

УДК [592:57.012] (282.247.324)

С. А. Афанасьев, Е. Е. Филипова, Е. Н. Летицкая

**СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ЗООСТОКА В УСТЬЕВОМ
УЧАСТКЕ РЕКИ ДЕСНЫ**

Представлены данные о динамике зоостока устьевого участка р. Десны в межженный период. На фоне изменения скорости течения, обусловленной работой Киевской ГЭС, рассматриваются таксономический состав, количественные и поведенческие характеристики сносимых течением водных животных. Проанализированы различия в стратегии пассивных и активных миграций планктонных и донных беспозвоночных.

Ключевые слова: зоосток, зоопланктон, дрейф беспозвоночных, скорость течения, устьевой участок, р. Десна.

В речных системах происходит непрерывное перемещение беспозвоночных и молоди рыб вниз по течению, что является природной особенностью всех водотоков. Этот процесс необходимо рассматривать как приспособление к наиболее эффективному использованию жизненного пространства и условий среды обитания для обеспечения изменяющихся потребностей на разных стадиях жизненного цикла [1, 17, 18]. Именно за счет дрейфа происходит восстановление структуры бентосных сообществ в реках после разрушительных воздействий хозяйственной деятельности в руслах [32]. Данные по дрейфу существенно дополняют сведения о видовом составе беспозвоночных и могут быть использованы при оценке экологического состояния рек [31]. Сегодня существует значительное количество информации относительно дрейфа беспозвоночных в водотоках разного типа [2, 4—8, 10, 11, 13—15, 17, 18, 24, 26, 28, 30, 32], однако работ, которые охватывают изучение перемещения одновременно зоопланктонных и донных беспозвоночных равнинных рек до этого времени практически не проводили. Важное значение для правильного понимания биологических процессов и закономерностей, происходящих в равнинной речной системе, имеют данные относительно биостока в целом и зоостока в частности.

Характеристики течения (скорость, турбулентность, направленность к поверхности или в глубину, стабильность), которые, собственно, и обеспечивают процесс биостока, закономерно изменяются по руслу реки и определяют как гидродинамические и морфологические характеристики речной системы, так и структуру биотических сообществ [32]. Особенности гидрологического режима устьевых участков равнинных рек зависят от их при-

© С. А. Афанасьев, Е. Е. Филипова, Е. Н. Летицкая, 2018

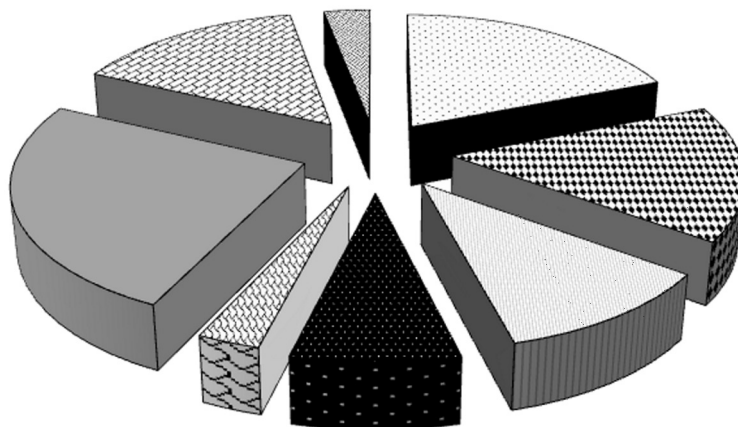
родного режима и условий водного объекта, в который впадает река. Гидродинамические характеристики здесь резко изменяются, создаются новые условия для пассивно или активно перемещающихся с течением организмов. Значительную роль в процессах перемещения беспозвоночных вдоль русла играют и другие факторы среды, в частности время суток, наличие взвешенных наносов, освещенность [25].

Целью работы было изучение суточной динамики зоостока устьевой области р. Десны в меженный период. Река имеет сложный гидрологический режим, обусловленный как ее природным характером, так и непосредственным влиянием режима работы Каневского и Киевского гидроузлов, регулирующих сток р. Днепр.

Материал и методика исследований. Исследования зоостока проводили летом (июль 2015 г.) в устьевом участке р. Десны, характеризующимся значительными колебаниями уровня воды и резкими изменениями скорости течения, обусловленными периодическим подпором вод, вызванным ежедневными попусками Киевской ГЭС и постоянным подпором Каневской ГЭС. Вследствие этого происходит изменения скорости течения в нижнем 20-км участке, вплоть до появления зон обратного течения и значительных суточных колебаний уровней воды (до 1,5 м) [9, 23].

Ширина русла реки на модельном участке реки составляла 208—210 м, глубина в точке постановки дрейфовых ловушек и отбора проб — 1,2 м. Координаты места отбора проб — N 50°36'029", E 030°38'05,6". Береговая структура исследуемого участка реки в природных очертаниях с пологим левым и крутым подмываемым правым. В прибрежной зоне отсутствовали высшие водные растения, развитие которых ограничивает выраженные колебания уровня вод. Преобладающий тип субстрата — слабо заиленный песок. В период исследования температура воды в течение суток изменялась в пределах 23,2—24,3°C, скорость течения — от 0,01 (в 23.00) до 0,32 м/с (в 20.00).

Пробы зоостока отбирали с помощью специально сконструированных дрейфовых ловушек каркасного типа с входным отверстием 10×20 см и фильтрующим конусом из мельничного газа (размер ячеей придонной ловушки — 33 мкм, средней и поверхностной — 64 мкм) длиной 50 см каждая. Конструкция состояла из трех ловушек, которые размещали друг над другом таким образом, чтобы их суммарная высота охватывала всю толщу водного потока. Отборы проводили каждые два часа на протяжении суток, в сумеречное время (с 20.00 до 21.00 и 6.00 до 7.00) — каждый час. Экспозиция составляла 15 мин [4, 10, 30]. Во время каждого отбора измеряли скорость течения на входе в ловушки с помощью микрокомпьютерного расходомера-скоростемера МКРС. Всего было отобрано 48 проб зоостока. Отобранный материал фиксировали и обрабатывали согласно общепринятым в гидробиологии методикам [4, 20]. Проводили осмотр содержимого всей пробы для учета крупных беспозвоночных и молоди рыб. Видовой состав определяли с помощью определителей [12, 16, 19, 21, 22, 27, 29]. Интенсивность зоостока с учетом суммарного количества организмов в пробе и реального объема воды, прошедшего через ловушки, выражали в экз/м³. Статистическую



1. Представленность таксономических групп в зоопланкте устьевом участка р. Десны в летний период. 1 — Rotatoria; 2 — Copepoda; 3 — Trichoptera; 4 — Oligochaeta; 5 — Cladocera; 6 — Amphipoda; 7 — Chironomidae; 8 — другие.

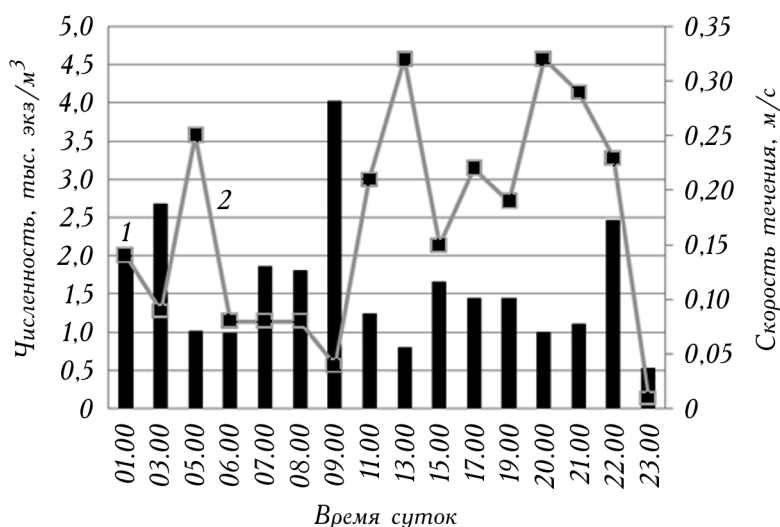
обработку данных проводили с помощью компьютерной программы AquaVi-oBase [3].

Результаты исследований и их обсуждение

В составе зоопланкта Десны был обнаружен 141 таксон (из них 102 определено до вида) беспозвоночных из следующих таксономических групп разного ранга: Hydra, Rotifera, Nematoda, Oligochaeta, Araneina, Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Amphipoda, Collembola, Ephemeroptera, Hemiptera, Trichoptera, Diptera, Chironomidae, Ceratopogonidae, Culicidae, Formicidae. Кроме того, в ряде проб присутствовали личинки карповых рыб.

Наибольшее количество видов включали Rotatoria и Chironomidae — соответственно 20 и 26 (19 и 25% общего количества видовых таксонов (рис. 1)).

Наиболее многочисленными в составе зоопланкта были представители групп Rotatoria и Cladocera, доли которых в среднем составляли соответственно 70 и 13%. Численность коловраток в течение суток колебалась от 0,3 до 2,6 тыс. экз/м³, среди них доминировали *Brachionus calyciflorus* Pallas и *B. angularis* Gosse (соответственно 69 и 28% численности группы). Числен-



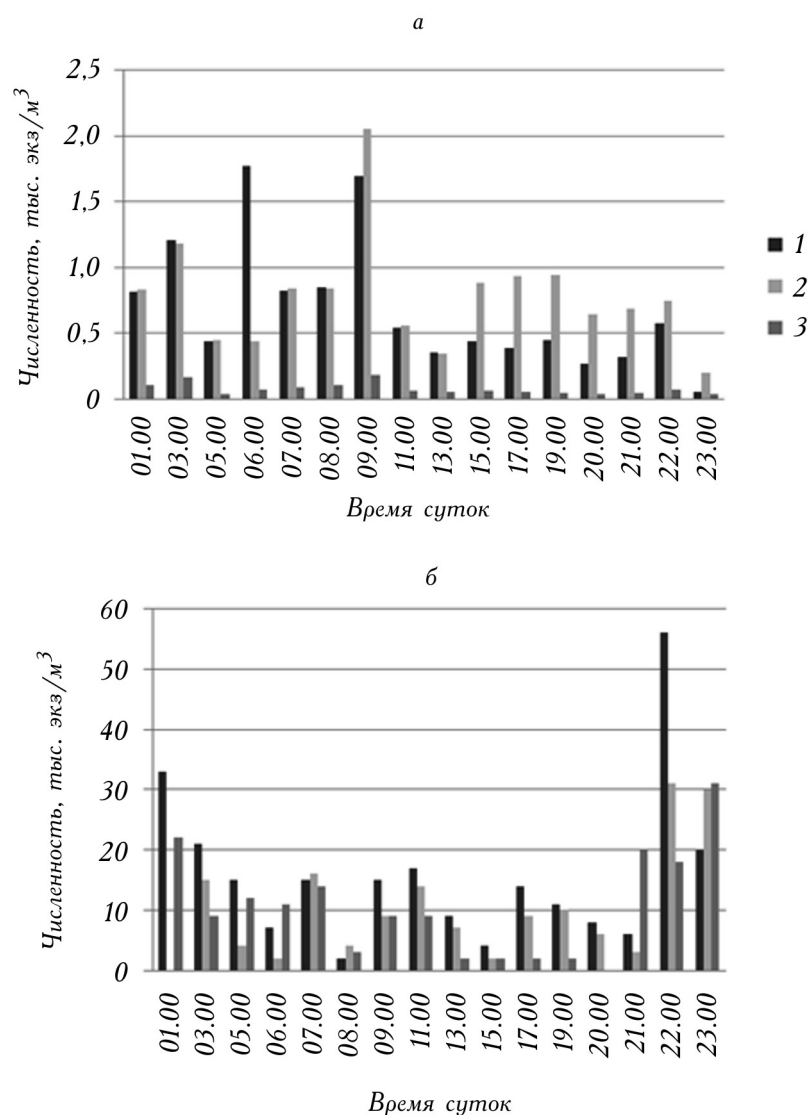
2. Суточные изменения скорости течения (1) и общей численности зоостока (2) устьевого участка р. Десны (звездочкой показаны время восхода и заката солнца).

ность ветвистоусых ракообразных колебалась от 0,8 до 1,5 тыс. экз/м³, доминировали *Moina micrura* Hellich, *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin) и *Bosmina longirostris* (O.F. Müller) (соответственно 43, 40 и 11%).

Среди донных макробеспозвоночных наибольшее количество особей относилось к Amphipoda и Chironomidae, особенно в ночное время (22.00—1.00). Ведущими видами среди амфипод были *Obesogammarus crassus* (G. O. Sars) и *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky) (соответственно 56 и 24%). Среди Chironomidae преобладали *Cladotanytarsus gr. mancus* Walker, *Polypedilum gr. breviantennatum* Tshernovskij и *Cricotopus gr. algarum* (Kieffer), на их долю приходилось соответственно 18, 11 и 10%. Наименее обильными группами зоостока оказались Hydra, Nematoda и Ostracoda (соответственно 0,3, 0,5 и 0,2% общей численности). Единичными экземплярами встречались представители групп Trichoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Diptera, Collembola и Araneida, обнаруженные в составе зоостока лишь в ночные часы (с 22.00 до 3.00). Из наземных беспозвоночных отмечены представители Formicidae.

Изменения количественных характеристик зоостока имели довольно сложный характер и зависели как от скорости течения, так и от времени суток. В светлое время и предрассветные часы численность колебалась от 0,8 до 4 тыс. экз/м³, при этом отмечена выраженная отрицательная корреляция со скоростью течения, которая на протяжении суток в изменялась пределах 0,04—0,32 м/с (рис. 2).

С наступлением вечерних сумерек и до полной темноты общая численность животных в зоостоке прямо коррелировала со скоростью течения. В период заката на фоне снижения скорости течения она возрастала до



3. Суточная вертикальная динамика общей численности планктонных (а) и донных беспозвоночных (б) в зоостоке устьевого участка р. Десны в летний период. 1, 2, 3 — соответственно верхний, средний и нижний горизонты водной толщи.

2,5 тыс. экз/м³ (см. рис. 2) за счет коловраток, ветвистоусых ракообразных, а также амфипод, олигохет и личинок хирономид. После 22.00, при снижении скорости до минимальных значений (0,01 м/с), количественные показатели зоостока были минимальными — 0,5 тыс. экз/м³.

При анализе распределения и временной динамики беспозвоночных по горизонтам в толще воды следует отметить некоторые различия количест-

венного и качественного состава зоостока для планктонных и бентосных организмов (далее планктосток и бентосток) (рис. 3).

Наибольшая численность планктостока была отмечена в верхнем и среднем горизонтах, в придонном слое количество зоопланктонов было на порядок меньше. Доминирующими видами в верхнем горизонте были *Brachionus calyciflorus* и *B. angularis*, доли которых составляли соответственно 50 и 21% общей численности, в среднем горизонте в состав субдоминантов входила также *Moina micrura*, а в придонном доминировал лишь *B. calyciflorus*. Общая динамика планктостока во временном аспекте была подобной для всех горизонтов водного потока (коэффициент Чекановского — Серенсена $kCHS = 0,82—0,90$) и в целом соответствовала общей динамике зоостока ($kCHS = 0,50—0,65$).

Динамика численности бентостока характеризовалась увеличением интенсивности в темное время суток и практически не зависела от скорости течения воды. В ранние сумерки наибольшая концентрация организмов была в нижнем горизонте — 100 экз/м³, а с наступлением темноты на фоне снижения скорости течения наибольшее количество бентосных беспозвоночных отмечалось в верхнем горизонте — 550 экз/м³ (в среднем и в нижнем — соответственно 300 и 190 экз/м³).

В составе бентостока поверхностного и среднего горизонта наиболее обильными были Chironomidae и Amphipoda (соответственно 11—37 и 10—19% общей численности). Доминировали в составе бентостока поверхностного горизонта *Cladotanytarsus* gr. *mancus* и *Obesogammarus crassus* (соответственно 11 и 10%), среднего — *O. crassus* (10%). В нижнем горизонте преобладали Amphipoda, Oligochaeta и Chironomidae (соответственно по 28, 32 и 10% общей численности), доминировал *O. crassus* (11%).

Подобие состава бентостока и зоопланктостока в различное время суток и на различном удалении от дна реки, рассчитанное по $kCHS$, колебалось от 0,38 до 0,50, что указывает на отличие динамика бентостока от динамики зоопланктостока и зоостока в целом.

Заключение

Анализ динамики зоостока устьевого участка р. Десны показал, что его таксономический состав весьма динамичен. Планктонные беспозвоночные находятся во всех горизонтах толщи воды в любое время. Состав бентостока на протяжении суток изменяется. В темное время, кроме постоянно присутствующих в толще воды олигохет и хирономид, в заметных количествах появлялись представители Collembola, Ephemeroptera и Amphipoda.

Количественные характеристики зоостока в целом определялись временной динамикой количественных показателей планктонных животных, максимум которых отмечался в толще воды в 9.00 часов. Максимальный пик дрейфовой активности донных беспозвоночных наблюдался в период с 22.00 до 3.00 часов.

При анализе количественных характеристик зоостока при разном скоростном режиме установлено, что на фоне увеличения скоростей течения в целом происходило уменьшение интенсивности зоостока. Общая численность прямо коррелировала со скоростью течения лишь в период вечерних сумерек. Именно на 23.00 приходилось снижение скоростей в устье р. Десны до минимальных значений (за счет сброса воды с Киевского гидроузла) и резкое возрастание интенсивности дрефта, причем для бентостока характерным является выраженное преобладание животных в верхнем горизонте. На первый взгляд данный факт может показаться противоречащим мнению о прямой связи скорости течения и интенсивности стока организмов. Однако если учесть, что в устье р. Десны скорость течения обусловлена режимом работы гидроузлов и слабо связана с природными факторами, то становится очевидным, что изменения скоростного режима практически не оказывали влияние на количество дрефтующих беспозвоночных, активно всплывающих в толще воды, подчиняясь в первую очередь суточным ритмам.

Таким образом, активные миграции характерны не только для бентосных, но и планктонных беспозвоночных, а суточная динамика летнего зоостока в устье р. Десны в большей степени определялась временем суток, чем периодически изменяющимся скоростям течения и характером водного потока, вызванными работой ГЭС.

**

Наведено результати добової динаміки зоостока гирлової ділянки р. Десни у період літньої межени. На фоні зміни швидкості течії, обумовленої роботою Київської ГЕС, розглядаються таксономічний склад, кількісні та поведінкові характеристики тварин, які зносяться течією. Проведено аналіз відмінностей у стратегії пасивних та активних міграцій планктонних і донних безхребетних.

**

The data of zoo-yield dynamics of the Desna River estuary over the low-water period are presented. The taxonomic composition, quantitative and behavioral characteristics of the current-carried animals depending on the changes of the flow velocities under the impact of the Kyiv HPP are considered. The differences in the strategy of passive and active migrations of planktonic and benthic invertebrates are analyzed.

**

1. Афанасьев С.А. Русловые процессы как фактор изменения структуры донных сообществ в горных реках // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія. — 2001. — № 3. — С. 25—26.
2. Астахов М.В. Дрифт беспозвоночных на предгорном участке реки Кедровая (Приморский край) в теплый период года // Биол. внутр. вод. — 2014. — Т. 7, № 1. — С. 52—59.
3. А.с. № 31662 МОН України. Комп'ютерна програма AquaBioBase / С. О. Афанасьев, О. Є. Усов, О. О. Пілевич; заявка 18.11.2009; реєстр. 18.10. 2010. — бюл. № 21.
4. Барышев И.А. Методики изучения дрефта гидробионтов в малых реках: обзор // Биол. внутр. вод. — 2006. — № 3. — С. 91—96.

5. *Богатов В. В.* Дрифт речного бентоса // Биология пресных вод Дальнего Востока. — 1984. — № 3. — С. 107—120.
6. *Богатов В.В.* Классификация дрефта речного бентоса // Гидробиол. журн. 1988. — Т. 24, № 1. — С. 29—33.
7. *Богатов В. В.* Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 1994. — 218 с.
8. *Богатов В.В.* Комбинированная концепция функционирования речных экосистем // Вестн. ДВО РАН. — 1995. — № 3. — С. 51—61.
9. *Дубняк С.С., Дубняк С.А.* Эколого-гидрологические аспекты проблемы управления русловыми процессами в р. Десна // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2006. — Т. 11. — С. 300—305.
10. *Загорина В.М.* Выбор экспозиции ловушки при сборе проб дрефта // Гидробиол. журн. — 1987. — Т. 23, № 2. — С. 79—83.
11. *Кашеваров Г.С., Хабибуллина Г.И.* Сезонная динамика зообентоса и дрефта беспозвоночных в средней части реки Меша (Пестречинский район, Республика Татарстан) // Вода: химия и экология. — 2012. — № 4. — С. 105—109. <http://watchemec.ru/article/24576/C>.
12. *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР. — Л.: Наука, 1970. — 744 с.
13. *Леванидов В.Я.* Дрифт личинок насекомых в крупной предгорной реке на примере реки Хор (бассейн Уссури) // Беспозвоночные животные в экосистемах Дальнего Востока. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 22—37.
14. *Леванидова И.М.* Суточные миграции донных личинок поденок в реке Хор // Зоол. журн. — 1965. — Т. 44, вып. 3. — С. 373—389.
15. *Леванидова И.М.* Бентос притоков Амура (эколого-фаунистический обзор) // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 64. — С. 181—289.
16. *Липин А. Н.* Пресные воды и их жизнь. — М.: Учпедгиз, 1950. — Вып. 3. — 347 с.
17. *Мантейфель Б.П.* Адаптивное значение периодических миграций водных организмов // Вопр. ихтиологии. — 1959. — Вып. 13. — С. 3—15.
18. *Мантейфель Б.П.* Экология поведения животных. — М.: Наука, 1980. — 220 с.
19. *Мануйлова Е.Ф.* Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. — М.; Л.: Наука, 1964. — 328 с.
20. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод /* За ред. В. Д. Романенка. — К.: Логос, 2006. — 408 с.
21. *Монченко В.И.* Свободнодвижущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна. — Киев: Наук. думка, 2003. — 351 с.
22. *Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР /* Отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 511 с.
23. *Состояние экосистемы киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования.* — Киев, 1999. — 59 с.
24. *Триліс В.В., Яворський В.Ю., Афанасьєв С.О. та ін.* Дрифт безхребетних як фактор формування угруповань макрозообентосу пригирлової ділянки р. Десни // Риб. господарство. — 2004. — Вип. 63. — С. 228—231.

25. Шитиков В.К., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С. Макроэкология речных сообществ: концепции, методы, модели. — Тольятти: Кассандра, 2011. — 255 с.
26. Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. — Л.: Наука, 1986. — 158 с.
27. Хейсин Е. М. Краткий определитель пресноводной фауны. — Л.: Учпедгиз, 1951. — 161 с.
28. Чебанова В.В. Динамика дрефта беспозвоночных в лососевых реках разного типа (юго-восток Камчатки) // Гидробиол. журн. — 1992. — Т. 28, № 4. — С. 31—39.
29. Чекановская О.В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. — М.; Л.: АН СССР, 1962. — 411 с.
30. Яворський В.Ю., Триліс В.В., Афанасьєв С.О., Гулейкова Л.В. Методичні особливості вивчення дрефту макробезхребетних гідробіонтів незарегульованих рівнинних річок (на прикладі Десни) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2004. — № 6. — С. 273—276.
31. Afanasyev S. Development of European approaches to biological assessment of the state of hydroecosystems and their application to the monitoring of Ukrainian Rivers // Hydrobiol. J. — 2002. — Vol. 38, N 4. — P. 130—148.
32. Afanasyev S., Lietytska O. Manturova O. Altitude distribution and structural organization of hydrobionts' communities in the rivers of the mountainous part of the Tisa River basin. // Ibid. — 2013. — Vol. 49, N 4. — P. 16—25.