5. Kupriyanov V. V. *Gidrologicheskie aspekty urbanizatsii* [Hydrological aspects of urbanization], Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977. 184 p.
6. Lvovich M. I. *Voda i zhizn* [Water and life], Moscow, Mysl Publ., 1986. 256 p.
7. Lvovich M. I., Chernogaeva G. M. Izmenenie vodnogo balansa territorii pod vliyaniem urbanizatsii [Water balance change sonthe territory whichis unde rurbanizatio npressure]. *Problemy gidrologii* [Problems of hydrology], Moscow, Izvestiya Akademii nauk SSR Publ., 1978, pp. 43–52.
8. Lvovich M. I., Chernyshov Ye. P. *Zakonomernosti vodnogo balansa i veshchestvennogo obmena v usloviyakh goroda* [The regularities of water balance and material exchange in the city conditions]. *Izvestiya Akademii nauk SSR. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the USSR Academy Science], 1983, no. 3, pp. 23–29.
9. *Mirovoy vodnyy balans i vodnye resursy Zemli* [World water balance and the Earthwater resources], Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1974. 638 p.
10. Ustyuzhanin B. S. Raschety i prognozy gidrologicheskikh kharakteristik [Hydrological characteristics calculations and forecasts]. *Reaktsiya rechnogo stoka na urbanizatsiyu vodosbora* [River runoffreaction on the development of watershed urbanization], 1989, no. 103, pp. 73–81.
11. Reymers N. F. *Prirodopolzovanie* [Natural resources management], Moscow, Mysl Publ., 1990. 637 p.
12. SNIP. 2.04.03-85. Sewerage. External networks and facilities. Introduced Soyuzvodokanalproject Gosstroy USSR. Moscow, GUP CPP Publ., 1996.
13. Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli za 1995–2010 gg. [Regions of Russia. Social and economic indicators for 1995–2010]. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: http://www.gks.ru/bgd/regl/b10_14p/Main.html.
14. Alekseevskiy N. I., Reteyum K. F., et al. *Reki i ozera mira* [Worlds rivers and lakes], Moscow, Entsiklopediya Publ., 2012. 925 p.
15. *Lincoln University of Land Policy*. Available at: http://www.lincolninst.edu/.
16. Open Street Map Data Extracts. Available at: http://download.geofabrik.de/.
17. Shlomo Angel, Jason Parent, Daniel L. Civco, Alejandro M. Blei. *Atlas of Urban Expansion*, Massachusetts, Cambridge, 2012. 397 p.

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Голуб Валентин Борисович, доктор биологических наук, профессор, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, 445003, Российская Федерация, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, e-mail: vbgolub2000@mail.ru

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

Иолин Михаил Михайлович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: miolin76@mail.ru

Валов Михаил Викторович, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Герасимова Ксения Анатольевна, младший научный сотрудник, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, 445003, Российская Федерация, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, e-mail: kseniya-starichkova@yandex.ru

Чувашов Андрей Викторович, инженер-исследователь, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, 445003, Российская Федерация, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, e-mail: andrei.chuwashov@yandex.ru

Выявление закономерностей динамки пойменных экосистем и механизм формирования их устойчивых состояний является важнейшим аспектом обеспечения функционирования данных природных комплексов. Это, в свою очередь, даёт возможность грамотно и эффективно подходить к оценке реакции компонентов ландшафта на внешние естественные и антропогенные воздействия. Ввиду того, что растительный покров обладает весьма высокой скоростью ответной реакции на динамические изменения в пойменно-дельтовых ландшафтах, возрастает целесообразность ведения геоботанического мониторинга. Результаты данного мониторинга могут быть использованы для разработки комплекса мер, направленных на обеспечение наиболее оптимального использования природно-ресурсного потенциала территории, а также для обеспечения устойчивого функционирования ландшафтов и повышения биоразнообразия. В работе представлены результаты анализа повторных геоботанических наблюдений (1961, 1973, 2010 гг.) на трансекте и ключевых участках в южной части Волго-Ахтубинской поймы. Установлено, что наибольшая ксерофитизация растительного покрова и его пастбищная дигрессия в этом районе поймы были в 1973 г.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, экологические шкалы Л.Г. Раменского, DCA-ординация, кластерный анализ, индикация

ASSESSMENT OF EXISTENTIAL DYNAMICS OF VEGETATION OF THE VOLGA-AKHTUBINSK FLOOD PLAIN

Golub Valentin B., D.Sc. in Biology, Professor, Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy Science, 10 Komzin st., Togliatti, Samara region, 445003, Russian Federation, e-mail: vbgolub2000@mail.ru

Barmin Aleksandr N., D.Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

Iolin Mikhail M., C. Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: miolin76@mail.ru

Valov Mikhail V., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Gerasimova Ksenia A., Junior researcher, Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy Science, 10 Komzin st., Togliatti, Samara region, 445003, Russian Federation, e-mail: kseniya-starichkova@yandex.ru

Chuvashov Andrey V., Engineer-researcher, Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy Science, 10 Komzin st., Togliatti, Samara region, 445003, Russian Federation, e-mail: andrei.chuwashov@yandex.ru

Revealing principles of inundable ecosystem dynamics and formation mechanism of its stable conditions is the main aspect for providing natural system functioning that gives a possibility correctly and effectively make visual environment reaction appraisal on forcing natural and anthropogenic impact. Taking into account that land cover has a specific high rate of challenge response on dynamic changes in inundable-deltoid visual environment, viability to conduct geobotanical monitoring increases the results of which can be used for series of measures development for making more optimum territory natural resources potential use, as well as for visual environment stable functioning and biodiversity increase. Analysis results of repeated geobotanical observations (1961, 1973, 2010) in transect and indices plots in the southern part of Volgo-Akhtubinskoi plain are presented in this work. It is established that the greatest land cover xerophytization and its pasture degradation in this part of the plain was in 1973.

Keywords: Volga-Akhtubinsk flood plain, L.G. Ramensky ecological scale, DCA-ordination, cluster analysis, indication

В результате гидростроительства к началу 70-х гг. прошлого века в бассейне р. Волги сохранился лишь один крупный регион с естественной пойменной растительностью. Это Волго-Ахтубинская пойма и дельта р. Волги. Существование здесь в зоне пустыни азональных сообществ с луговой, болотной и лесной растительностью обусловлено регулярными специальными попусками воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла. Искусственные попуски заменили естественные половодья, которые отличались большей продолжительностью и более высоким подъемом воды. Двумя другими важнейшими факторами, определяющими характер растительного покрова долины Нижней Волги, являются сенокошение и выпас скота.

Значительный интерес представляет периодическая оценка изменений растительности Волго-Ахтубинской поймы под воздействием антропогенных и природных факторов с целью научного обоснования мероприятий, обеспечивающих сохранение уникальной системы Нижней Волги [16].

Особенно важен мониторинг экосистем в южной части Волго-Ахтубинской поймы в районе Астраханского газоконденсатного месторождения. В последние годы здесь непосредственно в пойме стали создаваться буровые установки для разведки и добычи газового конденсата. Они окружены валом, защищающим их от половодий. По валам же к ним подведены автомобильные дороги.

Методика исследований. В 1958–1961 гг. геоботаническая партия Всесоюзного аэрогеологического треста (ВАГТ) проводила картирование растительности долины Нижней Волги. В этот период в южной ее части были заложены три ключевых участка и трансекта. Участки располагаются у ерика Хора (85 га), близ ильменя Круглый Чураков (49 га) и в урочище Пастухова тоня (64 га). Трансекта пересекает пойму, начинаясь в районе станции Досанг и заканчиваясь вблизи села Петропавловка (рис. 1). Ее длина 10,3 км. Трансекта и ключевые участки были заложены до постройки Куйбышевского гидроузла, работа которого в наибольшей степени влияет на гидрологический режим низовий р. Волги [1].

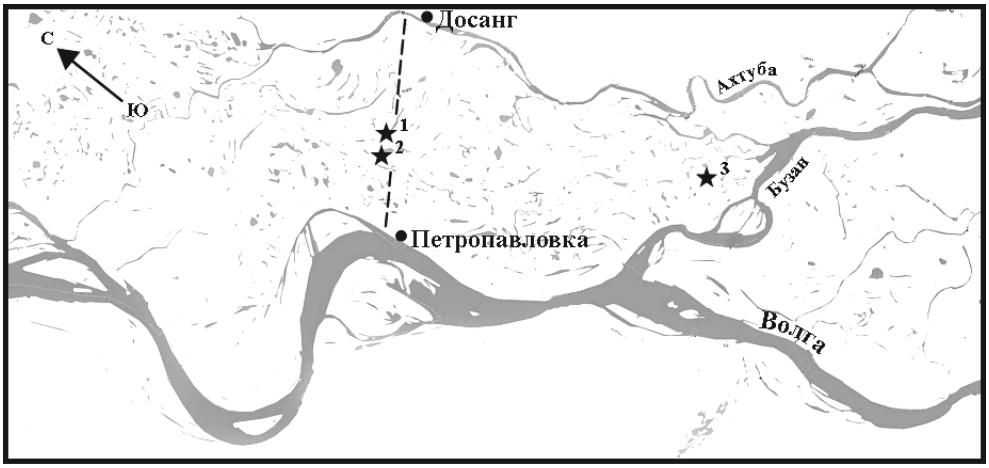

Рис. 1. Схематическая карта южной части Волго-Ахтубинской поймы
Пунктиром обозначено расположение трансекты, звездочками – ключевые участки
(1 – у ерика Хора, 2 – близ ильменя Круглый Чураков, 3 – в урочище Пастухова тоня)

На участках была проведена топографическая съемка, по результатам которой составлены карты масштаба 1:2000. Положение трансекты отражено на аэрофотоснимках. На ее линии было проведено нивелирование и вычерчен профиль с горизонтальным масштабом 1:5000. На всех топографических материалах были отмечены места расположения пробных площадок, на которых делали геоботанические описания.

Сохранились полевые дневники Л.С. Родман и И.Н. Горяиновой с геоботаническими описаниями пробных площадок на трансекте и ключевых участках. В дневниках имеется подробная характеристика мест геоботанических описаний и сами геоботанические описания, включающие список видов растений с указанием их обилия.

В середине 70-х гг. прошлого века часть площади, пересекаемой трансектой, была обвалована и превращена в орошаемую пашню. Длина этой части трансекты – 2,1 км. Геоботанические описания, сделанные ранее на обвалованной площади, были исключены из рассмотрения.

После окончания работы геоботанической партии ВАГТ участки и трансекту посещали в 1972, 1973, 1981, 1999 и 2010 гг. При подготовке данных для анализа выяснилось, что наибольшее число полностью сопоставимых учетных площадок на ключевых участках и необвалованной части трансекты имеется в 1961, 1973, и 2010 гг. На трансекте их было 25, на ключевом участке у ер. Хора – 17, у ильменя Круглый Чураков – 21, Пастуховой тони – 16. Поэтому далее мы сопоставляем геоботанические описания только за эти годы. Всего учетных площадок, на которых все эти три года осуществляли описания, было 79. Общее количество геоботанических описаний, включенных в обработку – 237. Описания 1961 г. были неполными, поэтому при анализе динамики флоры и растительности их не учитывали.

Геоботанические описания в 1961 г. были проведены 14.08–16.08 и 18.10–21.10, в 1973 г. – 29.07–05.08 и в 2010 г. – 09.08–16.08.

Все используемые в данной статье описания учетных площадок представлены в геоботанической базе данных долины Нижней Волги [13].

Перед обработкой из описаний были удалены виды рода *Cuscuta,* так как геоботаники не всегда их отмечали и правильно определяли. Некоторые виды растений, которые плохо различали между собой, были объединены в агрегации (agr.), а также понимались в широком смысле (s.l.) или как сумма таксонов.

Alisma lanceolatum + A. *plantago aquatica*

Scirpus maritimus s.l. = *S. m.* ssp. *maritimus*+*Bolboschoenus glaucus*

Carex acutiformis + *C. melanostachya*

Eleocharis palustris + *E. uniglumis*

Euphorbia esula s.l. = *Euphorbia esula* ssp. *tommasiniana* + *Euphorbia esula* ssp. *esula*

Polygonum arenarium ssp. *pulchellum* = *P. arenarium* + *P. patulum* + *P. aviculare* + *P. bellardii* + *P. neglectum* + *P. patulum* + *P. salsugineum*

Scutellaria galericulata + *S. hastifolia*

Названия видов растений даем по их списку в базе "Flora Europaea" [26], помещенной на сайте Эдинбургского королевского ботанического сада: http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html.

Обилие растений указываем в баллах: менее 1 % проективного покрытия – +; 1–5 % – 1; 6–15 % – 2; 16–25 % – 3; 26–50 % – 4; более 50 % – 5. К числу растений-доминантов формально относили виды растений, проективное покрытие которых превышало 15 %.

Для расчета экологических ступеней по шкалам Л.Г. Раменского (увлажнения, богатства и засоленности почвы, пастбищной дигрессии) применяли «метод пересечения большинства интервалов» [17]. Последний основан на определении моды в статистическом ряду распределения чисел, входящих в интервалы ограничительных ступеней экологических шкал [12]. При этом методе результаты индикации факторов среды не слишком сильно зависят от длины флористического списка. Поэтому в обработку по шкалам Л.Г. Раменского мы включили и геоботанические описания 1961 г., имевшие сокращенные флористические списки.

Сравнение распределения совокупности описаний по ступеням показателей шкал Л.Г. Раменского, рассчитанных для каждого года наблюдений, проводили вначале по тесту Краскела – Уоллиса. Решался вопрос, относятся ли сопоставляемые группы к одной или к разным генеральным совокупностям. Когда нулевая гипотеза не подтверждалась, т.е. сопоставляемые выборки относились к разным генеральным совокупностям, сравнение выборок произвели попарно с использованием теста Манна – Уитни [4, 5].

Широко использовали пакет программ JUICE 7.0. [27, http://www.sci.muni.cz/botany/juice/].

Дополнительно к шкалам для выявления направления изменений растительности применили DCA-ординацию геоботанических описаний с помощью встроенного в пакет программ JUICE модуля "Ordinations", взятого из программного пакета R-project [29].

Выделение групп растительных сообществ осуществляли путем кластерного анализа на основе расчета евклидова расстояния, примененного к количественным данным, и связывания кластеров методом Варда (Ward's method). Расчеты проведены с помощью программы PC-ORD 5.0 в среде JUICE 7.0. [27]. Уровень кластеризации был выбран в результате определения значения максимальной «четкости классификации» [21].

В каждой выделенной группе мы устанавливали верные виды [22]. Верность измеряли phi-коэффициентом, расчет которого предложили чешские геоботаники [23]. Поскольку на величину phi-коэффициента влияет размер групп, предварительно их выравнивали [28]. После стандартизации phi-коэффициент в целевой группе может достигнуть высокого значения даже в случаях, когда верность определенного вида к этой группе статистически несущественна. Поэтому в дополнение к phi-коэффициенту для каждого вида группы вычисляли статистическое значение верности, используя критерий Фишера [23]. Всю процедуру расчетов phi-коэффициента и критерия Фишера реализовывали с помощью пакета программ JUICE 7.0. Величину phi-коэффициента, выше которой таксон, относили к верному. Определяли субъективно, с расчетом, чтобы количество таких таксонов было не слишком маленьким и не слишком большим. Это число было одинаковым для всех групп и равнялось 0,25.

При всех статистических оценках величины считали достоверными, если p-значение соответствующей статистики не превышало уровень значимости 0,05.

Данные о метеорологических и гидрологических факторах получены в Астраханской гидрометеообсерватории. За объем половодий мы условно принимали сток воды в створе Волгоградской ГЭС в течение второго квартала, когда проводят специальные попуски воды в нижний бьеф гидроузла [14].

Косвенно о пастбищной нагрузке судили по количеству поголовья скота в зоне долины Нижней Волги. Это вся Астраханская область и три южных района Волгоградской области (Ленинский, Светлоярский и Среднеахтубинский). Сведения о поголовье скота получены в органах статистики Астраханской и Волгоградской областей.

Результаты и обсуждение. *Характеристика экологических факторов.* В годы учетов минимальный объем попуска воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла был в 1973 г. Это привело к небольшому уровню подъема воды во время половодья в 1973 г. (табл. 1), что не обеспечило полноценного затопления поймы. Кроме того, десятилетие, предшествовавшее 1973 г., также отличалось минимальным стоком, как, в среднем, за год, так и за период половодья (табл. 2). Следует обратить внимание на постоянное нарастание в последние десятилетия увлажнения поймы за счет осадков в теплый период года и связанное с этим увеличение гидротермического коэффициента. Этот фактор, хотя и в небольшой мере, компенсирует ухудшение увлажнения долины Нижней Волги. Ухудшение произошло за счет сокращения объемов половодий после зарегулирования водного стока.

Что касается пастбищной нагрузки, то в десятилетия, предшествующие учетам в 1961, 1973 и в 2010 гг., в период 1964–1973 гг. в Волго-Ахтубинской пойме выпасалось максимальное количество скота.

Таблица 1

Метеорологические и гидрологические показатели в годы учетов на ключевых участках и трансекте

Год	Объем водного стока в створе Волгоградской ГЭС, км^3		Максимальный уровень подъема воды по рейке водомерного поста в г. Астрахани	Сумма осадков за I–VII месяцы (гидрометобсерватория Астрахани), мм
	за год	за второй квартал		
1961	228	120	246	69
1973	174	78	230	181
2010	210	91	263	131

Таблица 2

Среднемноголетние показатели экологических факторов

Годы	Сумма осадков, мм		Годовая температура t°C	Годовая сумма t°C более 10°C	Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову	Объем водного стока в створе Волгоградской ГЭС, км^3		Максимальный уровень подъема воды по рейке водомерного поста в г. Астрахани, см	Поголовье скота в зоне долины Нижней Волги, тыс. условных голов крупного рогатого скота
	за год	за период с t °C более 10 °C				за год	за второй квартал		
1952–1961	193	101	9,6	3696	0,27	247	114	270	224
1964–1973	199	104	9,7	3554	0,29	208	100	244	323
2001–2010	222	133	11,5	4128	0,32	253	104	275	189

Примечание: температуры и осадки приводятся по данным гидрометобсерватории в г. Астрахани.

К 2010 г., когда проводился последний учет на ключевых участках и трансекте, в непосредственной близости от них была сооружена буровая установка для разведки и добычи газового конденсата. Вместе со вспомогательными помещениями буровая установка занимает около 4 га. Дамба, ограждающая эту установку, находится в 130 м от участка у ерика Хора, в 250 м от участка у ильменя Круглый Чураков и в 220 м от линии трансекты.

Флористический состав. При анализе флористического состава геоботанических описаний за 1973 и 2010 гг. в первом из этих двух лет учета было выявлено отсутствие самых обычных для Волго-Ахтубинской поймы гигрофитов *Butomus umbellatus, Alisma lanceolatum + A. plantago-aquatica.* В 2010 г. из числа пустынных эфемеров полностью отсутствовал *Descurainia sophia,* а *Alyssum desertorum* был представлен гораздо реже, чем в 1973 г. Эти явления объясняются разной мощностью половодий 1973 и 2010 гг. Плохое затопление поймы 1973 г. привело к выпадению *Butomus umbellatus, Alisma lanceolatum + + A. plantago-aquatica.* В то же время, более мощное половодье 2010 г., обеспечившее высокий уровень подъема воды, вероятно, уничтожило остатки эфемеров. Они развиваются до начало попусков воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла. Эта же причина вызвала более высокую встречаемость в 2010 г. *Xanthium strumarium,* плоды которого разносятся водой. Меньшую встречаемость легкоразрушаемых эфемеров в 2010 г. можно также отчасти объяснить более поздним посещением участков и трансекты, чем это было осуществлено в 1973 г.

Показатели шкал Л.Г. Раменского. Совокупность показателей увлажнения за 2010 г. достоверно отличалась от 1973 г. и не отличалась от 1961 г. В 2010 г. увлажнение учетных площадок было выше, чем в 1973 г.

Шкалы Л.Г. Раменского диагностируют наименьше влияние выпаса на растительность в 1961 г. Совокупность показателей ступеней пастбищной дигрессии в этом году достоверно отличается от 1973 и 2010 гг. Эта дигрессия достигала максимальных значений на отдельных учетных площадках в 1973 г. (табл. 3, рис. 2 ПД).

Совокупность показателей богатства и засоления почвы в 2010 г. отличалась от таких же совокупностей в 1961 и 1973 гг. Среднее и медиана выборки 2010 г. были несколько выше, чем в предыдущие годы учетов. Но, судя по рисунку 2 БЗ, наиболее заметно уменьшение дисперсии этого показателя в 2010 г. в сравнение с показателями 1961 и 1973 гг.

Таблица 3

Достоверные (+) и недостоверные (–) различия распределения учетных площадок по ступеням шкал Л.Г. Раменского, оцененные тестом Манна – Уитни

Увлажнение		
Год	**1973**	**2010**
1961	+	–
1973		+
Пастбищная дигрессия		
Год	**1973**	**2010**
1961	+	+
1973		–
Богатство и засоление почвы		
Год	**1973**	**2010**
1961	–	+
1973		+

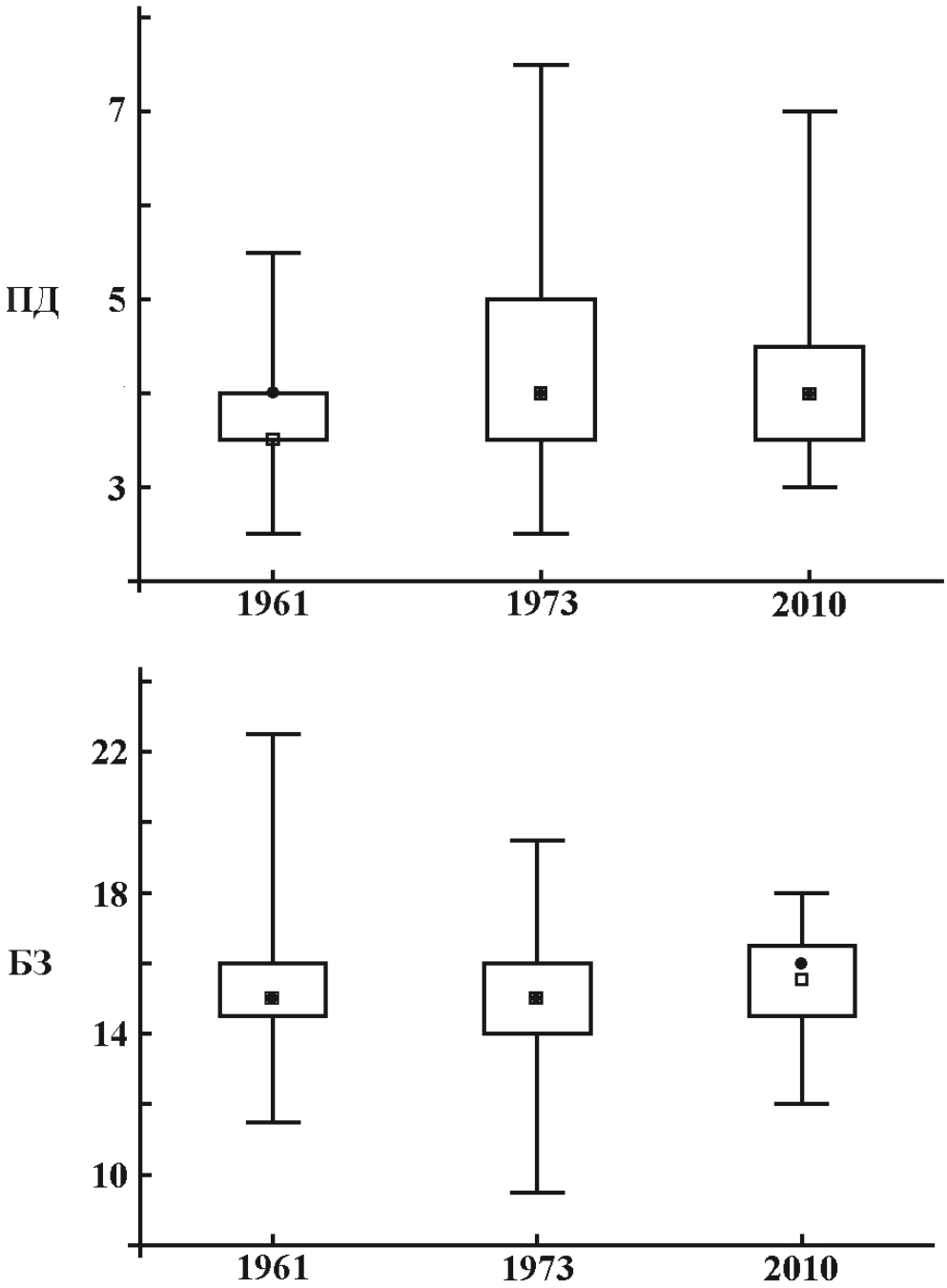

Рис. 2. Статистические параметры распределения учетных площадок по ступеням шкал Л.Г. Раменского в разные годы:
У – увлажнение, ПД – пастбищная дигрессия, БЗ – богатство – засоления почвы. Значения ⊥ – минимальное и максимальное, □ – верхние и нижние квартили, □ – медиана, ● – среднее арифметическое

DCA-ординация. Обращаясь к результатам DCA-ординации (рис. 3), можно сказать, что лучше всего удается интерпретировать первую ее ось. Она отражает комплексное влияние на флористический состав растительных сообществ двух факторов: увлажнения и пастбищной дигрессии (табл. 4). Вдоль этой оси вправо уменьшается увлажнение почвы на учетных площадках и увеличивается влияние выпаса. Такое взаимодействие факторов вполне объяснимо: чем выше экотопы над меженью реки, тем они суше. Они раньше освобождаются от воды и больше подвержены воздействию сельскохозяйственных животных. Средние значения проекций точек геоботанических описаний в разные годы на эту ось были обратно пропорциональны объему половодий (табл. 5). Максимальная дисперсия проекций геоботанических описаний была в 1973 г. Иными словами, можно говорить о том, что наибольшая разнородность местообитаний по увлажнению и пастбищной нагрузке в южной части Волго-Ахтубинской поймы была в 1973 г.

Проекции описаний на вторую ось в 1961 и 1973 гг. также коррелируют со ступенями увлажнения, но с меньшими значениями, чем на первую и с противоположным знаком. Следует заметить, что в 1973 г., когда пастбищная нагрузка в годы учетов была максимальная, вторая ось ординации, наряду с первой, отразила достоверное влияние этого фактора.

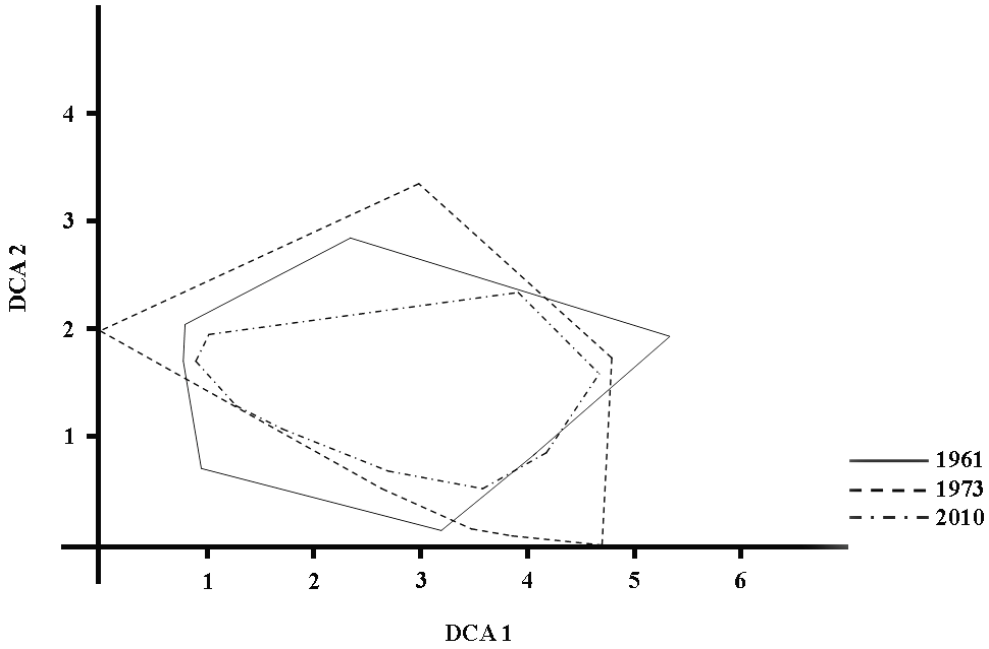

Рис. 3. Диаграмма DCA-ординации геоботанических описаний учетных площадок: линии обводят внешние границы «облаков» описаний, сделанных в разные годы. Собственное значение осей, характеризующее долю общей информации: ось 1 = 0,49, ось 2 = 0,23

Таблица 4

Коэффициенты корреляции, рассчитанные между значениями координат геоботанических описаний вдоль 1-й и 2-й оси DCA-ординации и ступенями шкал Л.Г. Раменского

Год	1961		1973		2010		Все годы учетов	
	DCA1	DCA2	DCA1	DCA2	DCA1	DCA2	DCA1	DCA2
Шкала увлажнения	–0,77	0,40	–0,78	0,67	–0,82	0,20*	–0,77	0,50
Шкала пастбищной дигрессии	0,46	0,09*	0,72	–0,42	0,56	–0,20*	0,61	–0,24
Шкала богатства и засоления почвы	0,14*	0,27	0,08*	0,20*	0,06*	0,18*	0,08*	0,24

Примечание: звездочкой помечены недостоверные коэффициенты корреляции.

Таблица 5

Средние значения проекций точек геоботанических описаний на оси DCA-ординации ($x_{ср}$) и величины дисперсий этих проекций (σ^2)

Годы	**1961**		**1973**		**2010**	
	DCA1	**DCA2**	**DCA1**	**DCA2**	**DCA1**	**DCA2**
$x_{ср.}$	2,33	1,19	2,70	1,08	2,52	1,25
σ^2	0,82	0,25	0,90	0,32	0,81	0,13

Сообщества. Максимальное значение четкости классификации общей выборки геоботанических описаний за 1973 и 2010 гг. (158 описаний) достигается при ее расчленении на 6 групп (рис. 4). В таблице 6 эти группы в основном расположены вдоль двух связанных между собой градиентов: увлажнения и пастбищной дигрессии. Справа расположены более сырые местообитания с меньшей пастбищной дигрессией, слева – более сухие, с большей пастбищной дигрессией.

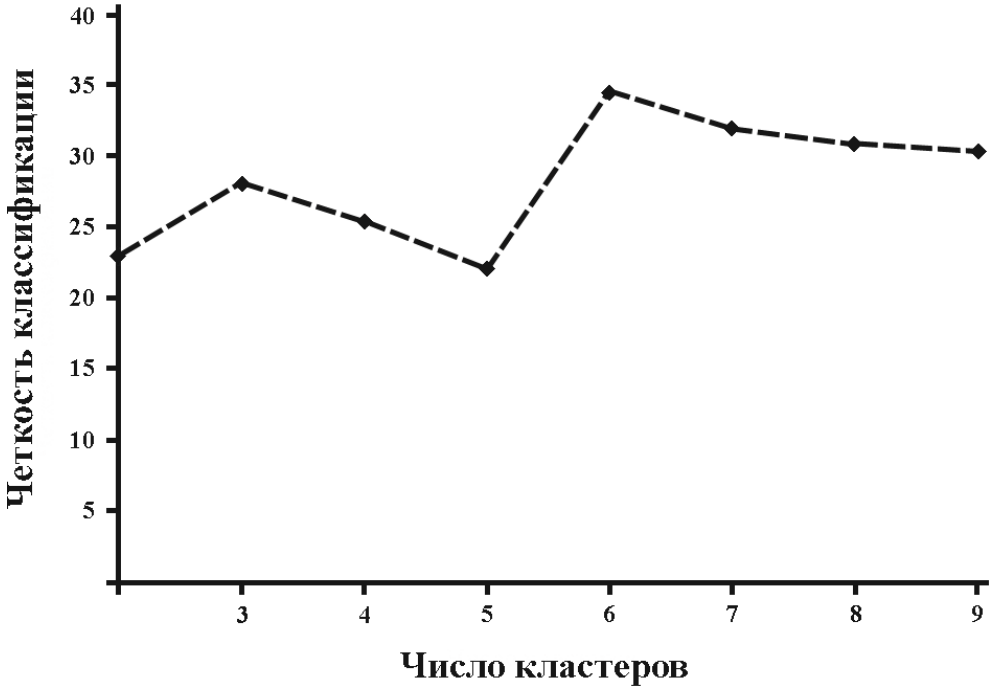

Рис. 4. Изменение показателя четкости классификации с увеличением числа кластеров

Таблица 6

Группы сообществ, выделенные с помощью кластерного анализа

Номер группы		1	2	3	4	5	6
Общее количество площадок в группе		21	25	36	47	18	11
в 1973 г.		18	4	34	14	9	1
в 2010 г.		3	21	2	33	9	10
Среднее значение ступени по шкале Л. Г. Раменского	У	45	63	66	71	79	78
	ПД	6	5	4	4	4	4
	БЗ	15	15	17	16	16	15
Среднее число видов на площадке		15	15	12	14	12	13
Descurainia sophia		67^{+}	4^{+}	3^{+}	.	.	.
Alyssum desertorum		62^{+}	8^{+}	3^{+}	.	6^{+}	.
Artemisia austriaca		71^{1}	32^{+}	.	9^{+}	.	.
Salsola kali		29^{+}	4^{+}	.	.	.	.
Bromus tectorum		24^{+}	.	.	.	.	.
Eremopyrum triticeum		29^{1}	4^{+}	.	2^{+}	.	.
Bassia hyssopifolia		24^{+}	4^{+}	.	.	.	.
Dodartia orientalis		76^{+}	56^{+}	39^{+}	43^{+}	11^{+}	.
Acroptilon repens		90^{+}	80^{+}	42^{1}	49^{+}	28^{+}	18^{+}
Glycyrrhiza glabra		81^{1}	96^{3}	11^{1}	40^{+}	.	9^{+}
Calamagrostis epigejos		43^{1}	36^{+}	.	2^{+}	.	.
Eleocharis palustris + E. uniglumis		.	40^{+}	78^{1}	91^{2}	78^{1}	100^{4}
Carex acutiformis + C. melanostachya		5^{1}	32^{+}	53^{1}	85^{1}	100^{3}	55+
Butomus umbellatus		.	.	.	13^{+}	11^{+}	55^{+}
Alisma lanceolatum + A. plantago-aquatica		.	4^{+}	.	9^{+}	17^{+}	45^{+}
Sagittaria sagittifolia		.	.	.	.	.	27^{+}
Carex praecox		48^{+}	40^{+}	14^{1}	17^{1}	.	.
Cynanchum acutum		29^{+}	24^{+}	.	4^{+}	.	.
Artemisia santonicum		24^{+}	16^{+}	.	2^{+}	.	.
Artemisia pontica		29^{+}	12^{+}	.	6^{+}	11^{+}	.
Bromus inermis		38^{+}	48^{1}	.	30^{+}	.	.
Lythrum virgatum		.	44^{+}	61^{+}	64^{+}	89^{+}	82^{+}
Hierochloe repens		10^{+}	16^{+}	53^{1}	53^{+}	78^{1}	73^{2}
Althaea officinalis		10^{+}	32^{+}	19^{+}	36^{+}	56^{+}	73^{+}
Rubia tatarica		.	8^{+}	19^{+}	17^{+}	39^{+}	64^{+}
Asparagus officinalis		57^{+}	52^{+}	75^{1}	79^{+}	61^{+}	64^{1}
Elymus repens		95^{1}	96^{2}	92^{2}	100^{3}	56^{1}	36^{1}
Euphorbia esula s.l.		62^{+}	68^{+}	72^{+}	74^{+}	50^{+}	64^{1}
Scirpus maritimus s.l.		.	24^{+}	36^{+}	30^{+}	33^{+}	18^{+}
Inula britannica		5^{+}	44^{+}	72^{+}	77^{+}	61^{+}	64^{+}
Convolvulus arvensis		52^{+}	44^{+}	31^{+}	77^{+}	83^{+}	64^{+}
Eryngium planum		38^{+}	32^{+}	47^{+}	15^{+}	11^{+}	.
Senecio jacobaea		14^{+}	40^{+}	53^{+}	38^{+}	11^{+}	45^{+}
Xanthium strumarium		.	12^{+}	14^{+}	15^{+}	6^{+}	36+
Glycyrrhiza echinata		33^{+}	44^{+}	58^{+}	51^{+}	39^{+}	36^{+}
Scutellaria galericulata + S. hastifolia		.	8^{+}	11^{+}	30^{+}	22^{+}	27^{+}
Polygonum arenarium ssp. *pulchellum*		52^{+}	28^{+}	19^{+}	23^{+}	28^{+}	18^{+}
Tragopogon brevirostris ssp. *podolicus*		43^{+}	36^{+}	44^{+}	23^{+}	22^{+}	9^{+}
Euphorbia palustris		5^{+}	16^{+}	8^{+}	23^{+}	39^{+}	9^{+}

Примечания. 1. Встречаемость видов приводится в %. 2. В синоптическую таблицу включены только виды, встречаемость которых превышает 25 % в любом из фитоценонов. 3. Значения встречаемости диагностических видов (имеющих значение phi ≥ 0,25) закрашены светло-серым цветом. 4. Надстрочными индексами указаны медианы в ранжированном ряду значимых показателей обилия растений

Первая группа – это наиболее ксерофитное сообщество (среднестепного увлажнения) с сильно выраженным влиянием выпаса скота. Занимает вершины невысоких грив и выровненные повышенные участки поймы. Диагностическими таксонами являются ксерофитные растения: *Descurainia sophia, Alyssum desertorum, Bromus tectorum, Eremopyrum triticeum, Artemisia austriaca, Salsola kali, Bassia hyssopifolia, Dodartia orientalis, Acroptilon repens, Glycyrrhiza glabra, Calamagrostis epigejos.* Среди перечисленных видов, первые четыре – это пустынные эфемеры. Пять следующих индицируют повышенную пастбищную дигрессию, а *Bassia hyssopifolia* – дополнительно и засоление почвы. В 2010 г. данный фитоценон был в шесть раз реже представлен, чем в 1973 г., когда Волго-Ахтубинская пойма была плохо затоплена во время половодья, а луга были подвержены особенно интенсивному пастбищному использованию.

Вторая группа – это местообитания сухолугового увлажнения с умеренным влиянием выпаса, представленные преимущественно на тех же экотопах, что и предыдущая группа. Диагностические виды этого сообщества *Glycyrrhiza glabra* и *Calamagrostis epigejos*. В число доминантов входит первый из этих двух видов. Рассматриваемый фитоценон был представлен на четырех площадках в 1973 г. и на 25 – в 2010 г. В основном рассматриваемый фитоценон заместил в 2010 г. сообщество первой группы. Это явление индицирует уменьшение ксерофитизации высоких пойменных местообитаний и сельскохозяйственной эксплуатации лугов 2010 г. в сравнении с 1973 г. О последнем говорит также высокое обилие в 2010 г. *Glycyrrhiza glabra* – вида, который плохо переносит ежегодное удаление надземной массы.

Третья группа – влажнолуговое сообщество со слабым влиянием выпаса. Почва, если судить по шкалам Л.Г. Раменского, слабо солончаковатая. Величина phi-коэффициента ни для одного из видов этой группы не достигала 0,25. Это свидетельствует о том, что в третью группу вошли виды с широкой экологической амплитудой. Поэтому мы не указываем для этого фитоценона диагностических видов. В данном случае, говоря об экологической амплитуде видов, мы имеем их амплитуду в рамках выборки из 158 геоботанических описаний 1973 и 2010 гг. Если такой фитоценон относили бы к какой-либо ассоциации, то в соответствие с существующими взглядами, он бы считался центральным [20, 24, 25]. Сообщество этой группы было 34 раза отмечено в 1973 г. и только два – в 2010 г. Значительная часть площадок третьей группы в 2010 г. переместилась в следующую, четвертую группу.

Четвертая группа, также как и предыдущее сообщество, представляет собой влажный луг, хотя немного более сырой. Влияние выпаса слабое. Диагностические виды: *Eleocharis palustris + E. uniglumis, Carex acutiformis + + C. melanostachya.* Доминирует в большем числе случаев *Elymus repens.* В 2010 г. сообщество встречалось более чем в два раза чаще в сравнение с 1973 г. Это связано с повышенным увлажнением поймы в год последнего учет, проведенного на ключевых участках и трансекте.

Пятая группа – это сырые луга, на которых выражено слабое влияние выпаса. Диагностическим видом является комплекс: *Carex acutiformis + + C. melanostachya.* Он же доминирует в сообществе. Данный фитоценон был представлен одинаковым числом площадок (9) как в 1973 г., так и в 2010 г.

Шестая группа, как и пятая, – это сырые луга. Диагностические виды: *Butomus umbellatus, Alisma lanceolatum + A. plantago-aquatica, Sagittaria sagit-*

tifolia. Доминант *Eleocharis palustris* + *E. uniglumis.* Сообщество было представлено только один раз в 1973 г. и на десяти площадках – в 2010 г. Иными совами, такие сообщества в 1973 г. были очень редки.

Заключение. Сопоставление состава растительного покрова на ключевых участках и трансекте ВАГТ в южной части Волго-Ахтубинской поймы за 1961, 1973, 2010 гг. свидетельствует о том, что наиболее ксерофитным он был в 1973 г. В этом же году фиксировали и наибольшие значения пастбищной дигрессия растительности. Эти явления вызваны малой водностью 1973 г. и предшествующего десятилетия, высокой интенсивностью сельскохозяйственного использования угодий в этот период.

В 2010 г. явных прямых специфических влияний действующей буровой установки по разведке и добыче газового конденсата на растительный покров двух ключевых участков и трансекты выявлено не было. Но мониторинг за возможным влиянием этого сооружения на растительность необходимо продолжить. Это не единственное подобная конструкция в южной части Волго-Ахтубинской поймы. Обвалование и постройка дамб в целом нарушают естественные условия функционирования пойменных экосистем. По нашим наблюдениям, участки, на которых были сооружены бурильные установки и сопровождающие их инфраструктурные объекты, после прекращения их эксплуатации не подвергаются рекультивации. Пойменный режим на них не восстанавливается.

В 2010 г. в южной части поймы, кроме рассмотренных ключевых участков ВАГТ, повторно была обследована трансекта, заложенная в 1953 г. Прикаспийской экспедицией Московского государственного университета [7]. На ней, также как на участках и трансекте ВАГТ, не были выявлены значительные изменения растительного покрова после зарегулирования водного стока.

В средней и северной отрезках Волго-Ахтубинской поймы изменения растительности в последние годы учетов более значительны. Там были установлены отчетливо выраженные явления ксерофитизации и рудерализации растительности в 2008–2013 гг. в сравнение с 50–60-ми и особенно с 20-ми гг. прошлого столетия [2, 3, 6, 8, 9, 11, 13, 15, 18, 19]. Но и они были неповсеместные. Ксерофитизация и рудерализация растительности в этих районах коснулись самых высоких участков поймы, а также мест, в которых произошло углубление русла Волги и заиление вторичных водотоков. Степень рудерализации была обычно выше вблизи транспортных артерий и различного рода сооружений.

Везде в долине Нижней Волги значительное влияние на изменения в растительности оказало уменьшение пастбищной нагрузки и регулярности уборки травы на сено, произошедшие после перехода сельского хозяйства России на рыночные экономические отношения. Эти два антропогенных фактора особенно сильное воздействие оказали на растительность и почвы восточной части дельты р. Волги. Здесь, в отличие от ее западной части, превращенной в орошаемую пашню, сохранился естественный растительный покров. В этом районе дельты следствием уменьшение антропогенного влияния стало увеличение величины надземной массы растений. В результате уменьшилось прямое испарение с поверхности почвы и произошло ее рассоление. В свою очередь, это привело во многих случаях к смене галофитных сообществ гликофитными [10, 11].

Авторы выражают благодарность Л.С. Родман за предоставление материалов геоботанической партии ВАГТ.

Список литературы

1. Авакян А. Б. Водохранилища гидроэлектростанций СССР / А. Б. Авакян, В. А. Шарапов. – Москва : Энергия, 1977. – 400 с.
2. Бондарева В. В. Оценка динамики растительности на ключевых участках в средней части Волго-Ахтубинской поймы / В. В. Бондарева, В. Б. Голуб // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 5 (2) – С. 1630–1636.
3. Бондарева В. В. Оценка динамики растительности Волго-Ахтубинской поймы (на примере трансекты в районе с. Болхуны) / В. В. Бондарева, В. Б. Голуб // Поволжский экологический журнал. – 2015. – № 3. – С. 243–252.
4. Боровиков В. А. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере / В. А. Боровиков. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 688 с.
5. Глотов К. В. Биометрия : учебное пособие / К. В. Глотов, Л. А. Животовский, Н. В. Хованов, Н. Н. Хромов-Борисов. – Москва – Ижевск, 2005. – 381 с.
6. Голуб В. Б. Оценка динамики растительности на ключевых участках в северной части Волго-Ахтубинской поймы / В. Б. Голуб, А. Н. Бармин, В. В. Бондарева, М. М. Иолин, К. А. Герасимова // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2015. – Т. 24, № 4. – С. 210–220.
7. Голуб В. Б. Оценка динамики растительности южной части Волго-Ахтубинской поймы на трансекте в районе села Хошеутово / В. Б. Голуб, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, К. А. Старичкова, А. Н. Сорокин, И. С. Шарова, Л. Ф. Николайчук // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 5. – С. 107–113.
8. Голуб В. Б. Динамика луговой растительности северной части Волго-Ахтубинской поймы (1928–2009 гг.) 1. Динамика флоры / В. Б. Голуб, В. В. Бондарева, А. Н. Сорокин, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Л. Ф. Николайчук // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». – 2011. – Вып. 12. – С. 110–120.
9. Голуб В. Б. Динамика луговой растительности северной части Волго-Ахтубинской поймы (1928-2009 гг.) 2. Динамика растительных сообществ / В. Б. Голуб, В. В. Бондарева, А. Н. Сорокин, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Л. Ф. Николайчук // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». – 2011. – Вып. 12. – С. 120–130.
10. Голуб В. Б. Оценка динамики растительности в дельте Волги / В. Б. Голуб, К. А. Старичкова, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, А. Н. Сорокин, Л. Ф. Николайчук // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 3 (56). – С. 54–64.
11. Голуб В. Б. Дополнительные данные о динамике засоления почвы и растительности в дельте р. Волги / В. Б. Голуб, В. В. Бондарева, В. К. Шитиков, А. Н. Бармин, М. М. Иолин // Аридные экосистемы. – 2015. – Т. 21, № 3 (64). – С. 48–55.
12. Голуб В. Б. О способах оценки экологических условий местообитаний по шкалам Л.Г. Раменского / В. Б. Голуб, Ю. П. Добрачев, Н. Ф. Пастушенко, Е. П. Яковлева // Биологические науки. – 1978. – № 7. – С. 131–136.
13. Голуб В. Б. Геоботаническая база данных долины Нижней Волги / В. Б. Голуб, А. Н. Сорокин, Т. Л. Ивахнова, К. А. Старичкова, Л. Ф. Николайчук, В. В. Бондарева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1 (4). – С. 577–582.
14. Грин Г. Б. Попуски в нижние бьефы / Г. Б. Грин. – Москва : Энергия, 1971. – 95 с.
15. Иолин М. М. Оценка динамики растительности Волго-Ахтубинской поймы на трансекте в районе с. Капустин Яр / М. М. Иолин, А. Н. Сорокин, К. А. Старичкова, А. Н. Бармин, Л. Ф. Николайчук, В. Б. Голуб // Поволжский экологический журнал. – 2011. – № 4. – С. 431–442.
16. Кузьмина Ж. В. Динамические изменения наземных экосистем поймы и дельты Нижней Волги под влиянием зарегулирования речного стока и климатических флуктуаций / Ж. В. Кузьмина, С. Е. Трешкин, Т. Ю. Каримова // Аридные экосистемы. – 2015. – Т. 21, № 4 (65). – С. 39–53.
17. Раменский Л. Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – Москва : Сельскохозяйственная литература, 1956. – 471 с.
18. Сорокин А. Н. Динамика флористической структуры сообществ с доминированием Carex acuta в северной части Волго-Ахтубинской поймы / А. Н. Сорокин, В. В. Бондарева, А. Н. Бармин, К. А. Старичкова, М. М. Иолин, Л. Ф. Николайчук, В. Б. Голуб // Экология. – 2012. – № 3. – С. 177–183.
19. Старичкова К. А. Оценка динамики растительности на трансекте в северной части Волго-Ахтубинской поймы / К. А. Старичкова, А.Н. Бармин, М. М. Иолин, И. С. Шарова, А. Н. Сорокин, Л. Ф. Николайчук, В. Б. Голуб // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15, № 4 (40). – С. 36–48.

20. Чепинога В. В. Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири / В. В. Чепинога. – Иркутск : Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 468 с.

21. Botta-Dukát Z. Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe / Z. Botta-Dukát, M. Chytrý, P. Hájková, M. Havlová // Preslia. – 2005. – Vol. 77. – P. 89–111.

22. Braun-Blanquet J. Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage / J. Braun-Blanquet // Jahr-buches der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. – 1921. – Vol. 57 (2). – P. 305–351.

23. Chytrý M. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures / M. Chytrý, L. Tichý, J. Holt, Z. Botta-Dukát // Journal of Vegetation Science. – 2002. – Vol. 13. – P. 79–90.

24. Dengler J. New ideas for modern phytosociological monographs / J. Dengler, C. Berg, F. Jansen // Annali di Botanica. – 2005. – Vol. 5. – P. 193–210.

25. Dierschke H. Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden / H. Dierschke. – Stuttgart : Verlag Eugen Ulmer, 1994. – 684 p.

26. Royal Botanic Garden Edinburgh. 2010 // Flora Europaea. – Режим доступа: http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html (дата обращения: July 2010), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

27. Tichý L. JUICE, software for vegetation classification / L. Tichý // Journal of Vegetation Science. – 2002. – Vol. 13. – P. 451–453.

28. Tichý L. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size / L. Tichý, M. Chytrý // Journal of Vegetation Science. – 2006. – Vol. 17. – P. 809–818.

29. Zelený D. Linking JUICE and R: New developments in visualization of unconstrained ordination analysis / D. Zelený, L. Tichý // 18th Workshop of European Vegetation Survey in Rome. – Roma : La Sapienza Univerzita, 2009. – P. 123.

References

1. Avakyan A. B., Sharapov V.A. *Vodokhranilishcha gidroelektrostantsiy SSSR* [Reservoirs of hydroelectric power stations of the USSR], Moscow, Energiya Publ., 1977. 400 p.

2. Bondareva V. V., Golub V. B. Otsenka dinamiki rastitelnosti na klyuchevykh uchastkakh v sredney chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy [Estimation of vegetation dynamics in key areas in the middle part of the Volga-Akhtuba floodplain]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2014, vol. 16, no. 5 (2), pp. 1630–1636.

3. Bondareva V. V., Golub V. B. Otsenka dinamiki rastitelnosti Volgo-Akhtubinskoy poymy (na primere transekty v rayone s. Bolkhuny) [Estimation of vegetation dynamics of the Volga-Akhtuba floodplain (by the example of a transect in the Bolkhuny area)]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Povolzhskiy Journal of Ecology], 2015, no. 3, pp. 243–252.

4. Borovikov V. A. *Statistica. Iskusstvo analiza dannykh na kompyutere* [Statistica. The art of data analysis on a computer]. 2nd ed. Saint Petersburg, Piter Publ., 2003. 688 p.

5. Glotov K. V., Zhivotovskiy L. A., Khovanov N. V., Khromov-Borisov N. N. *Biometriya* [Biometry], Moscow – Izhevsk, 2005. 381 p.

6. Golub V. B., Barmin A. N., Bondareva V. V., Iolin M. M., Gerasimova K. A. Otsenka dinamiki rastitel'nosti na klyuchevykh uchastkakh v severnoy chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy [Evaluation of the dynamics of vegetation in key areas in the northern part of the Volga-Akhtubinsk floodplain]. *Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii* [Samara Luke: Problems of Regional and Global Ecology], 2015, vol. 24, no. 4, pp. 210–220.

7. Golub V. B., Barmin A. N., Iolin M. M., Starichkova K. A., Sorokin A. N., Sharova I. S., Nikolaychuk L. F. Otsenka dinamiki rastitelnosti yuzhnoy chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy na transekte v rayone sela Khosheutovo [Assessment of the dynamics of vegetation in the southern part of the Volga-Akhtubinsk floodplain on a transect near the village of Khosheutovo]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2011, vol. 13, no. 5, pp. 107–113.

8. Golub V. B., Bondareva V. V., Sorokin A. N., Barmin A. N., Iolin M. M., Nikolaychuk L. F. Dinamika lugovoy rastitelnosti severnoy chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy (1928–2009 gg.) 1. Dinamika flory [Dynamics of meadow vegetation in the northern part of the Volga-Akhtubinsk floodplain (1928–2009) 1. Dynamics of the flora]. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. Seriya «Ekologiya»* [Bulletin of the Volzhsky University named V. N. Tatishchev. Series of "Ecology"], 2011, issue 12, pp. 110–120.

9. Golub V. B., Bondareva V. V., Sorokin A. N., Barmin A. N., Iolin M. M., Nikolaychuk L. F. Dinamika lugovoy rastitelnosti severnoy chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy (1928–2009 gg.) 2. Dinamika rastitelnykh soobshchestv [Dynamics of meadow vegetation in the northern part

of the Volga-Akhtubinsk floodplain (1928–2009) 2. Dynamics of plant communities]. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. Seriya «Ekologiya»* [Bulletin of the Volzhsky University named V. N. Tatishchev. Series of "Ecology"], 2011, issue 12, pp. 120–130.

10. Golub V. B., Starichkova K. A., Barmin A. N., Iolin M. M., Sorokin A. N., Nikolaychuk L. F. Otsenka dinamiki rastitelnosti v delte Volgi [Assessment of the dynamics of vegetation in the delta of the Volga]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2013, vol. 19, no. 3 (56), pp. 54–64.

11. Golub V. B., Bondareva V. V., Shitikov V. K., Barmin A. N., Iolin M. M. Dopolnitelnye dannye o dinamike zasoleniya pochvy i rastitelnosti v delte r. Volgi [Additional data on the dynamics of soil salinity and vegetation in the delta of the Volga river]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2015, vol. 21, no. 3 (64), pp. 48–55.

12. Golub V. B., Dobrachev Yu. P., Pastushenko N. F., Yakovleva Ye. P. O sposobakh otsenki ekologicheskikh usloviy mestoobitaniy po shkalam L.G. Ramenskogo [On the methods of assessing the ecological conditions of habitats by scales L.G. Ramensky]. *Biologicheskie nauki* [Biological Sciences], 1978, no. 7, pp. 131–136.

13. Golub V. B., Sorokin A. N., Ivakhnova T. L., Starichkova K. A., Nikolaychuk L. F., Bondareva V. V. Geobotanicheskaya baza dannykh doliny Nizhney Volgi [Geobotanical database of the Lower Volga valley]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2009, vol. 11, no. 1 (4), pp. 577–582.

14. Grin G. B. *Popuski v nizhnie befy* [Runoffs to the lower reaches], Moscow, Energiya Publ., 1971. 95 p.

15. Iolin M. M., Sorokin A. N., Starichkova K. A., Barmin A. N., Nikolaychuk L. F., Golub V. B. Otsenka dinamiki rastitelnosti Volgo-Akhtubinskoy poymy na transekte v rayone s. Kapustin Yar [Estimation of vegetation dynamics of the Volga-Akhtuba floodplain on a transect in the area of Kapustin Yar village]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Povolzhskiy Journal of Ecology], 2011, no. 4, pp. 431–442.

16. Kuzmina Zh. V., Treshkin S. Ye., Karimova T. Yu. Dinamicheskie izmeneniya nazemnykh ekosistem poymy i delty Nizhney Volgi pod vliyaniem zaregulirovaniya rechnogo stoka i klimaticheskikh fluktuatsiy [Dynamic changes in terrestrial ecosystems in the floodplain and delta of the Lower Volga under the influence of regulation of river flow and climate fluctuations]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2015, vol. 21, no. 4 (65), pp. 39–53.

17. Ramenskiy L. G., Tsatsenkin I. A., Chizhikov O. N., Antipin N. A. Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodiy po rastitelnomu pokrovu [Ecological assessment of fodder land by vegetation cover], Moscow, Gosudarstvennoe izdatelstvo selskokhozyaystvennoy literatury Publ., 1956. 471 p.

18. Sorokin A. N., Bondareva V. V., Barmin A. N., Starichkova K. A., Iolin M. M., Nikolaychuk L. F., Golub V. B. Dinamika floristicheskoy struktury soobshchestv s dominirovaniem Carex acuta v severnoy chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy [Dynamics of the floral structure of communities with the predominance of Carex acuta in the northern part of the Volga-Akhtuba floodplain]. *Ekologiya* [Ecology], 2012, no. 3, pp. 177–183.

19. Starichkova K. A., Barmin A. N., Iolin M. M., Sharova I. S., Sorokin A. N., Nikolaychuk L. F., Golub V. B. Otsenka dinamiki rastitelnosti na transekte v severnoy chasti Volgo-Akhtubinskoy poymy [Estimation of vegetation dynamics on a transect in the northern part of the Volga-Akhtuba floodplain]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2009, vol. 15, no. 4 (40), pp. 36–48.

20. Chepinoga V. V. *Flora i rastitelnost vodoemov Baykalskoy Sibiri* [Flora and vegetation of reservoirs of Baikal Siberia], Irkutsk, Institute of Geography named V.B. Sochava, Russian Academy Science, 2015. 468 p.

21. Botta-Dukát Z., Chytrý M., Hájková P., Havlová M. Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. *Preslia*, 2005, vol. 77, pp. 89–111.

22. Braun-Blanquet J. Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. *Jahr-buches der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 1921, vol. 57 (2), pp. 305–351.

23. Chytrý M., Tishý L., Holt J., Botta-Dukát Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 2002, vol. 13, pp. 79–90.

24. Dengler J., Berg C., Jansen F. New ideas for modern phytosociological monographs. *Annali di Botanica*, 2005, vol. 5, pp. 193–210.

25. Dierschke H. *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden*, Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer Publ., 1994. 684 p.

26. Royal Botanic Garden Edinburgh. 2010. *Flora Europaea*. Available at: http://rbg-web2. rbge.org.uk/FE/fe.html (accessed July 2010).

27. Tishý L. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 2002, vol. 13, pp. 451–453.
28. Tishý L., Chytrý M. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science*, 2006, vol. 17, pp. 809–818.
29. Zelený D., Tishý L. Linking JUICE and R: New developments in visualization of unconstrained ordination analysis. *18th Workshop of European Vegetation Survey in Rome*, Roma, La Sapienza Univerzita Publ. House, 2009, pp. 123.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЛАНДШАФТНО-БАССЕЙНОВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Колбовский Евгений Юлисович, доктор географических наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, 1, e-mail: kolbowsky@mail.ru

Есипова Елена Сергеевна, ведущий специалист, Некоммерческое партнерство «Прозрачный мир», 119021, Российская Федерация, г. Москва, ул. Россолимо 5/22, e-mail: lemna.minuta@mail.ru

В статье излагается опыт моделирования ландшафтных местоположений и элементарных водосборов при помощи инструментария ARCMAP для определения ценных лесов на слабоизученных территориях российского Дальнего Востока. Анализируется возможность оценки потенциальной структуры через ГИС-моделирование его морфолитогенной основы, так называемых геотопов. Изложены основные этапы процедуры моделирования: выделение районов с однообразным проявлением ландшафтообразующих факторов, построение растровых изображений по основным факторам дифференциации ландшафтов – высоте над уровнем водотока, уклону, экспозиции, положению на склоне, топографическому индексу. Обоснованы принципы морфологического и функционального совмещения двух природных матриц: матрицы ландшафтных местоположений и матрицы элементарных водосборов. Приводится оценка достоверности взаимосвязи между модельными геотопами и данными лесоустройства. Охарактеризованы дискуссионные вопросы и перспективы дальнейшей оптимизации подхода.

Ключевые слова: бассейны, геотопы, грид высот, ландшафт, ландшафтные местоположения, переклассификация, комбинирование, оценка разнообразия

IMPLEMENTATION OF LANDSCAPE-AND-WATERSHED APPROACH FOR POTENTIAL FOREST BIODIVERSITY ASSESMENT BY MEANS OF GEOINFORMATION METHODS

Kolbovskiy Yevgeniy Yu., D.Sc. in Geography, Professor, Lomonosov Moscow State Universiyty, 1 Leninskie gory, Moscow, 119991, Russian Federation, e-mail: kolbowsky@mail.ru

Yesipova Yelena S., Senior researcher, Non-Profit Partnership "Transparent World", 5/22 Rossolimo st., Moscow, 119021, Russian Federation, e-mail: lemna.minuta@mail.ru

The article deals with the experience of modeling morpholithogenic basics of landscapes (so called «geotopes» – sites) and elementary watershed by means of geographic information systems. The ultimate goal of modeling is to identify potential areas