

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА КРАТКОПОЙМЕННЫЕ ФИТОЦЕНОЗЫ УСТЬЕВОЙ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ РЕКИ ВОЛГИ

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

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

Колотухин Александр Юрьевич, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Бармина Екатерина Александровна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Климатические изменения являются важнейшим фактором, влияющим на функционирование экосистем и определяют основные тенденции динамики растительного покрова. В последние десятилетия, в связи с повышением среднегодовых температур и сокращением атмосферного увлажнения во многих засушливых регионах планеты прослеживается усиление процессов аридизации, следствием чего является резкое сокращение биологической продуктивности территорий. В работе рассмотрены изменения некоторых гидрометеорологических характеристик на территории устьевой природной системы реки Волги в период с 1972 по 2015 г. и влияние этих изменений на динамику растительности короткопойменных фитоценозов. За исследуемый период выявлено, что с начала 1980-х по начало 2000-х годов в дельте Волги наблюдался благоприятный гидроклиматический цикл, что повлияло на увеличение продуктивности луговых сообществ высокого экологического уровня. Однако на современном этапе, в связи с ростом среднегодовых температур, суммы температур за вегетационный период при одновременном уменьшении увлажнения территории процессы динамики растительного покрова носят противоположную направленность: происходит сокращение видового состава растительности, резко снижается продуктивность фитоценозов, снижается степень проективного покрытия дельтовых ландшафтов.

Ключевые слова: аридизация, дельта реки Волги, динамика растительного покрова, короткопойменные фитоценозы, метеогидрологические изменения, опустынивание

HYDROCLIMATIC CONDITIONS CYCLIC CHANGES AS THE IMPACT FACTOR ON THE SHORT-TERM FLOODING PHYTOCENOSIS VOLGA RIVER ESTUARINE NATURAL SYSTEM

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

Barmin Alexander N., D.Sc. in Geographical, Professor, Head of the department, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: e-mail: abarmin60@mail.ru

Kolotuhin Alexander Yu., post-graduate student, Astrakhan State University,
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru
Barmina Ekaterina A., post-graduate student, Astrakhan State University,
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Climatological changes are the main factors influencing on ecosystem functioning and define the main land cover dynamics tendencies. In recent decades aridization process potentiation is vivid due to annual average temperature increase and atmospheric moistening decrease in many planet aridity regions, result from territories biological efficiency reduction. Some hydrometeorological characteristic changes on Volga river estuarine natural system are described in this work in the period of 1972 till 2015 and these changes influence on short-term flooding phytocenosis vegetation dynamic. It was found out for investigation period that fertile hydroclimatic cycle in the river Volga was seen in the beginning of 1980 till the beginning of 2000 that influenced on high ecological level poiums productivity increase. However up to date, temperatures amount for foliated season under simultaneous territory humidifying decrease, land cover processes have opposite orientation due to annual average temperature increase: you can see vegetation species compositiion decrease, phytocenosis productivity decreases sharply, deltoid landscape foliage cover grade decreases.

Keywords: aridization, river Volga delta, land cover dynamics, short-term flooding phytocenosis, hydrometeorological changes, desert advancing

Исследования процесса аридизации и его последствий для окружающей среды в настоящее время привлекают к себе всё большее внимание [15]. В работах многих учёных рассматриваются достаточно быстрые изменения климатических условий как в общепланетарных масштабах, так и на уровне отдельных регионов [1, 2, 7, 14, 21]. В частности, в районах Калмыкии, Северного Кавказа, Центрального и Восточного Казахстана, Нижнего Поволжья стали распространяться процессы опустынивания, которые специалисты связывают с изменениями в системе общей циркуляции атмосферы [8, 9, 14, 15, 16, 17].

Значительный интерес представляет установление корреляционных связей между циклическими изменениями климатических условий и динамичными изменениями, происходящими в ландшафтах [3, 6]. Особенно актуально проведение данных исследований для регионов с недостаточным естественным увлажнением, которые на территории Российской Федерации расположены преимущественно в субрегионе юго-востока европейской части [15].

Весьма высокой скоростью ответной реакции на изменения климата характеризуется растительный покров, в связи с чем возрастает целесообразность ведения геоботанического мониторинга, результаты которого возможно использовать для разработки комплекса мер, направленных на обеспечение наиболее оптимального использования природно-ресурсного потенциала территории, а так же для обеспечения устойчивого функционирования ландшафтов и повышения биоразнообразия [4, 5, 10, 13].

Особенно интересным объектом наблюдения являются азональные дельтовые ландшафты аридных территорий.

Растительный покров водно-аккумулятивных равнин отличается высокой подверженностью разногодичным флуктуациям и многолетним сукцессионным сменам, что в конечном итоге определяет его чрезвычайную изменчивость во времени и пространстве [13]. Данные изменения, в частности смена сочетаний и комплексов растительных сообществ является причиной изменения биологических ресурсов, которые определяют соответствующие возможности природопользования [11, 12].

В 1979 г. в восточной части дельты р. Волги с целью ведения мониторинга почвенного и растительного покрова был заложен стационарный профиль, на нескольких трансектах которого была расположена серия пробных геоботанических площадок. Пробные площадки размером 2х2 м были заложены на расстоянии 15 м друг от друга только на экотопах, подверженных влиянию половодий: они либо затапливались, либо подтапливались во время его наступления. На вершинах и высоких участках склонов бэровских бугров, не подверженных воздействию половодий, пробные площадки не закладывали. Кроме геоботанических описаний на 126 геоботанических площадках профиля размером 50х50 см в годы наблюдений скашивалась надземная масса травостоя, которая разбиралась по видам растений, высушивалась на воздухе и взвешивалась. Более подробно методики проведения и результаты предыдущих исследований опубликованы в работах [2–7, 10–12, 18]. Названия высших растений дано по их списку в базе «Flora Europaea» [20].

По интенсивности дельтовых процессов, связанных с высотой над меженным уровнем, рельефом и залеганием грунтовых вод после половодья луга дельты Волги подразделяются на три экологических уровня: высокого, среднего и низкого [19]. Объектом детального исследования были выбраны луга высокого экологического уровня (интервал высоты над меженным уровнем реки от 2.5 м и выше), в связи с тем, что данные территории, в отличие от пониженных местообитаний, в период половодья заливаются не ежегодно и на короткий срок и динамика их растительного покрова в наибольшей степени определяется изменениями климатических условий [4, 5].

Развитие лугов высокого уровня характерно для подножий и шлейфов бэровских бугров, а так же повышенных участков дельтовой равнины [4]. Флористический состав короткопоясных фитоценозов дельты реки Волги представлен видами с широкой экологической амплитудой, растительность приспособлена к высоким колебаниям температуры воздуха, влагообеспеченности территории и засоления почв, видовой состав её небогат и ксерофитизирован [4, 13].

Основу фитоценозов составляют прибрежница растопыренная (*Aeluropus pungens*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*). Реже луга с преобладанием *Aeluropus pungens* отсутствуют или представлены очень узкой полосой вдоль подножия бэровских бугров, а ниже развиты пырейные или осоково-пырейные луга, часто с участием молочая уральского (*Euphorbia uralensis*), додарции восточной (*Dodartia orientalis*) [4, 12].

Так как в период паводка данные территории практически не затапливаются, в отличие от лугов низкого и среднего экологического уровня, в хозяйственном отношении короткопоясные фитоценозы используются преимущественно под выпас скота и, в меньшей степени, сенокошение [12, 18].

Данное явление приводит к уплотнению верхнего слоя почвы лугов высокого экологического уровня, более интенсивному подтягиванию грунтовых вод, накоплению легкорастворимых солей в верхнем почвенном горизонте, сбою, деградации и засорению травостоя плохое поедаемыми травами [5, 11, 12].

Высокая степень изменчивости видового состава и продуктивности луговых сообществ определяется циклическими изменениями климата с одной стороны и сменой интенсивности антропогенной нагрузки на территорию с другой.

Продуктивность фитоценозов на лугах высокого уровня направленно возрасла от 1982 к 2006 г., после чего произошло значительное снижение биомассы надземной части травостоя [12] (рис. 1).

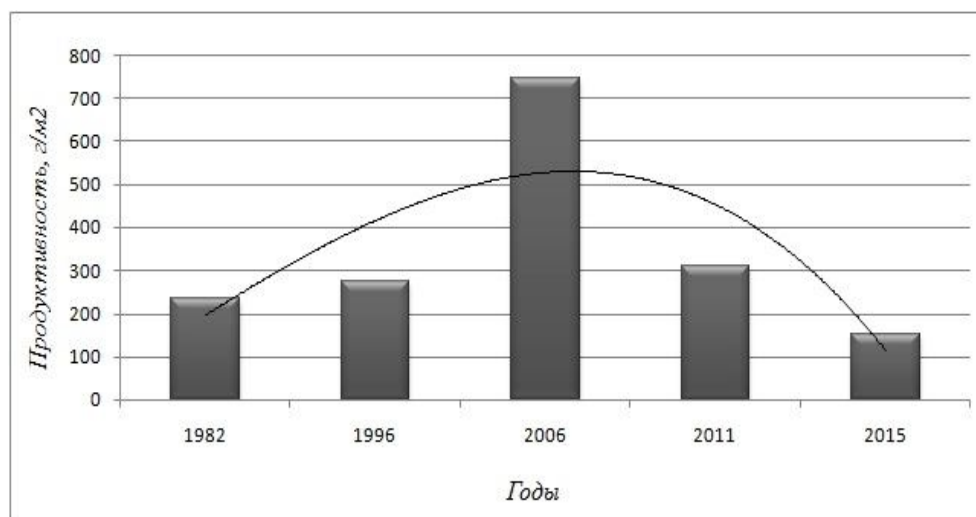


Рис. 1. Динамика продуктивности лугов высокого уровня

В 2011 г. на лугах высокого уровня появились ситняг болотный (*Eleocharis palustris*) (1,2 % от общей массы) и марена татарская (*Rubia tatarica*) (3,9 % от общей массы) [4]. К 2015 г. надземная масса *Rubia tatarica* сократилась вдвое, а *Eleocharis palustris* выпал из состава травостоя (табл. 1).

Таблица 1

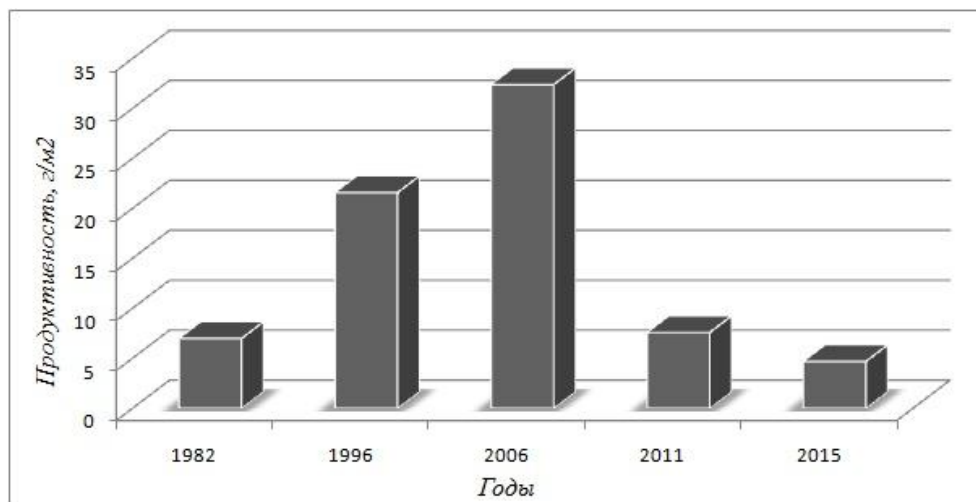
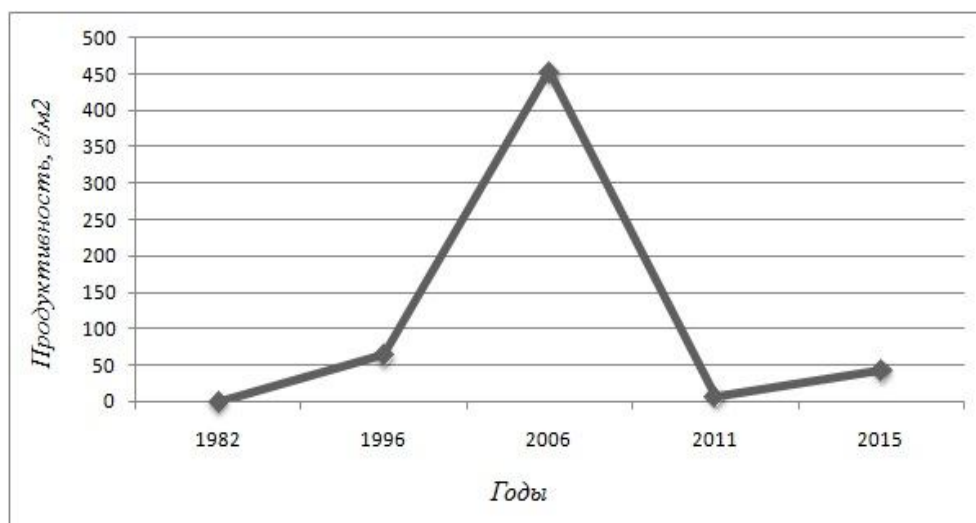
Значения надземной массы некоторых видов растительности
на лугах высокого экологического уровня, г/м²

Виды растений	Годы исследований				
	1982	1996	2006	2011	2015
<i>Rubia tatarica</i>	–	–	–	12	6,2
<i>Elytrigia repens</i>	–	–	79,6	18,2	0,5
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	–	0,3	2,9	–	–
<i>Aeluropus pungens</i>	7	21,6	32,4	7,6	4,7
<i>Suaeda confuse</i>	1,5	75,2	–	–	10,2
<i>Petrosimonia oppositifolia</i>	17,3	46	70,5	8,7	–
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	0,4	64,3	454,5	8,4	43,6
Общая масса	232,6	272,4	745	309,2	150

От 1996 к 2006 г. отмечалось возрастание массы многолетних галофитов клубникамышья морского (*Bolboschoenus maritimus*) и прибрежницы растопыренной (*Aeluropus pungens*) [18], однако впоследствии *Bolboschoenus maritimus* исчез из травостоя лугов высокого уровня, величина надземной массы *Aeluropus pungens* резко сократилась (рис. 2).

Похожим образом происходили изменения биомассы однолетних галофитов сведы запутанной (*Suaeda confuse*) и петросимонии супротивнолистной (*Petrosimonia oppositifolia*). Ценный в кормовом отношении злак *Elytrigia repens* уменьшил массу от 2006 к 2011 г. более чем в 4 раза [12], а к 2015 г. практически исчез из состава краткочерночных фитоценозов.

Особенно заметным является увеличение массы *Glycyrrhiza glabra* (до 61 % от общей массы в 2006 г.) [4] (рис. 3).

Рис. 2. Динамика продуктивности надземной массы *Aeluropus pungens*Рис. 3. Динамика продуктивности надземной массы *Glycyrrhiza glabra*

Величина продуцируемой фитомассы зависит от условий тепло- и влагообеспеченности территории не только в годы наблюдений, но и в предшествующие им периоды. В результате изменения гидроклиматических условий наблюдается смена видового состава фитоценозов, а также меняются скорость и направления естественной динамики растительного покрова [3, 10].

Увеличение продуктивности надземной массы растительности в дельте р. Волги в период с начала 1980-х по начало 2000-х гг. определялось благоприятностью гидроклиматического цикла (увеличением объемов водного стока за II квартал, максимальных уровней подъема воды в период весенне-летних половодий, ростом сумм температур и количества осадков за вегетационный период) (табл. 2), кроме того, произошло сокращение пастбищной нагрузки на исследуемых территориях [1, 10, 12].

Таблица 2.

**Гидрометеорологические показатели по данным
гидрометеорологической станции г. Астрахани**

Годы	Средний объём водного стока в створе Волгоградской ГЭС, км ³	Средний объём водного стока в створе Волгоградской ГЭС за второй квартал, км ³	Среднемаксимальный уровень подьёма воды по рейке водомерного поста г. Астрахань	Среднегодовая температура воздуха, °С	Средняя сумма температур за период с температурой > 10°C	Сумма осадков за период с температурами > 10°C
1972–1981	232	92	246	10,0	3601	126
1982–1991	264	109	264	10,2	3714	147
1992–2001	267	117	281	10,3	3612	165
2002–2015	245	98	258	10,8	3886	149

На современном этапе процессы динамики растительного покрова носят противоположную направленность, что объясняется сменой климатических условий в пределах устьевой природной системы реки Волги, а именно возрастанием степени аридизации (резкое снижение влагообеспеченности при сохранении высоких температур воздуха и интенсивной испаряемости) [8, 10, 21].

Так же негативным образом на дельтовых экосистемах отражаются последствия антропогенного регулирования гидрологического режима реки Волги. В настоящее время доля водного стока от среднегодового в весенне-летний период по сравнению с началом XX века снизилась на 20 %, тогда как в зимнее время попуски воды выросли вдвое [1]. Кроме того, резкое снижение продуктивности растительных сообществ в 2015 г. во многом связано с тем, что два года подряд (2014 и 2015 гг.) половодья были низкими (84 км³ и 65 км³ соответственно, при среднем значении 110 км³), чего не наблюдалось при естественном водном режиме.

Наблюдаемые в последнее десятилетие процессы деградации растительного покрова дельтовых ландшафтов реки Волги указывают на необходимость координации природопользования с динамикой климатических циклов, что позволит сгладить негативные последствия процессов аридизации и опустынивания.

Список литературы

1. Бармин А. Н. Устьевая область реки Волги: интегральная оценка некоторых природных и антропогенных факторов, влияющих на изменение гидрологического режима / А. Н. Бармин, М. В. Валов // Естественные науки. – 2015. – № 2. – С. 7–15.
2. Бармин А. Н. Влияние гидрометеорологических и эдафических факторов на динамику фитоценозов лугов низкого уровня дельты реки Волги / А. Н. Бармин, М. В. Валов, Н. С. Шуваев // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 3 (58). – С. 15–25.
3. Бармин А. Н. Геосистемный мониторинг почвенно-растительного покрова как фактор снижения рисков и обеспечения устойчивого функционирования дельтовых ландшафтов (на

примере лугов среднего уровня дельты реки Волги) / А. Н. Бармин, М. В. Валов, Е. А. Бармина, И. В. Куренцов, И. В. Романов, М. В. Романова // Технологии экологического развития : материалы докладов участников Международной молодежной научной школы. – Москва : МАКС-Пресс, 2015. – С. 107–119.

4. Бармин А. Н. Современные тенденции динамики почвенно-растительного покрова лугов высокого экологического уровня дельты реки Волги / А. Н. Бармин, М. В. Валов, Е. А. Бармина, И. В. Куренцов, И. В. Романов, М. В. Романова // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2015. – № 3 (13). – Серия 11. Естественные науки. – С. 29–38.

5. Бармин А. Н. Дельта реки Волги: галогеохимические миграции в почвах лугов высокого уровня / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : материалы II Международной научно-практической конференции. – Волгоград : ВолГУ, 2015. – С. 187–196.

6. Бармин А. Н. Природно-антропогенная трансформация растительного покрова дельтовых ландшафтов реки Волги / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин, Н. С. Шуваев // Географический вестник. – 2016. – № 1. – С. 78–86.

7. Бармин А. Н. Особенности каузального характера связей гидрологического режима и динамики растительных сообществ интразональных ландшафтов аридных территорий (на примере лугов среднего уровня дельты реки Волги) / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин, Е. А. Бармина, И. В. Куренцов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2016. – № 4 (34). – С. 39–47.

8. Бармин А. Н. Климатические изменения как фактор влияния на биоценозы дельты р. Волги / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Г. З. Асанова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – № 3. – С. 159–162.

9. Бельгибаев М. Е. Диагностические показатели аридизации и опустынивания почв степной зоны Казахстана / М. Е. Бельгибаев // Степной бюллетень. – 2002. – № 11. – С. 16–20.

10. Валов М. В. Современные тенденции динамики долгопоемных фитоценозов дельтовых экосистем реки Волги / М. В. Валов, А. Н. Бармин, Е. А. Бармина, А. Ю. Колотухин, И. М. Куренцов // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 3. – С. 3–7.

11. Голуб В. Б. Некоторые аспекты динамики почвенно-растительного покрова дельты р. Волги / В. Б. Голуб, А. Н. Бармин // Экология. – 1995. – № 2. – С. 156–159.

12. Голуб В. Б. Оценка динамики растительности в дельте реки Волги / В. Б. Голуб, К. А. Старичкова, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, А. Н. Сорокин, Л. Ф. Николайчук // Аридные экосистемы. – 2013. – № 19 (56). – С. 58–68.

13. Залетаев В. С. Экосистемы речных пойм: структура, динамика, ресурсный потенциал и проблема охраны: моногр. / В. С. Залетаев, Н. М. Новикова. – Москва : РАСХН, 1997. – 597 с.

14. Котляков В. М. Глобальные циклы климатических изменений и оледенение Антарктиды / В. М. Котляков, Р. К. Клинге, В. Г. Захаров // Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). – Москва : Научный мир, 2000. – С. 70–90.

15. Опустынивание засушливых земель России: новые аспекты анализа, результаты, проблемы. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 298 с.

16. Сажин А. Н. Современные изменения климата и зональные агроэкологические проблемы в сухой степи Нижнего Поволжья / А. Н. Сажин, Ю. М. Мирошниченко, О. В. Козина, С. А. Петров, Н. В. Погосян // Степи Северной Евразии : материалы III Международного симпозиума. – 2003. – С. 440–442.

17. Сажин А. Н. Глобальные изменения климата и окружающая среда: тренды и прогнозы, реакция и поведение природно-антропогенных систем в меняющихся условиях / А. Н. Сажин // Антропогенная деградация ландшафтов и экологическая безопасность. – Москва – Волгоград, 2000. – С. 168–174.

18. Старичкова К. А. Оценка изменений растительности в средней части восточной дельты р. Волги. Динамика флоры / К. А. Старичкова, В. Б. Голуб, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, А. Н. Сорокин // Вестник Волжского университета имени В. Н. Татищева. – 2012. – № 4. – С. 18–24.

19. Цаценкин И. А. Растительность и естественные кормовые ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги / И. А. Цаценкин // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. – Москва : МГУ, 1962. – С. 118–192.

20. Электронная база данных «Flora Europaea». – Режим доступа: <http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

21. Barmin A. N. Concerning global climate change: ninety-year trend of some climatic characteristics in the delta ecotones of the Caspian Sea region / A. N. Barmin, M. V. Valov, N. S. Suvaev, E. A. Kolchin // From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary : IGCP 610 Third Plenary Conference and Field Trip (22–30 September 2015, Astrakhan, Russia). – Moscow : MSU, 2015. – P. 26–29.

References

1. Barmin A. N., Valov M. V. Ust'yevaya oblast reki Volgi: integralnaya otsenka nekotorykh prirodnnykh i antropogennykh faktorov, vliyayushchikh na izmeneniye gidrologicheskogo rezhima. *Yestestvennyye nauki*, 2015, no. 2 pp. 7–15.
2. Barmin A. N., Valov M. V., Shuvayev N. S. Vliyaniye gidrometeorologicheskikh i edaficheskikh faktorov na dinamiku fitotsenozov lugov nizkogo urovnya del'ty reki Volgi. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya*, 2015, no. 3 (58), pp. 15–25.
3. Barmin A. N., Valov M. V., Barmina Ye. A., Kurentsov I. V., Romanov I. V., Romanova M. V. Geosistemnyy monitoring pochvenno-rastitel'nogo pokrova kak faktor snizheniya riskov i obespecheniya ustoychivogo funktsionirovaniya del'tovykh landshaftov (na primere lugov srednego urovnya del'ty reki Volgi). *Materialy dokladov uchastnikov Mezhdunarodnoy molodozhnoy nauchnoy shkoly «Tekhnologii ekologicheskogo razvitiya»*, Moscow, MAKSPress Publ., 2015, pp. 107–119.
4. Barmin A. N., Valov M. V., Barmina Ye. A., Kurentsov I. V., Romanov I. V., Romanova M. V. Sovremennyye tendentsii dinamiki pochvenno-rastitel'nogo pokrova lugov vysokogo ekologicheskogo urovnya del'ty reki Volgi. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11. Yestestvennyye nauki*, 2015, no. 3 (13), pp. 29–38.
5. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M. Del'ta reki Volgi: galogeokhimicheskiye migratsii v pochvakh lugov vysokogo urovnya. *Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost'. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Volgograd, VolGU Publ. House, 2015, pp. 187–196.
6. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M., Shuvayev N. S. Prirodno-antropogennaya transformatsiya rastitel'nogo pokrova del'tovykh landshaftov reki Volgi. *Geograficheskii vestnik*, 2016, no. 1, pp. 78–86.
7. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M., Barmina Ye. A., Kurentsov I. M. Osobennosti kauzal'nogo kharaktera svyazey gidrologicheskogo rezhima i dinamiki rastitel'nykh soobshchestv intrazonal'nykh landshaftov aridnykh territoriy (na primere lugov srednego urovnya del'ty reki Volgi). *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Yestestvennyye nauki*, 2016, no. 4 (34), pp. 39–47.
8. Barmin A. N., Iolin M. M., Asanova G. Z. Klimaticheskiye izmeneniya kak faktor vliyaniya na biotsenozy del'ty r. Volgi. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos "yomka*, 2010, no. 3, pp. 159–162.
9. Belgibayev M. Ye. Diagnosticheskiye pokazateli aridizatsii i opustynivaniya pochv stepnoy zony Kazakhstana. *Stepnoy byulleten*, 2002, no. 11, pp. 16–20.
10. Valov M. V., Barmin A. N., Barmina Ye. A., Kolotukhin A. Yu., Kurentsov I. M. Sovremennyye tendentsii dinamiki dolgopovymnykh fitotsenozov del'tovykh ekosistem reki Volgi. *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologiy*, 2015, no. 3, pp. 3–7.
11. Golub V. B., Barmin A. N. Nekotoryye aspekty dinamiki pochvenno-rastitel'nogo pokrova del'ty r. Volgi. *Ekologiya*, 1995, no. 2, pp. 156–159.
12. Golub V. B., Starichkova K. A., Barmin A. N., M.M. Iolin, A.N. Sorokin, L.F. Nikolaychuk. Otsenka dinamiki rastitel'nosti v del'te reki Volgi. *Aridnyye ekosistemy*, 2013, no. 19 (56), pp. 58–68.
13. Zaletayev V. S., Novikova N. M. Ekosistemy rechnykh poym: struktura, dinamika, resursnyy potentsial i problema okhrany: monogr, Moscow, RASKHN Publ., 1997. 597 p.
14. Kotlyakov V. M., Klige R. K., Zakharov V. G. Globalnyye tsikly klimaticheskikh izmeneniy i oledeneniye Antarktidy. *Globalnye izmeneniya prirodnoy sredy (klimat i vodnyy rezhim)*, Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2000, pp. 70–90.
15. *Opustynivaniye zasushlivykh zemel Rossii: novyye aspekty analiza, rezul'taty, problemy*, Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2009. 298 p.
16. Sazhin A. N., Miroshnichenko Yu. M., Kozina O. V., Petrov S. A., Pogosyan N. V. Sovremennyye izmeneniya klimata i zonalnyye agroekologicheskkiye problemy v sukhoy stepi Nizhnego Povolzhya. *Stepi Severnoy Yevrazii : materialy III Mezhdunarodnogo simpoziuma*, 2003, pp. 440–442.
17. Sazhin A. N. Globalnyye izmeneniya klimata i okruzhayushchaya sreda: trendy i prognozy, reaktsiya i povedeniye prirodno-antropogennykh sistem v menyayushchikhsya usloviyakh. *Antropogennaya degradatsiya landshaftov i ekologicheskaya bezopasnost*, Moscow – Volgograd, 2000, pp. 168–174.
18. Starichkova K. A., Golub V. B., Barmin A. N., Iolin M. M., Sorokin A. N. Otsenka izmeneniy rastitelnosti v sredney chasti vostochnoy del'ty r. Volgi. *Dinamika flory. Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishchev*, 2012, no. 4, pp. 18–24.

19. Tsatsenkin I. A. Rastitelnost i yestestvennyye kormovyye resursy Volgo-Akhtubinskoy poymy i del'ty r. Volgi. *Priroda i selskoye khozyaystvo Volgo-Akhtubinskoy poymy i del'ty r. Volgi*, Moscow, MGU Publ. House, 1962, pp. 118–192.

20. *Elektronnaya baza dannykh «Flora Europaea»*. Available at: <http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html>.

21. Barmin A. N., Valov M. V., Suvaev N. S., Kolchin E. A. Concerning global climate change: ninety-year trend of some climatic characteristics in the delta ecotones of the Caspian Sea region. *IGCP 610 Third Plenary Conference and Field Trip «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary» 22-30 September 2015*, Moscow, MSU Publ. Huse, 2015, pp. 26–29.