.
9. Пат. 128455 UA, МПК G01N33/18 (2006.01). Спосіб оцінки екологічного стану (потенціалу) значно змінених та штучних водних об'єктів, водних техноекосистем на основі порівняння з комплексом екологічно та технічно прийнятних умов / О. О. Протасов; власник патенту Інститут гідробіології НАН України. — № u201711039; заявл. 13.11.17; опубл. 25.09.18., Бюл. № 18. — 9 с.
10. Техно-екосистема АЭС. Гидробиологии, абиотические факторы, экологические оценки / Под ред. А. А. Протасова. — Киев, 2011. — 234 с.
11. Afanasyev S. O. Problems and Progress of Investigations

of Hydroecosystems' Ecological State in View of Implementation of EU Environmental Directives in Ukraine / S. O. Afanasyev // *Hydrobiol. J.* — 2019. — Vol. 55. — No. 2. — P. 3–17.

12. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy / The European Parliament and the Council of the European Union // *Official Journal of the European Communities.* — L. 327. — P. 1–73. — Available at: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF.

О. О. Протасов¹, О. А. Немцов², О. М. Масько³

¹Інститут гідробіології НАН України, просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

²ДП «Національна енергогенеруюча компанія “Енергоатом”», вул. Назарівська, 3, Київ, 01032, Україна

³ДП «Державний науково-інженерний центр систем контролю та аварійного реагування», просп. Героїв Сталінграда, 64/56, Київ, 04213, Україна

Застосування європейських принципів природоохоронної діяльності в стандарті гідробіологічного моніторингу водних техноекосистем АЕС ДП «НАЕК “Енергоатом”»

Розглянуто питання імплементації принципів і директивних документів Європейського союзу (ЄС) у галузі водного господарства, охорони та оцінки якості водного середовища в аспекті застосування Водної рамкової директиви ЄС для організації гідробіологічного моніторингу систем охолодження і технічного водопостачання АЕС України. Викладено основні принципи та положення актуалізованого стандарту ДП «Національна атомна енергогенеруюча компанія “Енергоатом”» у галузі охорони навколишнього середовища СОУ НАЕК 178:2019 «Порядок розробки регламенту гідробіологічного моніторингу водойми-охолоджувача, систем охолодження і системи технічного водопостачання АЕС з реакторами типу ВВЕР».

Ключові слова: атомна електростанція, водойма-охолоджувач, гідробіологічний моніторинг, регламент, стандарт підприємства, техноекосистема.

O. O. Protasov¹, O. A. Nemtsov², O. M. Masko³

¹*Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, 12, Heroiv Stalinhradu av., Kyiv, 04210, Ukraine*

²*SE “National Nuclear Power Generation Company ‘Energoatom’”, 3, Nazarivska st., Kyiv, 01032, Ukraine*

³*SE “State Scientific Engineering Center of Control System and Emergency Response”, 64/56, Heroiv Stalinhradu av., Kyiv, 04213, Ukraine*

Application of European Principles of Environmental Protection Activities in the Standard of Hydrobiological Monitoring of Water Techno-Ecosystem NPP SE “NNEGC ‘Energoatom’”

The article deals with the implementation of the principles and guidelines of the EU in the field of water management, protection and assessment of the aquatic environment quality in aspect of applying the EU Water Framework Directive 2000/60, and for organization of hydrobiological monitoring of cooling systems and technical water supply of Ukrainian nuclear power plants (NPPs).

Currently, Ukraine has adopted new state documents that regulate the procedure for conducting the state water monitoring. However, as in the Water Framework Directive, the documents focus on the monitoring of natural water bodies (rivers and lakes).

The cooling ponds of Ukrainian NPPs are artificial water bodies, and have each unique operating mode and design features. They are located in different climatic zones. Therefore, environmental and hydrobiological monitoring should be carried out taking into account these features. The existing principles of surface water monitoring do not take into account the need to control both the influence of anthropogenic factors on the environment, and also the reverse influence of biotic factors on the reliability of operation of NPP technical systems. The Water Framework Directive suggests for assessments to use a comparative analysis of ecosystems of artificial water bodies with “similar” or close to them in nature. However, for cooling ponds there are no analogues in nature, therefore, it is necessary to search the adequate approaches to assess the ecological state (ecological potential) of these water bodies. And in a broader aspect, an assessment of the whole water techno-ecosystem is necessary.

The article outlines the basic principles and provisions of the new standard of SE “NNEGC ‘Energoatom’” in the field of environmental protection SOU NAЕК

178:2019 “Procedure of hydrobiological monitoring developing for a cooling ponds, cooling systems and water supply system of NPPs with VVER-type reactors”. When creating the Standard, the developers took into account the necessity of using hydrobiological indicators in monitoring and assessment, as required by the Water Framework Directive. On the other hand, this document takes into account the peculiarities of nuclear techno-ecosystems of NPPs. Hydrobiological monitoring of NPP techno-ecosystems is aimed two main tasks: to identify probable and real causes of biological disturbances in the operation of NPP water supply systems and as well as to identify the factors which lead to negative impact of technical ecosystems on the surrounding hydro ecosystems due to non-radiation exposure.

Keywords: nuclear power plant, cooling pond, hydrobiological monitoring, procedure, standard of enterprise, techno-ecosystem.

References

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On Approval of the Procedure for the Implementation of State Water Monitoring” dated 19.09.2018 no. 758. *Ofitsiyni visnyk Ukrainy* [Official Bulletin of Ukraine], no. 76, p. 84. (in Ukr.)
2. Uzunov Y. I., Protasov A. A. (2018). Kontseptsiya ekosistemnykh uslug v prilozhenii k vodnym tekhnosistemam [Concept of Ecosystem Services in the Application in Aquatic Ecosystems]. *Hidrobiolohichnyi zhurnal* [Hydrobiological Journal], vol. 54, no. 5, pp. 3–19. (in Russ.)
3. Vodna ramkova dyrektyva JeS2000/60/ES: Osnovni terminy ta jikh vyznachennja [EU Water Framework Directive 2000/60/EC Definitions of Main Terms]. Translated by V. Lozanskyi. Kyiv, 2006, 240 p. (in Ukr.)
4. Zhukynskyi V. M. (2006). *Vykorystannja metodiv hidroekolohichnykh doslidzhen pry kompleksnii ocinci stanu poverkhnevyykh vod* [Use of methods of hydroecological research in the complex assessment of the state of surface water]. In: Arsan O. M., Davydov O. A., Shcherbak V. I. *Metody ghydroekolohichnykh doslidzhenj poverkhnevyykh vod*. Kyiv: LOGOS, pp. 376–400. (in Ukr.)
5. Romanenko V. D., Zhukynskyi V. M., Oksiyuk O. P., Yatsyk A. V., Cherniavska A. P. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymi katehoriiami* [Methodology of ecological assessment of surface water quality by appropriate categories]. Kyiv: Symvol-T, 28 p. (in Ukr.)
6. Oksiyuk O. P. (1999). Ekologicheskie normativy kachestva vody dlya Shatskikh ozer [Ecological standards of water quality for the Shatsky Lakes]. *Hidrobiolohichnyi zhurnal* [Hydrobiological Journal], vol. 35, no. 5, pp. 74–86. (in Russ.)
7. SOU NAEK 178:2019. *Environment protection. Procedure for the development of the rules of hydrobiological monitoring of the reservoir-cooler, cooling systems and the system of technical water supply of the NPP with VVER type reactors. Methodical instructions*. Kyiv, SE “NNEGC ‘Energoatom’”, 2019, 75 p. (in Ukr.)
8. Protasov O. O. (2017). *Nekotorye puti primeneniya i optimizatsii podkhodov Vodnoy Ramochnoy Direktivy YeS v svyazi s otsenkami ekologicheskogo sostoyaniya tekhnosistem* [Some ways of applying and optimizing the approaches of the EU Water Framework Directive in connection with assessments of the ecological state of techno-ecosystems]. *Hidrobiolohichnyi zhurnal* [Hydrobiological Journal], vol. 53, no. 5, pp. 56–73. (in Russ.)
9. Protasov O. O. (2017). *Sposib otsinky ekolohichnoho stanu (potentsialu) znachno zminenykh ta shtuchnykh vodnykh ob'ektiv, vodnykh tekhnosistem na osnovi porivniania z kompleksom ekolohichno ta tekhnichno pryiniatnykh umov* [Method of assessing the ecological status (potential) of significantly changed and artificial water objects, water technosystems on the basis of comparison with a complex of ecologically and technically acceptable conditions]. Patent UA, no. 128455, u201711039, 9 p. (in Ukr.)
10. Protasov O. O. (ed.) (2011). *Tekhno-ekosistema AES. Gidrobiologii, abioticheskie faktory, ekologicheskie otsenki* [Techno-ecosystem of NPP. Hydrobiology, abiotic factors, environmental assessments]. Kyiv, 234 p. (in Russ.)
11. Afanasyev S. O. (2019). Problems and Progress of Investigations of Hydroecosystems’ Ecological State in View of Implementation of EU Environmental Directives in Ukraine. *Hidrobiolohichnyi zhurnal* [Hydrobiological Journal], vol. 55, no. 2, pp. 3–17.
12. The European Parliament and the Council of the European Union (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, L. 327, pp. 1–73.

Надійшла 03.05.2019

Received 03.05.2019