

УДК [581.52 (582.571.41:581.574.2)(285.33)]

С. А. Афанасьев, А. Л. Савицкий

НАХОДКА ПИСТИИ ТЕЛОРЕЗОВИДНОЙ *PISTIA STRATIOIDES* В КАНЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ОЦЕНКА РИСКА ЕЕ НАТУРАЛИЗАЦИИ

В статье сообщается о появлении тропического сосудистого растения пистии телорезовидной *Pistia stratioides* L. в Каневском водохранилище. Обсуждаются особенности его распространения и оценка вероятности натурализации.

Ключевые слова: *Pistia stratioides*, водные макрофиты, экология, виды-вселенцы, водохранилища Днепровского каскада, экологические риски, натурализация.

В настоящее время распространение видов за пределы первоначальных ареалов носит глобальный характер, а их натурализация в новых экосистемах и дальнейшее распространение могут вызывать необратимые экологические эффекты, нежелательные экономические и социальные последствия. Усиление антропогенного воздействия на гидроэкосистемы наряду с изменениями климата во многих случаях приводит к существенным перестройкам состава гидробионтов, вплоть до полного исчезновения ряда аборигенных и массового развития адвентивных видов [13].

Сосудистое растение пистия телорезовидная (пистия слоистая, водяной паук) *Pistia stratioides* L. относится к монотипному роду семейства Ароидные (Araceae), происходит из тропической Африки, активно расширяет свой ареал по всему миру за пределы тропической зоны [1, 3, 4, 6, 11, 13—17, 20—24]. Латинская синонимика растения достаточно обширна, в литературе встречаются названия *Apiospermum obcordatum* (Schleid.) Klotzsch, *Limnonesis commutata* (Schleid.) Klotzsch, *L. friedrichsthaliana* Klotzsch, *Pistia aegyptiaca* Schleid., *P. aethiopica* Fenzl ex Klotzsch, *P. africana* C. Presl и др. [16]

Пистия часто попадает в природные водоемы по причине широкого использования в аквариумистике и ландшафтном дизайне. Анализ литературы и интернет ресурсов показал, что пистию нередко обнаруживали в природных и искусственных водоемах Украины, например прудах Киева и Запорожья, в р. Уде в пределах Харькова [12]. Логично предположить, что этот список далеко не полный. Наиболее резонансным событием последних лет была вспышка развития пистии на р. Северский Донец в пределах Харьковской области в июле и августе 2013 г. Растение покрыло всю поверхность

© С. А. Афанасьев, А. Л. Савицкий, 2016

водного зеркала русла на отрезке около 40 км, вызвав экологическую катастрофу [6].

Целью этой работы было проанализировать находки пистии в акватории Каневского водохранилища, установить особенности ее распределения и оценить вероятность натурализации.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в акватории Каневского водохранилища. Подсчитывали растения, находящиеся непосредственно в воде и выброшенные на берег. Оценивали количество и размер отдельных розеток, длину корней, наличие цветов и отростков [9].

Вероятность натурализации определяли с использованием предварительной количественной оценки риска — процедуры ориентировочной и не требующей высокой точности, что позволяет использовать приближенные методы оценивания. Исходя из специфики методов сбора полевой информации, в частности больших временных перерывов и невозможности мониторинга всей акватории водохранилища, большинство стандартных математико-статистических методов оценивания вероятности (в частности, по частоте события и по функции распределения) непригодны. В данном случае было использовано сочетание двух методов ориентировочной количественной оценки риска: по вариации значений индикатора риска и экспертного оценивания. Риск натурализации рассчитывали как функцию распределения особей в пространстве от «точки расселения» отдельно для каждого временного интервала наблюдений, используя математический аппарат, изложенный в [2]. При этом в качестве критерия наступления натурализации (риск состоялся) использовали морфологические и экологические параметры растений и его популяций.

Результаты исследований и их обсуждение

Впервые в Каневском водохранилище пистия была нами зарегистрирована 10 октября 2005 г. ниже устья р. Лыбеди на расстоянии 200—250 м от правого берега (рис. 1). В течение около двух часов наблюдался массовый сплав растений по течению. Ширина полосы составляла 30—50 м. Вначале интенсивность дрефта была невысокой — отмечались единичные розетки, затем появились группы, сомкнутые в относительно устойчивые скопления. Максимальная интенсивность дрефта составляла 10—30 розеток в минуту, средний диаметр розеток — 24 см.

В августе — сентябре 2008, 2010 и 2011 гг. отмечались единичные растения, выброшенные на песчаные пляжи в районе дачного массива Осокорки и Нижние Сады-2. Размер отдельных розеток колебался от 15 до 36 см. Максимальное количество — пять экземпляров на 100 м береговой линии было отмечено 23 августа 2011 г. Они достаточно равномерно распределялись на протяжении около двух километров, причем ни выше, ни ниже по течению скоплений пистии больше обнаружено не было.

В июне — августе 2013 г. неоднократно отмечали появление пистии как на поверхности воды, так и на берегу. Максимальная численность, как и в

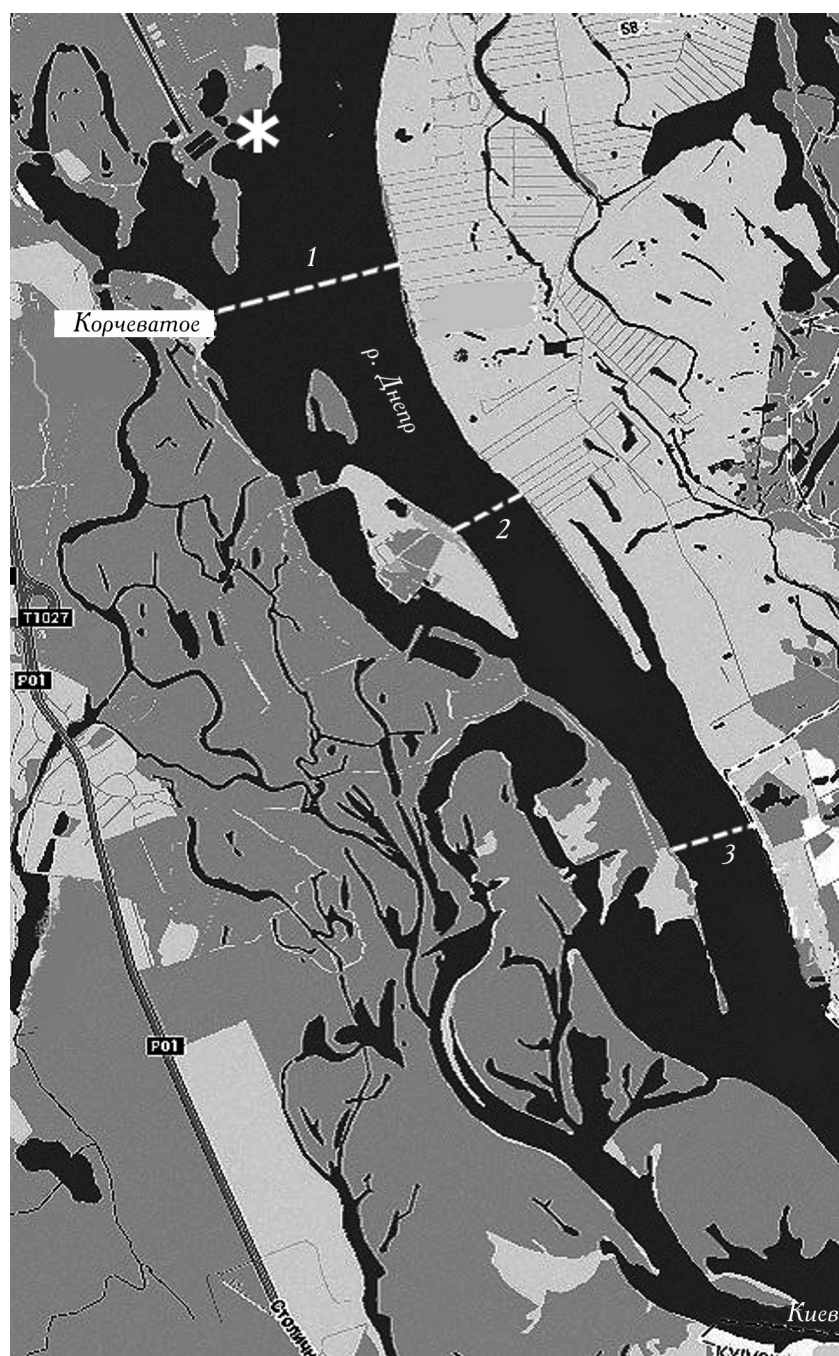
прошлые годы, была в районе Осокорков. Кроме того, единичные розетки были встречались также вдоль обращенной к фарватеру Днепра береговой линии островов Водников, Казачьего и Ольгинского и в Днепре в районе с. Стайки (см. рис. 1). Максимальная плотность отмечена 10 июня 2013 г. — одна розетка на три погонных метра береговой линии на протяжении около 1,5 км песчаного пляжа ниже причала «Высоковольтная». Размеры розеток — от 8 до 20 см (в среднем 12 см). Из всех осмотренных особей только две имели цветочные почки. В целом все растения (кроме незначительного количества деформированных прибоем) были в нормальном состоянии. Мониторинг береговой линии водохранилища в контрольных участках летом — осенью 2014 и 2015 гг. показал отсутствие этого вида.

Следует отметить, что максимальное развитие пистии в акватории Каневского водохранилища приходилось на наиболее жаркий период. Так, в августе 2011 и 2013 гг. температура температуры воды в русле составляла $+27—+29^{\circ}\text{C}$, на мелководьях и в заливах — до $+30^{\circ}\text{C}$. В р. Северский Донец в момент максимального развития пистии в августе 2013 г. температура воды в русле достигала $+27—+29^{\circ}\text{C}$, в заливах и на мелководьях — до $+30^{\circ}\text{C}$, длина светового дня — 10—11 ч.

Заметное влияние на распределение растения по акватории оказывал ветер. При восточных ветрах скопления наблюдались на правом берегу водохранилища и кромке островов Водников, Казачьего и Ольгинского, обращенных к фарватеру. При ветрах западного направления — на левом берегу. Анализ гидрологических особенностей русловой части водохранилища между Южным мостом и о. Ольгинским и господствующего направления ветра в период и на участках максимального распространения пистии позволяет предположить, что вероятный источник поступления растений находится между устьем р. Лыбеди и зал. Галерным. Исследования, проведенные в акватории заливов Галерного и Подкова в сентябре 2014 г. показали, что в поясе растительности с плавающими на поверхности листьями (нимфеи, водяной орех) встречались ее единичные розетки и скопления. Вышеизложенное дает основание считать этот участок «точкой расселения» пистии в Каневском водохранилище.

Оценка риска инвазий чужеродных видов в ту или иную экосистему состоит из оценки трех разных типов рисков. Первый тип — «риск внедрения», то есть вероятность появления чужеродного вида в экосистеме (в простейшем случае он может быть рассчитан с помощью данных о тенденциях распространения вида за пределами природного ареала). Любая находка вида в исследуемой экосистеме указывает на то, что данный риск состоялся. Второй тип рисков — риск натурализации и третий — риск влияния на экосистему. В нашем случае первый тип риска для бассейна Днепра и Северского Донца уже состоялся, для других речных бассейнов его можно оценить как «крайне высокий». Третий тип рисков следует рассчитывать в случае, если вероятность натурализации будет доказана на уровне «предварительной количественной оценки экологических рисков» [2].

Прежде чем провести предварительную количественную оценку риска натурализации необходима проверочная оценка. На этом уровне необходимо решение вопросов, перечень которых приведен в таблице.



1. Карта-схема Киевского участка Каневского водохранилища и расположения створов контроля за распространением пистии телорезовидной. * — место первой находки и вероятного расселения; 1, 2, 3 — контрольные створы.

Вопросы, рассматриваемые на уровне проверочной оценки риска

Коды	Рассматриваемые вопросы
	Характеристика рецепторов и индикаторов риска
I-P1	Установить оптимальные климатические и другие условия размножения вида
I-P2	Установить биотопические предпочтения обитания вида
I-P3	Дать характеристику экосистемы-реципиента
I-P4	Дать характеристику климатических условий
I-P5	Установить возможные участки с оптимальными климатическими и биотопическими характеристиками
I-P6	Выбрать индикаторы риска

Рассмотрим далее решение этих вопросов.

I-P1. Оптимальные условия для размножения вида при искусственном культивировании предполагают световой день длительностью 10—12 ч, рН 6,5—7,2, умеренную жесткость воды (5—20 КН). Наиболее подходящий для развития диапазон температуры 22—25°C. Ее понижение до 15°C приводит к задержке роста, а охлаждение ниже нуля вызывает гибель растений, однако семена могут выдерживать кратковременное замораживание [18, 19].

В природных условиях пистия более устойчива к понижению температуры. Прорастает после небольшого периода покоя (несколько недель) при температуре +20°C и хорошей освещенности. Продолжительность светового дня желательна не менее 12 ч. Важны также высокая влажность воздуха и тепло [16].

I-P2. В природных условиях пистия предпочитает небольшие стоячие или малопроточные водоемы [17].

I-P3. Каневское водохранилище разделяют на два участка — речной (верхний), длиной около 45 км, и озерный (нижний), длиной около 80 км [7, 8]. Речной участок включает в себя значительную придаточную сеть, которая влияет на его гидробиологический режим. На озерном значительную гидроэкологическую функцию выполняют мелководья [10].

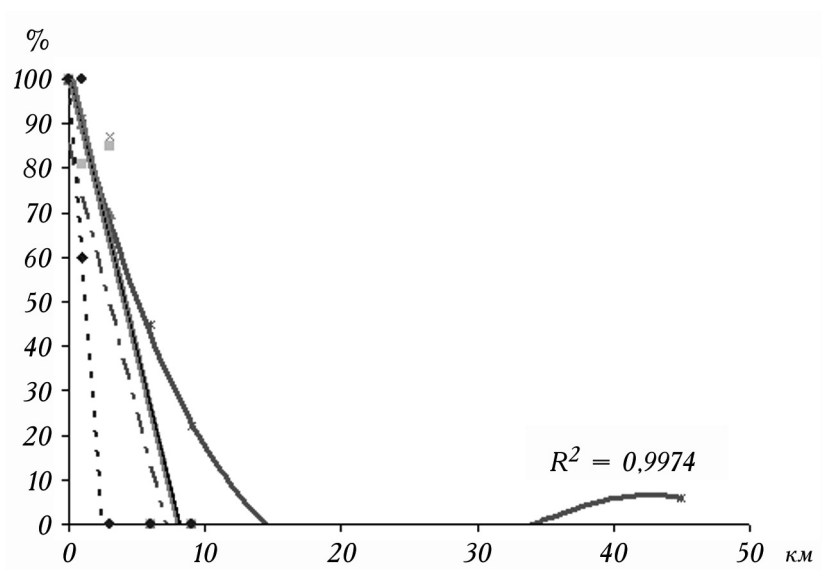
I-P4. Существование Каневского водохранилища приходится на период вторичного потепления в Северном полушарии, продолжающегося со середины 70-х годов прошлого столетия [18]. Безусловно, это отразилось на термическом режиме водоемов. Анализ температурных трендов в регионе за 35 лет демонстрирует стойкое повышение температуры воды на обоих участках. При этом отмечены циклы ее спада и возрастания с периодичностью около пяти лет. За время существования водохранилища среднегодовая температура воды на речном участке выросла в среднем на 1,8—2,0°C, на озерном — на 1,5—1,7°C. За период с 1999 по 2011 гг. превышение температур-

ной нормы отмечалось почти ежегодно. Зима 2013/14 гг. была достаточно теплой. По данным международного сервера погоды Гисметео в декабре 2013 г. на территориях, отмеченных нами, как места произрастания пистии, было лишь восемь морозных дней со средней температурой $-3,25^{\circ}\text{C}$ и 13 — с положительной температурой воздуха, средняя составляла $+2,71^{\circ}\text{C}$. При этом минимальная дневная температура достигала -8°C , а максимальная — $+5^{\circ}\text{C}$. В январе 2014 г. было 18 морозных дней со средней температурой $-8,5^{\circ}\text{C}$ и 12 с положительной дневной температурой (средняя $+3,35^{\circ}\text{C}$). Минимальная дневная температура достигала -16°C , максимальная — $+7^{\circ}\text{C}$. В феврале 2014 г. было шесть дней со средней дневной температурой $-6,25^{\circ}\text{C}$ и 21 день с положительной (в среднем $+3,31^{\circ}\text{C}$). При этом минимальное значение составило -10°C , а максимальное — $+10^{\circ}\text{C}$. Максимальное количество снежных дней было в январе, практически все водоемы системы Днепра были скованы ледяным покровом. В феврале лед практически сошел и оставался некоторое время лишь в мелких заливах и старицах. На современном этапе весеннее прогревание начинается раньше, а осеннее охлаждение — позже [5, 10]. В связи с этим при наступлении летнего светового режима (10—12 ч светового дня) в водохранилище создается вполне благоприятный температурный режим для массового размножения пистии. Следует также учесть, что в устьевой части р. Лыбеди даже в суровые зимы сохраняется незамерзающая полынья за счёт поступления в реку слабопрогретых вод с промстоками г. Киева и тепловой электростанции ТЭЦ-5, что создаёт предпосылки для возможной зимовки семян. Подобные условия могут создаваться и в месте поступления подогретых вод Трипольской ГРЭС, расположенной ниже по течению.

I-P5. По климатическим характеристикам практически вся акватория Каневского водохранилища находится в равных условиях. Исходя из экологических особенностей развития пистии, предпочитающей небольшие стоячие или малопроточные водоемы, ее наибольшее обилие следует ожидать не в озерной части водохранилища, а скорее в придаточной системе и многочисленных протоках и заливах, в том числе приуроченных к островам на изученном участке (Ольгинскому, Казачьему и Водников).

I-P6. В качестве индикаторов риска нами выбраны: 1) относительное к точке расселения количество розеток пистии на разноудаленных створах, 2) увеличение численности растения в пределах биотопов с наиболее приближенными к оптимальным условиями и 3) вариации значений размеров розеток, наличие соцветий и/или семян.

В качестве рабочей гипотезы принято, что риск натурализации состоялся в том случае, если распределение растений в пространстве не зависит от расстояния до точки расселения. На рис. 2 видно, что во время наших наблюдений количество растений с удалением от нее заметно убывает. Это свидетельствует о том, что на уровне проверочной оценки вероятность натурализации по этому индикатору равна нулю. Появление растения на расстоянии около 40 км от точки расселения обусловлено, вероятно, наличием еще одной точки попадания вида в акваторию Каневского водохранилища. Интересно, что эта точка находится в непосредственной близости от места сброса подогретых вод Трипольской ТЭС, что может указывать на наличие



2. Тренды распределения относительного количества розеток пистии в разные годы на разноудаленных участках (за 100% принято количество розеток в точке расселения).

риска по второму индикатору, однако анализ распределения растений по акватории и отсутствие пистии в заливах и малопроточных рукавах придаточной системы и возле островов указывают на отсутствие риска по этому индикатору. Также крайне незначителен риск натурализации растения и по третьему индикатору. Несмотря на отсутствие заметных отличий в размерах розеток относительно характерных для вида в природных условиях, наличие соцветий отмечено только у двух из более чем 500 обследованных растений.

Заключение

Таким образом, пистия телорезовидная периодически попадает в акваторию Каневского водохранилища, где может обитать и развиваться на протяжении вегетационного сезона вплоть до глубокой осени, особенно в районах сброса подогретых вод с ТЭЦ-5 и Трипольской ГРЭС.

На уровне проверочной оценки можно констатировать весьма низкую вероятность натурализации этого вида в Каневском водохранилище и создания ним угрожающих ситуаций, подобных экологической катастрофе на Северском Донце [6].

Несмотря на неподтвержденный риск натурализации пистии в условиях Каневского водохранилища, полностью исключить возможность его развития и расселения в пойменных водоемах и разветвленной придаточной системе среднего течения Днепра и его водохранилищ нельзя. По этой причине для получения полного контроля над ее популяцией в масштабах страны требуются дополнительные исследования, направленные на поиск новых мест произрастания, изучение эко-

логических условий ее развития, поиск причин массового развития, а также систематизации полученных данных.

**

*В статті повідомляється про появу тропічної судинної рослини пістії тілорезовидної *Pistia stratioides* L. у Канівському водосховищі, особливості її розподілу і оцінку вірогідності натуралізації у басейні Дніпра.*

**

*Article is an information report on new finding of tropical species of the aquatic vascular plant *Pistia stratioides* L. in the Kaniv reservoir (Dnieper River). Occurrence of plant specimens, their distribution and probability of its naturalization in the basin of the Dnieper River are considered.*

**

1. Афанасьев В.Е. Адвентивная флора Астраханской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Саратов, 2008. — 22 с.
2. Афанасьев С.А., Грозинский М.Д. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты. — Киев: АйБи, 2004. — 59 с.
3. Бармин А.Н., Кузьмина Е.Г. *Pistia stratioides* L. (Araceae) в водоемах г. Астрахани // Материалы III конф. «Водная растительность внутренних водоемов и качество их вод». — Петрозаводск, 1993. — С. 25—26.
4. Бочкин В.Д., Сухоруков А.П., Шовкун М.М., Алексеев Ю.Е. Дополнения к адвентивной флоре Московской обл. // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1999. — Т. 104, вып. 2. — С. 52—55.
5. Вандюк Н.С. Термический режим Каневского водохранилища как один из важных абиотических факторов функционирования его экосистемы // Гидробиол. журн. — 2013. — Т. 48, № 4. — С. 94—100.
6. Васенко А.Г., Старко Н.В., Верниченко-Цветков Д.Ю. и др. О появлении пистии телорезовидной (*Pistia stratioides*) в водных объектах Харьковской области // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Матеріали ІХ Міжнарод. наук.-практ. конф. Т. 1. — Харків: Райдер, 2012. Режим доступа: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XzmoX-FlK_AJ:www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/vasenko_starco_nov_bd_0.doc+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=ua.
7. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1989. — 216 с.
8. Дубняк С.С. Еколого-гідрологічне районування рівнинних водоймищ (на прикладі Канів-ського водоймища) // Другий з'їзд Гідроекологічного т-ва України: Тези доп. — Київ, 1997. — С. 201—202.
9. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. — Л.: Наука, 1981.— 187 с.
10. Мартазінова В.Ф., Иванова О.К. Сучасний клімат Київської області. — К.: Аверс, 2010. — 69 с.

11. *Международный* бюллетень по международным вопросам в области карантина растений. — 2013. — № 4. — Режим доступа: http://vniikr.ru/files/mezhdunarodnoe_sotrudnichestvo/p_ibmv0413.pdf.
12. *Плантариум* — атлас видов и иллюстрированный определитель растений. Режим доступа: <http://www.plantarium.ru>.
13. *Соловьева В.В.* Флористические находки и редкие явления биоэкологии гидрофитов в прудах г. Самары // Фиторазнообразие Восточной Европы. — 2006. — № 2. — С. 174—180.
14. *Чужорідні види флори України: роки і автори.* — Київ: Фітосоціоцентр, 2013. — Вип. 1. — 68 с.
15. *Шанцер И.А., Швецов А.Н., Иванов М.В.* О расселении *Eichhornia crassipes* и *Pistia stratioides* в водоемах Москвы и Московской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 2003. — Т. 108, вып. 5. — С. 85—87.
16. *Шоякубов Р. Ш.* Биология пистии телорезовидной и возможности ее практического использования: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — Ташкент, 1993. — 32 с.
17. *Щербатов А.В., Майоров С.Р.* Водные адвентивные растения Московского региона // Вестн. Удмурт. ун-та. Биология. Науки о земле. — 2013. — Вып. 2. — С. 57—61.
18. *Dray, F.A. Center, T.D.* Biocontrol of water lettuce (*Pistia stratioides*) // Proc. 27th Annual meeting, Aquatic plant research program, 1992. Miscellaneous Paper A-93-2. — Vickburg, 1993. — P. 118—123.
19. *Dray F.A. Center, T.D.* Water lettuce // Biological control of invasive plants in the eastern United States. — 2002. — P. 65—78.
20. *Carpenter S.R., Cole J.J., Pace M.L. et al.* Early warning signs of regime shifts: A whole-ecosystem experiment // Science. — 2011. — Vol. 332. — P. 1079—1082.
21. *Dewald, L.B., Lounibos, L.P.* Seasonal growth of *Pistia stratiotes* L. in South Florida // Aquat. Botany. — 1990. — Vol. 36, Iss. 3. — P. 263—275.
22. *Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P. et al.* Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental panel on climate change. — Cambridge: University Press. 2007. — 976 p.
23. *Richardson K., Steffen W., Schellnhuber H.J. et al.* Synthesis report. Climate change: global risks, challenges and decisions. United Nations Framework Convention on climate change. — Copenhagen, 2009. — 344 p.
24. *Šajna N., Haler M., Škornik S., Kaligarič M.* Survival and expansion of *Pistia stratiotes* L. in a thermal stream in Slovenia // Aquat. Botany. — 2007. — Vol. 87, Iss. 1. — P. 75—79.