УДК 574 633.2.03
Код ВАК 4.1.3
https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1928-1941

Эколого-биологическая характеристика динамических процессов луговых сообществ в поймах крупных рек Нечерноземья РФ

С. Н. Поцепай[1]✉, Л. Н. Анищенко[2], М. В. Семышев[1], В. М. Семышева[1], В. С. Кухарь[3]
[1] Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская область, Россия
[2] Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского, Брянск, Россия
[3] Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия
✉*E-mail: snpotsepai@yandex.ru*

Аннотация. В практической агроэкологии и луговодстве в связи с мировыми экологическими вызовами решаются задачи, которые выявляют динамику продукционных и экологических показателей лугов в условиях значительных преобразований климата и возрастающей антропогенной деятельности. В старо-освоенном регионе – Брянской области – выявление особенностей реакции пасторальных экосистем на внешние стрессовые факторы позволит внести рекомендации для системы экологического земледелия и луговодства. **Цель** работы – диагностировать направления фитоценотических и структурных изменений луговых сообществ для становления адаптивного луговодства в Нечерноземье РФ. **Методы.** В ходе исследования использовались маршрутный, геоботанический, биохимический методы. Изменения биомониторинговых показателей в связи с экологическими вызовами для России осуществлялось на стационарных площадках с 2014 г., исследования охватывали луговые сообщества восьми ассоциаций в местообитаниях, различающихся увлажнением, содержанием азота и кислотностью грунтов. **Научная новизна.** Впервые для лугов Среднего Подесенья выявлены ведущие абиотические факторы, воздействующие на факторы биомониторинга лугов: это климатические и гидрологические условия. Отмечено, что наиболее гомеостатичны мелкозлаковые луга на сухих почвах. Сделан вывод о тенденции снижения углероддепонирующей функции лугов. **Результаты.** Долговременный биомониторинг состояния сообществ естественных лугов по фоновым показателям показал наметившиеся изменения в структуре, биогеохимических функциях и продукционных процессах в разных местообитаниях (в первую очередь – по степени увлажнения). Неустойчивы в условиях изменяющегося климата и водности крупных рек в средней России сообщества ассоциаций крупнозлаковых долгопоемных лугов. Почвами лугов поддерживается кумулятивное звено биогеохимического цикла углерода. Почвенный пул органического углерода особенно важен, так как в биокосном теле углерод связывается на длительный промежуток времени и малоподвижен: снижение содержания органического углерода свидетельствует о дисбалансе углеродаккумулирующей функции пасторальных экосистем. Динамика содержания лабильного углерода, регистрируемая при воздействии стрессорных факторов абиотического характера, может использоваться в диагностических мероприятиях при оценке физических показателей почв.

Ключевые слова: луговые сообщества, абиотические факторы стресса, фитоценотические и структурные характеристики, экологическое луговедение, Нечерноземье РФ

Для цитирования: Поцепай С. Н., Анищенко Л. Н., Семышев М. В., Семышева В. М., Кухарь В. С. Эколого-биологическая характеристика динамических процессов луговых сообществ в поймах крупных рек Нечерноземья РФ // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 10. С. 1928–1941. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1928-1941.

Дата поступления статьи: 22.06.2026, ***дата рецензирования:*** 09.07.2026, ***дата принятия:*** 02.09.2026.

©Поцепай С. Н., Анищенко Л. Н., Семышев М. В., Семышева В. М., Кухарь В. С., 2026

Ecological and biological characteristics of dynamic processes of meadow communities in floodplains of large rivers of the Non-Black Soil Zone of the Russian Federation

S. N. Potsepai[1]✉, L.N. Anishchenko[2], M. V. Semyshev[1], V. M. Semysheva[1], V. S. Kukhar'
[1] Bryansk State Agrarian University, Kokino village, Bryansk region, Russia
[2] Bryansk State Academician I. G. Petrovski University, Bryansk, Russia
[3] Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia
✉*E-mail: snpotsepai@yandex.ru*

Abstract. In practical agroecology and grassland management, tasks are being addressed in connection with global ecological challenges, that demonstrate the dynamics of meadow production and ecological performance within the context of significant climate alterations and growing human influence. In the old-developed area of the Bryansk region, identifying the specific responses of pastoral ecosystems to external stress factors will allow for the development of recommendations for ecological farming and grassland management systems. **The purpose** of this study is to diagnose the directions of phytocoenotic and structural changes in meadow communities for the establishment of adaptive meadow management in the Non-Black Soil Zone of the Russian Federation. **Methods.** Route-based, geobotanical, biochemical methods were used. Changes in biomonitoring indicators in connection with ecological challenges for Russia have been carried out at permanent plots since 2014; the researches covered meadow communities of eight associations in habitats differing in moisture, nitrogen content, and soil acidity. **Scientific novelty.** It has been revealed for the first time that the primary abiotic factors impacting meadow biomonitoring in the Middle Podesenye: these are climatic and hydrological conditions. Observations indicate that small-grass meadows on dry soils exhibit the highest homeostasis. It is concluded that there is a trend of declining carbon sequestration by meadows. **Results.** The long-term biomonitoring of natural meadow communities based on background indicators has shown emerging changes in structure, biogeochemical functions and production processes across various habitats, primarily those differing in moisture levels. The communities of tall-grass long-floodplain meadows in Central Russia are unstable to the changing climate and the fluctuating water levels of large rivers. The cumulative link in the carbon biogeochemical cycle is maintained by meadow soils. The soil organic carbon pool is particularly important because carbon is bound in the biogenic substances for a long period and is poorly mobile: a decrease in soil organic carbon content indicates a carbon-accumulating function imbalance in pastoral ecosystems. Furthermore, the dynamics of labile carbon content, observed when soils are exposed to abiotic stress factors, can also be utilized in diagnostic procedures for evaluating their physical properties.

Keywords: meadow communities, abiotic stress factors, phytocenotic and structural characteristics, ecological meadow science, Non-Black Soil Zone of the Russian Federation

For citation: Potsepai S. N., Anishchenko L. N., Semyshev M. V., Semysheva V. M., Kukhar' V. S. Ecological and biological characteristics of dynamic processes of meadow communities in floodplains of large rivers of the Non-Black Soil Zone of the Russian Federation. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (10): 1928–1941. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-10-1928-1941. (In Russ.)

Date of paper submission: 22.06.2026, ***date of review:*** 09.07.2026, ***date of acceptance:*** 02.09.2026.

Постановка проблемы (Introduction)

Естественные динамические процессы на лугах – источниках богатых кормовых ресурсов – затрагивают структурные и функциональные характеристики сообществ, изменение которых вносят коррективы прежде всего в экономические планы, увеличивая себестоимость продукции, а также снижают биоразнообразие и гомеостаз природных образований [1–4]. Один из основных факторов, воздействующий на луговые сообщества, – изменение температурных условий, количества осадков (климатические условия), показательные явления для которых – снижение паводка на крупных реках и изменение в режиме водного и минерального питания лугов. Глобальные тенденции в нарастании общей температуры сред обитания (мировое потепление) оказывает необратимые изменения на вещественно-энергетические процессы, определяет динамику почвенных режимов, скорость естественных динамических изменений, в том числе и на лугах,

© Potsepai S. N., Anishchenko L. N., Semyshev M. V., Semysheva V. M., Kukhar' V. S., 2026

что неоднократно отмечалось в мировой науке. В практической агроэкологии и луговодстве в связи с мировыми экологическими вызовами решается ряд задач, направленных на констатацию направлений динамики лугов, углероддепонирующей способности почв, выявление скорости и направлений демутационных и сукцессионных процессов, что позволит внести рекомендации для системы экологического земледелия и луговодства [4–8]. В Центральной России луга имеют огромнейший эколого-экономический потенциал, поддержание которого – важнейшая национальная задача. В связи с новым складывающимся природно-ресурсным потенциалом местообитаний центра Нечерноземья РФ в работе поставлена цель – диагностировать направления фитоценотических и структурных изменений луговых сообществ для становления адаптивного луговодства. Работу стимулировали и новые стрессорные факторы – иссушение климата, уменьшение обводненности биотопов лугов, что повлекло снижение площадей долгопоемных, наиболее продуктивных лугов, необходимость поиска защитных мероприятий для ветровой эрозии, разработки агротехнических и фитоценотических реабилитационных работ.

Исследование продуктивности пойменных лугов, биохимического состава сена, эколого-биологических качеств травостоя, особенности биогеоценотических горизонтов начаты для центра Нечерноземья РФ с 2014 года. Наблюдаемые изменения позволили сформулировать некоторые общие тенденции динамических процессов, предложить меры по улучшению структуры и функции лугов.

Методология и методы исследования (Methods)

Биомониторинговые работы проводились на природных кормовых угодьях, естественных лугах, сформировавшихся в разных частях пойм рек второго порядка – Десны и Ипути в пределах Брянской области. Динамические показатели снимали на пробных площадях (ПП), выявляли видовую структуру луга при геоботаническом описании для выделения классификационных единиц эколого-флористической классификации с последующей экологической оценкой среды по индикационным шкалам Г. Элленберга [9–11]. ПП расположены на лугах в Красногорском, Клинцовском, Стародубском, Выгоничском, Брянском, Жуковском, Дубровском, Жирятинском административных районах с различным уровнем использования в отгонно-пастбищном животноводстве как сенокосные угодья. Синтаксономия луговой растительности разработана в соответствии с общими установками метода J. Braun-Blanquet [12]. Названия синтаксонов даны в соответствии с Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры [13]. Урожайность травостоя лугов определяли укосным методом на площадках в 1 м^2 в трехкратной повторности в третью декаду июня, в первую декаду августа, по среднему результату вычисляли урожайность (продуктивность). Укосы разбирали и отдельно определяли массу злаковых, бобовых растений и разнотравья в воздушно-сухом состоянии [14; 15].

Отбирали почвенные пробы для химического анализа на ПП площадью 10 м^2, грунт с глубины 0–10 см и фитомассу сосудистых растений с соблюдением основных требований по ГОСТу [16].

Лабораторно-химическим методом выявлялось содержание органического углерода Со, входящего в состав почвенного гумуса, с использованием вытяжки с 0,1М раствором NaOH; содержание лабильных гумусовых веществ Сл в вытяжке с 0,1 М раствором $Na_4P_2O_7$.

Биохимические показатели травостоя (корма, сена) проводили по рекомендованным методикам: сырую клетчатку – по ГОСТ 31675-2012, сырой белок – расчетным методом, используя общий азот (коэффициент 6,25), содержание фосфора [17].

Статистическая обработка данных проводилась общепринятыми методиками [18]. Наименования сосудистых растений приводили по сводке П. Ф. Маевского [19].

Результаты (Results)

Эколого-биологический мониторинг осуществлялся в сообществах луговой растительности восьми ассоциаций.

Наблюдения за динамикой эколого-биологических показателей проводили на стационарных учетных площадках с луговыми сообществами, представляющими модельный ряд от высокоувлажненных местообитаний до сухих (таблица 1). Краткое описание биоценозов естественных лугов представлено ниже.

Сообщества ассоциации *Phalaridetum arundinaceae* W. Koch ex Libbert 1931 – луговые биоценозы, образованы двукисточником тростниковидным, относятся к двукисточниковому виду, типу злаково-осоково-разнотравных сыроватых и сырых лугов, требовательны к условиям увлажнения. Сообщества имеют пограничное расположение между руслом и дренированными участками, занимают свежие наносы, мелководные участки, сырые прибрежья, поймы по низким уровням на аллювиальных средних и тяжелых суглинках.

Сообщества ассоциации *Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis* Bulokhov 2001 (центральная пойма) – биоценозы лугов, относящиеся к типу сибирскоборщевиково-луговолисохвостовой, подгруппе разнотравных злаковых лугов. Биоценозы встречаются в центральной пойме, реже – в прирусловой на дерновых суглинистых почвах.

Сообщества ассоциации *Anthoxantho – Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 относятся к душистоколосково-тонкополевичному типу, подгруппе разнотравно-мелкотравных сухих и свежих лугов; формируются по склонам северной и северо-восточной экспозиции, на комплексе овражно-

балочных почв – слабооподзоленных песчаных и супесчаных почвах.

Сообщества ассоциации *Poo palustris – Alopecuretum pratensis* Sapegin 1986 – биоценозы лугов, относящихся к болотномятниково-луговолисохвостовому типу, подгруппе злаково-осоково-разнотравных сыроватых и сырых лугов на умеренно пониженных участках центральной и притеррасной пойм, по ровным пониженным участкам на влажных и сырых пойменных слоистых и слоисто-зернистых глеевых легко- и среднесуглинистых почвах.

Сообщества ассоциации *Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčková 1978 характеризуются бедными видами высокотравных сообществ на сырых почвах. Аспект создает таволга вязолистная. Луга вербейниково-вязолистнолабазниковые, относящиеся к разнотравным, сырым, встречаются в центральной пойме на болотно-иловатых торфяно-глеевых почвах.

Сообщества ассоциации *Koelerio delavignei – Festucetum rubrae* Bulokhov 2001 – луговые биоценозы, относящиеся к мелкозлаковым, распространены по гривам в центральной и прирусловой части поймы, на дерновых супесчаных почвах.

Сообщества ассоциации *Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae* Bulokhov 2001 относятся к обыкновеннолабазниково-красноовсяницевому типу, подгруппе злаково-разнотравных лугов, сообществу с доминированием овсяницы ного. Распространены в прирусловой части поймы, занимая пространство по низким гривам, на дерновых супесчаных почвах.

Таблица 1

Обобщенная характеристика местообитаний для изученных сообществ луговой растительности

Синтаксоны луговой растительности	Баллы по шкалам Г. Элленберга			Характеристика субстратов и местообитаний на момент первоначальных описаний
	B	K	N	
Phalaridetum arundinaceae Libbert 1931	8,0	6,9	5,9	Сырые (сильно обводненные) почвы, околонейтральные, с умеренным содержанием азота
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis Alexandrova 1989	7,9	5,7	5,1	Сырые (сильно обводненные) почвы, слабокислые, с умеренным содержанием азота
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae Balátová-Tuláčková 1978	7,7	4,7	5,3	Сырые (сильно обводненные) почвы, среднекислые, со средним содержанием азота
Poo palustris – Alopecuretum pratensis Sapegin 1986	6,9	6,2	5,4	Влажные почвы, слабокислые, со средним содержанием азота
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis Bulokhov 2001	4,9	5,3	5,0	Свежие и влажные почвы, среднекислые, умеренно обеспеченные азотом
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae Bulokhov 2001	4,5	5,3	5,2	Сухие (или свежие) почвы, среднекислые, со средним содержанием азота
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae Bulokhov 2001	4,2	5,4	4,3	Сухие почвы, среднекислые, бедные азотом
Anthoxantho – Agrostietum tenuis Sill. 1933 em. Jurko 1969	4,0	4,2	4,2	Сухие почвы, среднекислые, бедные азотом

Table 1

General characteristics of habitats for the studied meadow vegetation communities

Meadow vegetation syntaxa	*G. Ellenberg's scale scores*			*Characteristics of substrates and habitats at the time of the original descriptions*
	B	*K*	*N*	
Phalaridetum arundinaceae Libbert 1931	*8.0*	*6.9*	*5.9*	*Waterlogged, near-neutral soils with moderate nitrogen content*
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis Alexandrova 1989	*7.9*	*5.7*	*5.1*	*Wet (highly waterlogged) soils, slightly acidic, with moderate nitrogen content*
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae Balátová-Tuláčková 1978	*7.7*	*4.7*	*5.3*	*Wet (highly waterlogged) soils, moderately acidic, with medium nitrogen content*
Poo palustris – Alopecuretum pratensis Sapegin 1986	*6.9*	*6.2*	*5.4*	*Moist soils, slightly acidic, moderately nitrogen-rich*
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis Bulokhov 2001	*4.9*	*5.3*	*5.0*	*Fresh and moist soils, medium-acid, moderately rich in nitrogen*
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae Bulokhov 2001	*4.5*	*5.3*	*5.2*	*Dry (or fresh) soils, medium-acid, moderately rich in nitrogen*
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae Bulokhov 2001	*4.2*	*5.4*	*4.3*	*Dry, moderately acidic, nitrogen-poor soils*
Anthoxantho – Agrostietum tenuis Sill. 1933 em. Jurko 1969	*4.0*	*4.2*	*4.2*	*Dry soils, of medium acidity, poor in nitrogen*

Таблица 2

Изменения в луговых сообществах Нечерноземья РФ

Сообщества ассоциаций	Общее число видов в ассоциации			Число видов в отдельных описаниях			Высота травостоя, м, *M ±m*		
	1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Phalaridetum arundinaceae	39	35	33	4–15	5–12	5–12	1,80 ±0,2	1,65 ±0,2	1,53 ±0,2
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis	42	40	39	5–17	5–15	5–11	1,30 ±0,2	1,15 ±0,2	1,17 ±0,2
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae	35	34	31	7–22	5–17	5–16	1,85 ±0,2	1,77 ±0,2	1,60 ±0,2
Poo palustris – Alopecuretum pratensis	33	30	32	7–19	6–17	6–17	1,63 ±0,2	1,59 ±0,2	1,57 ±0,2
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis	39	35	38	8–20	8–19	8–18	1,55 ±0,2	1,50 ±0,2	1,47 ±0,2
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae	31	37	37	9–25	9–27	10–27	1,42 ±0,2	1,47 ±0,2	1,50 ±0,2
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae	38	39	38	9–23	9–28	8–27	1,57 ±0,2	1,65 ±0,2	1,68 ±0,2
Anthoxantho – Agrostietum tenuis	29	30	30	5–15	5–16	5–16	1,27 ±0,2	1,32 ±0,2	1,37 ±0,2

*Примечание. * Периоды наблюдений аналогичны данным в тексте.*

Table 2

Changes in meadow communities of the Non-Black Soil Zone of the Russian Federation

Association communities	*Total number of species in the association*			*Number of species in individual descriptions*			*Herbage height, m, M ±m*		
	*1**	*2*	*3*	*1*	*2*	*3*	*1*	*2*	*3*
Phalaridetum arundinaceae	*39*	*35*	*33*	*4–15*	*5–12*	*5–12*	*1.80 ±0.2*	*1.65 ±0.2*	*1.53 ±0.2*
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis	*42*	*40*	*39*	*5–17*	*5–15*	*5–11*	*1.30 ±0.2*	*1.15 ±0.2*	*1.17 ±0.2*
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae	*35*	*34*	*31*	*7–22*	*5–17*	*5–16*	*1.85 ±0.2*	*1.77 ±0.2*	*1.60 ±0.2*
Poo palustris – Alopecuretum pratensis	*33*	*30*	*32*	*7–19*	*6–17*	*6–17*	*1.63 ±0.2*	*1.59 ±0.2*	*1.57 ±0.2*
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis	*39*	*35*	*38*	*8–20*	*8–19*	*8–18*	*1.55 ±0.2*	*1.50 ±0.2*	*1.47 ±0.2*
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae	*31*	*37*	*37*	*9–25*	*9–27*	*10–27*	*1.42 ±0.2*	*1.47 ±0.2*	*1.50 ±0.2*
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae	*38*	*39*	*38*	*9–23*	*9–28*	*8–27*	*1.57 ±0.2*	*1.65 ±0.2*	*1.68 ±0.2*
Anthoxantho – Agrostietum tenuis	*29*	*30*	*30*	*5–15*	*5–16*	*5–16*	*1.27 ±0.2*	*1.32 ±0.2*	*1.37 ±0.2*

*Note. * Observation periods are similar to the data in the text.*

Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis Alexandrova 1989 –луговые сообщества, внешний облик которых объединяет бекмания, из которой складывается первый фитоценотический горизонт. Относятся к бекманиевому типу, подгруппе злаково-осоково-разнотравных сыроватых и сырых лугов. В луговых сообществах распространены субгалофитные виды, которые определяют облик сообщества на поймах крупных рек; они образуют невысокий травостой по межгривным низинам перегнойно-глеевых суглинистых почв.

Результаты динамики показателей для лугового биомониторинга представлены за 2015–2017 годы (1-й период), 2018–2021 годы (2-й период), 2022–2024 годы (3-й период).

Наблюдения позволили выявить изменения в фитоценотических характеристиках луговых сообществ, которые связываются в первую очередь с климатическими характеристиками местности, уровнем разливов крупных рек и динамическими процессами межени.

В условиях ксерофитизации климата, значительного сокращении половодья и обводненности пойменных местообитаний за девятилетний период наблюдений выявлены изменения в биологических характеристиках сообществ. Наибольшая динамика выявлена для биоценозов лугов в увлажненных местообитаниях: сокращаются число видов в ассоциации, встречаемость видов в описаниях, а также высота травостоя, которая определяет первичную продуктивность сообщества. В сообществах ассоциации *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 зарегистрированы виды нитрофильных и нарушенных местообитаний *Echinocystis lobata*, *Urtica*

dioica, *Cirsium arvense*, которые уменьшают общее разнообразие биоценозов, снижают питательную ценность травостоя. Сообщества ассоциации *Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989 сократили свою площадь, они стали замещаться сообществами с доминированием менее влаголюбивых осок (*Carex vulpina*), *Ranunculus repens*. Так как сообщества *Poo palustris – Alopecuretum pratensis* Sapegin 1986 формируются как стадия сукцессий лисохвостовых лугов, сокращающих площадь распространения по территории области, для биоценозов изменения менее заметны, но и для них выявлены уменьшение высоты травостоя и снижение числа видов в описаниях. Для некоторых учетных площадок с присутствием характерных выпасов скота без периода восстановления луга характерно внедрение чужеродных и рудеральных видов: *Cirsium arvense* – кратковременное присутствие вида на больших площадях в биоценозах *Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis*; на богатых субстратах – крапивы двудомной; быстро распространяется *Potentilla amserina* в местах перевыпаса при благоприятном увлажнении, снижая структурное и фитоценотическое разнообразие. Особую опасность представляет инвазивный вид *Echinocystis lobata*, который, быстро распространяясь, полностью перестраивает сообщества в переувлажненных местообитаниях – *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931.

Биоценозы ассоциации *Anthoxantho – Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969, занимающие наиболее сухие местообитания, мало изменили показатели биоразнообразия, однако площадь этих сообществ сокращается ввиду низкой устойчивости против выпаса. Внедрение чужеродного вида – *Erigeron septentrionalis* – снижает питательную ценность сена, а впоследствии – продуктивность лугов.

Сообщества ассоциаций *Koelerio delavignei – Festucetum rubrae* Bulokhov 2001 и *Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae* Bulokhov 2001 в условиях ксерофитизации климата увеличили фитоценотическое и структурное разнообразие; в их биоценозы внедрились некоторые виды, малотребовательные к увлажнению и содержанию почвенного азота (таблица 2). Однако для ряда учетных площадей с нерегулируемым выпасом зарегистрировано быстрое распространение высокомобильного вида с высокой жизненностью – *Calamagrostis epigeios*, формирующего быстро увеличивающиеся по площади одноименные сообщества, которые проигрывают по хозяйственной ценности лугам из овсяницы красной. Таким образом, динамические ряды в изучаемых модельных сообществах лугов отражают естественный ход смен биоценозов при снижении количества осадков, поступающей влаги во время половодий в условиях повышения температуры за вегетационный период.

Изменения характеристик продуктивности – один из биомониторинговых показателей, который используется для планирования реабилитационных мероприятий на лугах, подбора компонентов для конструирования сеяных лугов (таблица 3).

Таблица 3

Динамические характеристики урожайности сена (ц/га) по годам исследования

Сообщества ассоциаций	Урожайность травостоя, ц/га, *M ±m*		
	1*	2	3
Phalaridetum arundinaceae	37,4 ±2,4	30,2 ±2,2	30,1 ±2,1
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis	20,2 ±2,1	15,3 ±1,5	15,5 ±2,0
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae	18,7 ±2,0	14,2 ±2,0	15,1 ±2,1
Poo palustris – Alopecuretum pratensis	28,8 ±2,3	26,1 ±2,5	26,8 ±2,1
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis	19,7 ±2,1	18,6 ±2,0	19,1 ±1,7
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae	13,9 ±1,5	14,1 ±2,1	14,2 ±2,0
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae	15,4 ±1,7	15,0 ±2,0	15,1 ±2,0
Anthoxantho – Agrostietum tenuis	10,4 ±1,3	9,9 ±1,1	9,7 ±1,1

*Примечание. * Периоды наблюдений аналогичны данным в тексте.*

Table 3

Dynamic characteristics of hay yields (c/ha) by study year

Association communities	*Herbage yields, c/ha, M ±m*		
	*1**	*2*	*3*
Phalaridetum arundinaceae	*37.4 ±2.4*	*30.2 ±2.2*	*30.1 ±2.1*
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis	*20.2 ±2.1*	*15.3 ±1.5*	*15.5 ±2.0*
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae	*18.7 ±2.0*	*14.2 ±2.0*	*15.1 ±2.1*
Poo palustris – Alopecuretum pratensis	*28.8 ±2.3*	*26.1 ±2.5*	*26.8 ±2.1*
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis	*19.7 ±2.1*	*18.6 ±2.0*	*19.1 ±1.7*
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae	*13.9 ±1.5*	*14.1 ±2.1*	*14.2 ±2.0*
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae	*15.4 ±1.7*	*15.0 ±2.0*	*15.1 ±2.0*
Anthoxantho – Agrostietum tenuis	*10.4 ±1.3*	*9.9 ±1.1*	*9.7 ±1.1*

*Note. * Observation periods are similar to those in the text.*

Урожайность (первичная продукция) травостоя отражает типологию лугов и соответствует данным, полученным ранее для Нечерноземья РФ. Однако при снижении количества осадков, отсутствии половодья, характерного для рек второго порядка в период с 2017 года по настоящее время, изменении видовой структуры биоценозов, зарегистрированных для некоторых ассоциаций, хорошо выявляется снижение продуктивности; для всех вариантов изменения статистически недостоверны. Наибольшие потери в первичной продукции выявлены для биоценозов ассоциации *Phalaridetum arundinaceae*, *Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis*, *Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae*. Для ксерофитных мелкозлаковых лугов колебания продуктивности менее ярко выражены, для сообщества келериево-красноовсяницевого выявлено незначительное возрастание урожайности. Эти процессы обусловлены не только абиотическими факторами климата, но и внедрением видов в луговые ценозы, произошедшем ввиду сукцессионных смен. Наиболее стабильны по урожайности луга суховатых и сухих местообитаний.

Сравнительная характеристика продуктивности луговых сообществ за 1999–2001 годы (автор – профессор А. Д. Булохов) и в первую четверть XX века показали статистически значимые отличия в средних показателях биомассы травостоя в аналогичных сообществах.

Биохимические особенности травостоя важны для оценки экологической функции лугов и хозяйственной ценности естественных сообществ.

Наиболее значимые показатели – сырая клетчатка, содержание азота и фосфора в сенаже (травостое) – изменяются по годам (рис. 1–3).

Сырая клетчатка как один из показателей питательности сена имеет достаточно высокие значения для лугов на сухих и переувлажненных почвах. Для травостоя первых шести исследованных сообществ наблюдались изменения в сторону уменьшения содержания сырой клетчатки. Неблагоприятные абиотические условия изменяли процессы биосинтеза у доминирующих видов растений, вероятно, уменьшая их интенсивность. Наиболее подвержены абиотическому стрессу растения сообществ на переувлажненных и влажных местообитаниях.

Содержание фосфора в травостое двукисточниковых, келериево-красноовсяницевых, душистоколосково-тонкополевичных сообществ наибольшее из исследованных. За период исследований показатели фосфора в сенаже уменьшились для сообществ ассоциации переувлажненных лугов.

Наиболее заметно уменьшение азота в травостое двукисточниковых, бекманиевых, болотно-мятликово-луговолисохвостовых сообществ ввиду изменения фитоценотического состава основных ценозообразователей и неблагоприятных абиотических факторов для биосинтеза. Практически не менялись показатели азота в сенаже мелкозлаковых и суходольных лугов. Содержание азота в травостое двукисточниковых и душистоколосково-тонкополевичных биоценозов практически совпадает.

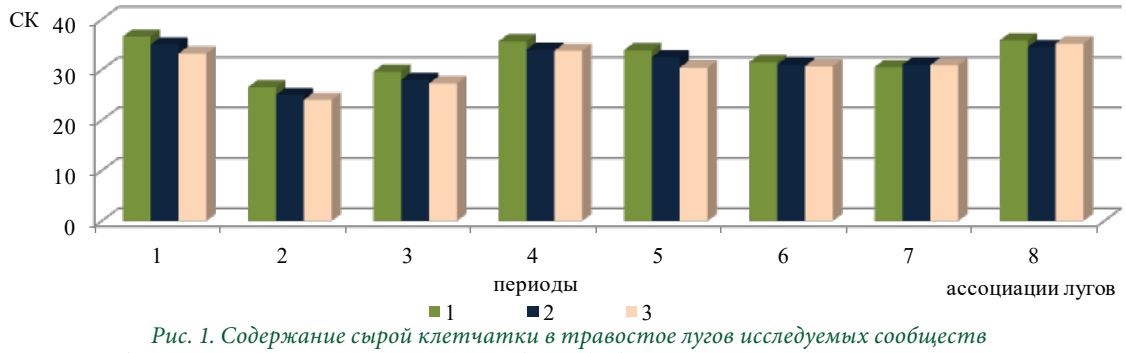


Рис. 1. Содержание сырой клетчатки в травостое лугов исследуемых сообществ
СК – содержание сырой клетчатки, %. Периоды наблюдений соответствуют указанным в тексте. Ассоциации лугов аналогичны обозначениям таблицы 1

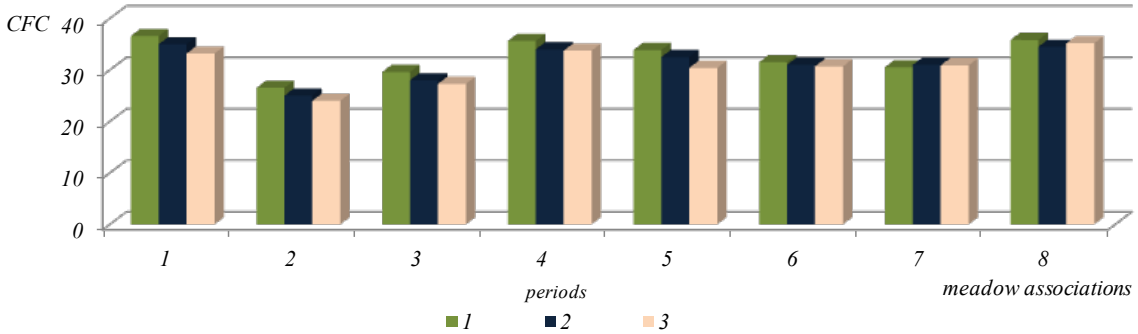


Fig. 1. Crude fiber content in the herbage – the studied meadow communities
CFC – crude fiber content, %. Observation periods correspond to those indicated in the text. Meadow associations are similar to those in Table 1

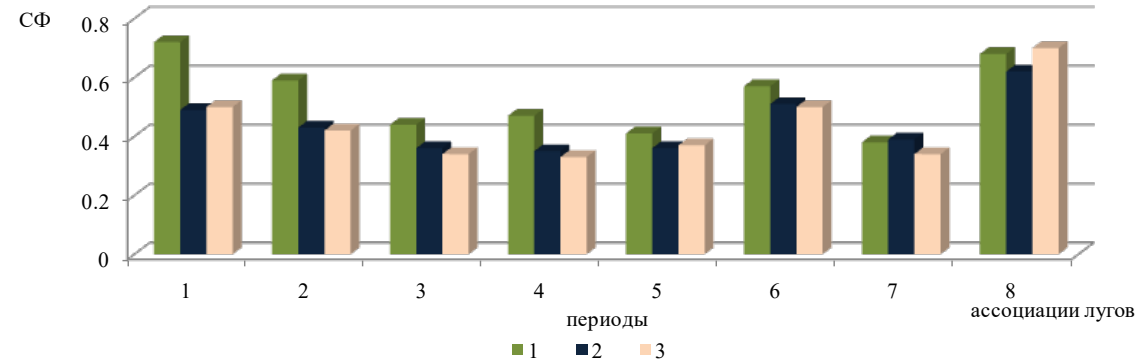


Рис. 2. Содержание фосфора в травостое лугов исследуемых сообществ
СФ – содержание фосфора, %. Периоды наблюдений соответствуют указанным в тексте.
Ассоциации лугов аналогичны обозначениям таблицы 1

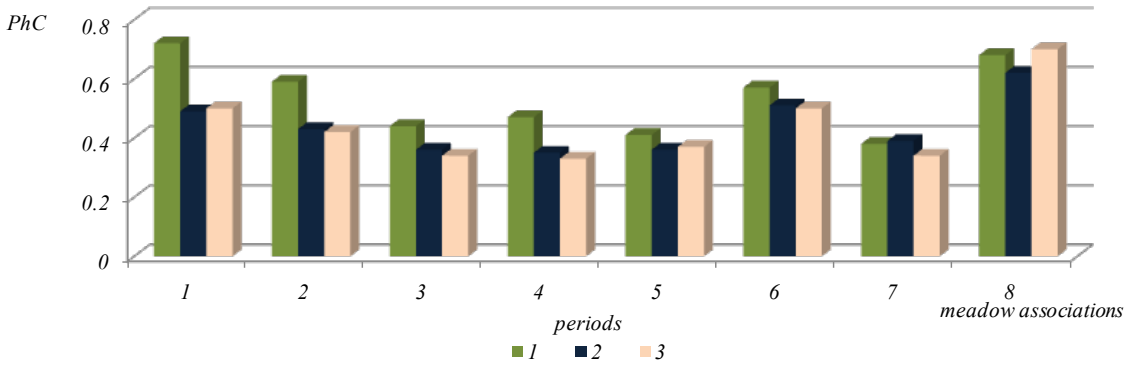


Fig. 2. Phosphorus content in the herbage – the studied communities
PhC – phosphorus content, %. Observation periods correspond to those indicated in the text.
Meadow associations are similar to those in Table 1

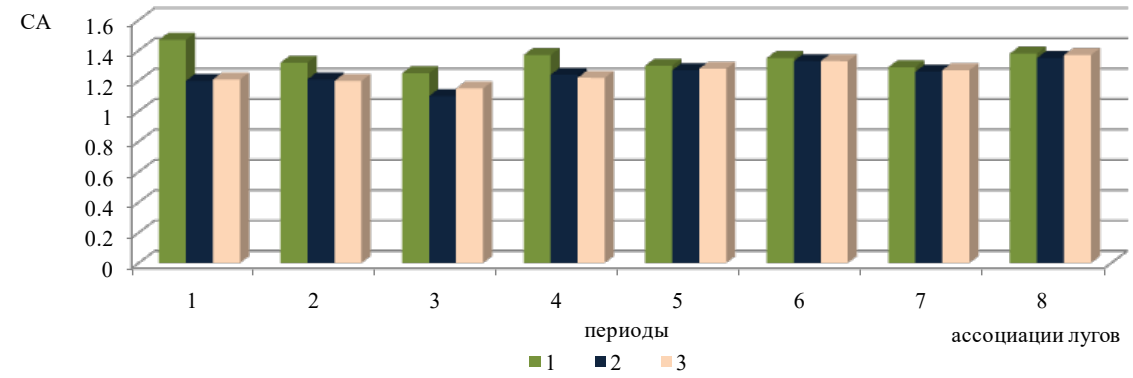


Рис. 3. Содержание азота в травостое лугов исследуемых сообществ
СА – содержание азота, %. Периоды наблюдений соответствуют указанным в тексте.
Ассоциации лугов аналогичны обозначениям таблицы 1

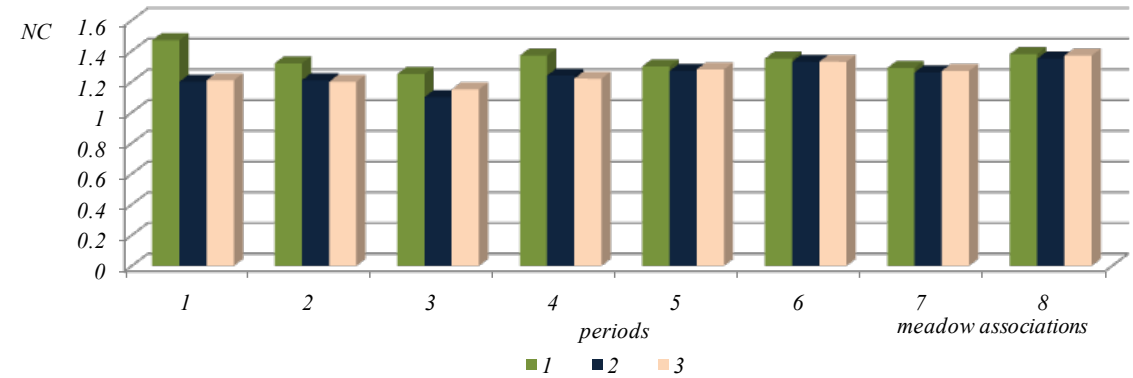


Fig. 3. Nitrogen content in the meadow herbage – the studied communities
NC – nitrogen content, %. Observation periods correspond to those indicated in the text.
Meadow associations are similar to those in Table 1

Таблица 4

Содержание органического углерода в почвах луговых сообществ в динамическом наблюдении

Сообщества ассоциаций/ варианты	Показатели Со, % к почве / Сл, % от Со, *M ±m*		
	1*	2	3
Phalaridetum arundinaceae	1,31 ±0,3 / 17,5 ±1,2	1,27 ±0,2 / 14,1 ±1,1	1,23 ±0,2 / 13,5 ±1,1
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis	1,27 ±0,4 / 14,3 ±1,1	1,20 ±0,2 / 11,3 ±1,1	1,19 ±0,2 / 10,5 ±1,1
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae	1,25 ±0,3 / 16,9 ±1,2	1,21 ±0,2 / 14,4 ±1,1	1,20 ±0,2 / 13,7 ±1,1
Poo palustris – Alopecuretum pratensis	1,35 ±0,3 / 19,9 ±1,3	1,32 ±0,2 / 17,7 ±1,1	1,31 ±0,2 / 16,4 ±1,1
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis	1,34 ±0,3 / 20,6 ±1,4	1,32 ±0,2 / 19,1 ±1,2	1,35 ±0,2 / 21,1 ±1,2
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae	1,32 ±0,3 / 22,7 ±1,5	1,33 ±0,2 / 22,1 ±1,3	1,33 ±0,3 / 22,9 ±1,3
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae	1,35 ±0,3 / 23,4 ±1,5	1,36 ±0,3 / 23,1 ±1,2	1,38 ±0,3 / 24,6 ±1,2
Anthoxantho – Agrostietum tenuis	1,28 ±0,3 / 18,9 ±1,3	1,29 ±0,3 / 19,3 ±1,2	1,30 ±0,3 / 19,9 ±1,2

*Примечание. * Периоды наблюдений соответствуют указанным в тексте.*

Table 4

Organic carbon content in soils of meadow communities in dynamic observation

Association communities / variants	*Indicators Co, % to the soil / Cl, % from Co, M ±m*		
	*1**	*2*	*3*
Phalaridetum arundinaceae	*1.31 ±0.3 / 17.5 ±1.2*	*1.27 ±0.2 / 14.1 ±1.1*	*1.23 ±0.2 / 13.5 ±1.1*
Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis	*1.27 ±0.4 / 14.3 ±1.1*	*1.20 ±0.2 / 11.3 ±1.1*	*1.19 ±0.2 / 10.5 ±1.1*
Lysimachio vulgaris – Filipenduletum ulmariae	*1.25 ±0.3 / 16.9 ±1.2*	*1.21 ±0.2 / 14.4 ±1.1*	*1.20 ±0.2 / 13.7 ±1.1*
Poo palustris – Alopecuretum pratensis	*1.35 ±0.3 / 19.9 ±1.3*	*1.32 ±0.2 / 17.7 ±1.1*	*1.31 ±0.2 / 16.4 ±1.1*
Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis	*1.34 ±0.3 / 20.6 ±1.4*	*1.32 ±0.2 / 19.1 ±1.2*	*1.35 ±0.2 / 21.1 ±1.2*
Koelerio delavignei – Festucetum rubrae	*1.32 ±0.3 / 22.7 ±1.5*	*1.33 ±0.2 / 22.1 ±1.3*	*1.33 ±0.3 / 22.9 ±1.3*
Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae	*1.35 ±0.3 / 23.4 ±1.5*	*1.36 ±0.3 / 23.1 ±1.2*	*1.38 ±0.3 / 24.6 ±1.2*
Anthoxantho – Agrostietum tenuis	*1.28 ±0.3 / 18.9 ±1.3*	*1.29 ±0.3 / 19.3 ±1.2*	*1.30 ±0.3 / 19.9 ±1.2*

*Note. * The observation periods correspond to those specified in the text.*

Богат сырой клетчаткой сенаж двукисточникового (36,58 %), болотномятликово-луговолисохвостового (35,63 %), душистоколосково-тонкополевичного (35,83 %) типов лугов, в составе которого обнаружено наибольшее содержание N и P (в % на воздушно-сухую навеску). Валовое содержание N и P (минимальное и максимальное) в сенаже типов лугов различается достоверно ($t_{факт} > t_{теор}$). Изменения в биохимических показателях травостоя луговых сообществ изменялись, отличия статистически недостоверны. Луговые сообщества на суходолах ввиду малого количества заготавливаемой растительной массы используют в основном для выпаса животных, остальные изученные виды – и для получения высококачественных питательных кормов, в том числе и силосования.

Однако снижение содержания азота и фосфора уменьшает качество сена, что неблагоприятно сказывается на экономических показателях эксплуатации лугов, особенно при уменьшении общей продуктивности у некоторых биоценозов.

Распределение органического углерода в компонентах естественных лугов разнообразно и включает следующие пулы: в подземной части (корнях, корневищах, клубнях, луковицах), надземных частях. При этом часть органики в слое побеговой массы 2–3 см над поверхностью почвы регистрируется как растительные остатки и ветошь; они быстро минерализуются и удаляются в виде углекислого газа. Развитие растительного покрова луговых сообществ как естественных, так и сеяных способствует трансформации субстрата, т. е. биокосного тела – почвы, поэтому депонирование углерода в почве – один из значительных компонентов биогеохимического цикла углерода. Регистрируемый процесс изменения содержания общего углерода

(Со) и лабильного углерода (Сл) в луговых почвах зависит и от доминирующих растений, создающих биоценоз, и регулируется режимом увлажнения, активностью почвенных микроорганизмов, контролирующих процессы разложения биомассы. Физические свойства почвы определяются лабильным углеродом, способствуют удержанию влаги за счет структурирования почвы. Уменьшение показателей Сл свидетельствует о начальных процессах изменения физических характеристик почвы, которые косвенно свидетельствуют о нарушениях координирующей функции растительного покрова (таблица 4).

Показатели Со свидетельствуют о депонировании углерода и запасании его в доступных для биоты органических соединениях. Для почв под гигрофильными и долгопоемными лугами (сообщества 1–4) за период наблюдений отмечено уменьшение Со и Сл; особенно значительное снижение для сообществ ассоциации *Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis*, что свидетельствует о крайнем изменении регулирующей поток углерода функции растительного покрова (снижение статистически достоверно). Незначительное увеличение Со и Сл выявлено для почв под биоценозами *Heracleo sibirici – Alopecuretum pratensis*, *Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae*, *Anthoxantho – Agrostietum tenuis* (различия статистически недостоверны). Для исследованных почв под этими лугами органический углерод Со возрастает более значительно, чем показатели Сл. Вероятно, накопление углерода находится под контролем микроорганизмов, микрогруппировки которых перестраиваются медленнее, чем сообщества высших сосудистых растений. Для келериево-красноовсяницевых лугов (*Koelerio delavignei – Festucetum rubrae*) выявлены стабильные данные по видам углерода, что свидетельствует о стабильности процессов биогеохимического цикла углерода, адаптированности биотического комплекса к воздействию стрессорных факторов. Таким образом, стабильность Со свидетельствует о выполнении почвами лугов накопительной (углеродной) функции, обеспечивающей воспроизводство и рост биомассы надземной части биоценоза, снижение парникового эффекта и устранение карбоновой проблемы. Отсутствие колебаний содержания органического углерода в почвах определяется нивелированием его потерь – через уменьшение процессов минерализации при устранении механического удаления части профиля почв с процессами эрозии. Эти стабилизирующие гомеостатическое равновесие биогеохимического цикла факторы оказываются нарушенными в почвах крупнозлаковых долгопоемных лугов в связи с изменением, в первую очередь, режима увлажнения.

Для выяснения причин разнообразия структурных и фитоценотических показателей, а также депонирующей способности почв лугов разной степени увлажнения, кислотности субстрата и содержания азота проанализированы показатели гидротермического коэффициента (рис. 4) и высоты снежного покрова (рис. 5): эти показатели наиболее ярко и динамично изменялись в староосвоенном регионе.

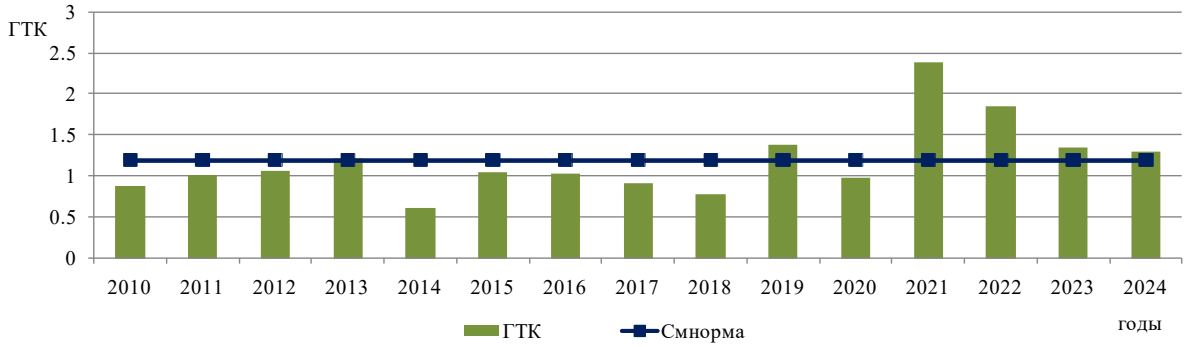


Рис. 4. Динамика гидротермического коэффициента (в баллах) в Брянской области
ГТК – гидротермический коэффициент. Смнорма – среднемноголетняя норма (1,2)

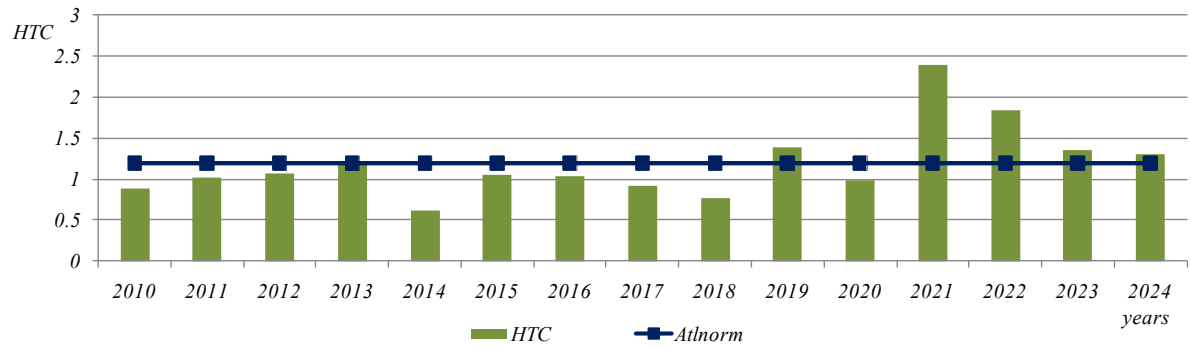


Fig. 4. Dynamics – the hydrothermal coefficient (in points) in the Bryansk region
HTC – hydrothermal coefficient. Altnorm – average long-term norm (1.2)

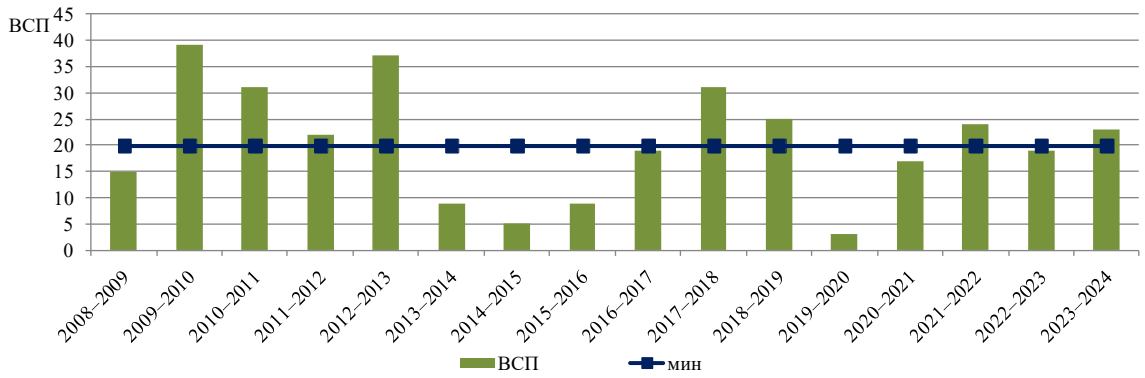


Рис. 5. Динамика высоты снежного покрова (см) в Брянской области
ВСП – высота снежного покрова. Мин – минимальное значение высоты снежного покрова для обеспечения стока

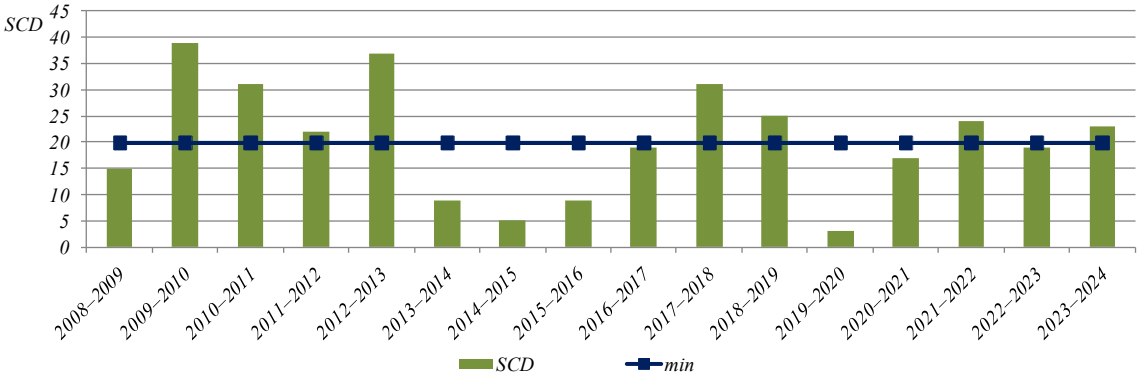


Fig. 5. Dynamics – snow cover depth (cm) in the Bryansk region
SCD – snow cover depth. Min – minimum snow cover depth required to ensure runoff

Начиная с 2010 года обеспеченность влагой ниже среднемноголетней нормы, что выступает одним из основных лимитирующих показателей скорости, мощности, продолжительности вегетации растений. С 2021 года ГТК имеет тенденцию к увеличению выше среднемноголетних значений, что не может не сказаться положительно на приросте биомассы. Наименьший ГТК выявлен для 2010, 2014, 2018 годах, что подтверждает нестабильность климата в административном центре Нечерноземья РФ.

Одна из причин разной величины разлива рек – мощность снежного покрова, его плотность и влагонасыщенность. Показатель величины снегового покрова – один из основных, на территории Брянской области имеет тенденцию к многолетним значительным колебаниям; наибольшая величина снежного покрова зарегистрирована в 2009 году (рис. 5).

По данным авторов, мощность снежного покрова в 20 см и ниже не обеспечивает сток, так как снег сходит до наступления положительных температур из-за парникового эффекта. С 2008 года выявлено 8 зимних периодов с минимальной величиной снежного покрова, не поддерживающего сток (50,0 % от всех проанализированных данных по годам). Однако в весенний период 2013 и 2023 годов, по данным гидрометеорологической статистики, был зарегистрирован наибольший уровень воды в реках Десне и Болве, что в связи с многолетним разрывом в значениях «высокой воды» не может обеспечить долгопоемное увлажнение на лугах и обеспечение их элементами питания.

Важен также и показатель суммы эффективных температур, который определяет интенсивность вегетации растительности и обеспечивает продуктивность; однако у этих значений выявлена тенденция незначительного прироста с 2014 по 2022 год. Также нами учтены годовая сумма осадков за период с 2010 года, сумма осадков за вегетационный период, среднегодовая температура: за период с 2014 по 2019 год она составляла 7,4 °С, с 2020 по 2024 год – 7,8 °С; с 2009 по 2013 год – 6,8 °С.

Установлено, что положительная сильная взаимосвязь характеризует переменные: биомасса травостоя (первичная биомасса) – ГТК (r = 0,72), биомасса – сумма осадков за вегетационный период, среднегодовая сумма осадков (r = 0,71); средняя положительная связь – биомасса – сумма эффективных температур (r = 0,55), биомасса – среднегодовая температура (r = 0,56), содержание углерода (Со и Сл) – ГТК (r = 0,59), содержание углерода – среднегодовая сумма осадков (r = 0,54), содержание углерода в почвах – сумма эффективных температур (r = 0,52), высота травостоя – сумма осадков за вегетационный период (r = 0,53); умеренная по-

ложительная связь рассчитана для показателей: содержание азота, фосфора и сырой клетчатки – ГТК (r = 0,48), содержание углерода в почве – среднегодовая температура (r = 0,44). Расчет статистических взаимоотношений описанных для лугов показателей подтверждает, что в местообитаниях средней России одни из ведущих факторов, воздействующих на биомониторинговые показатели лугов, – абиотические климатические и гидрологические факторы. В большей степени от воздействия погодных условий, величины паводка крупных водных объектов зависят долгопоемные крупнозлаковые луга. Эту тенденцию отмечают и отечественные геоботаники, подтверждая негативные тенденции описаниями нарушенной структуры биоценозов, частичного уменьшения фитоценотического разнообразия.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Долговременный биомониторинг состояния сообществ естественных лугов по фоновым показателям показал наметившиеся изменения в структуре, биогеохимических функциях и продукционных процессах в разных местообитаниях, в первую очередь по степени увлажнения. Неустойчивы в условиях изменяющегося климата и водности крупных рек в средней России сообщества ассоциаций крупнозлаковых долгопоемных лугов. Потеря хозяйственно ценных качеств травостоя выявлена для ассоциаций *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, *Agrostio stoloniferae – Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989. Эта тенденция обусловлена снижением фитоценотического разнообразия и, как следствие, инвазии адвентов. В условиях ксерфитизации климата наиболее динамична первичная продуктивность (урожай травостоя). Незначительно изменяются биохимические данные травостоя – содержание азота, фосфора и сырой клетчатки.

Наиболее гомеостатичны при смене климатических характеристик и гидрологических показателей сообщества мелкозлаковых лугов на сухих почвах: биоценозы ассоциаций *Koelerio delavignei– Festucetum rubrae* Bulokhov 2001, *Filipendulo vulgaris – Festucetum rubrae* Bulokhov 2001. В дальнейшем мелиоративные мероприятия по восстановлению и поддержанию ценотических характеристик целесообразны именно для этих сообществ. Однако описанные изменения в естественных лугах в местообитаниях Нечерноземья РФ – иллюстрация демутацинных смен и первичных стадий сукцессий. Таким образом, необходимо разрабатывать рекультивационные мероприятия с учетом выявленных изменений и подсева травянистых видов-ксерофитов для сохранения функций лугов. Выборочное агротехническое облагораживание пасторальных сообществ (с выпасом) не приведет к восстановлению разнообразия и структурных функций.

Почвами лугов поддерживается кумулятивное звено биогеохимического цикла углерода. Почвенный пул Со особенно важен, так как в биокосном теле углерод связывается на длительный промежуток времени и малоподвижен. Таким образом, снижение содержания Со свидетельствует о начале (или течении) дисбаланса углероддепонирующей функции лугов, что снижает общебиосферное и глобальное значение долгопоемных лугов в проблеме карбонизации. Также динамика содержания лабильного углерода, регистрируемая при воздействии стрессорных факторов абиотического характера, может использоваться в диагностических мероприятиях при оценке физических показателей почв.

Библиографический список

1. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А., Панасенко Н. Н., Харин А. В., Ахромеев Л. М. Разнообразие и динамика травяной растительности поймы реки Десны. Брянск: РИСО БГУ, 2021. 240 с.

2. Порфирьев Б. Н. Устойчивое развитие, климат и экономический рост: стратегические вызовы и решения для России. Санкт-Петербург: СПбГУП, 2020. 40 с.

3. Chang J., Ciais, P., Gasser T., et al. Climate warming from managed grasslands cancels the cooling effect of carbon sinks in sparsely grazed and natural grasslands // Nature Communications. 2021. Vol. 12. Article number 118. DOI: 10.1038/s41467-020-20406-7.

4. Ksenofontov M. Y., Polzikov D. A. On the issue of the impact of climate change on the development of Russian agriculture in the long term // Studies on Russian Economic Development. 2020. Vol. 31, No. 3. Pp. 304–311. DOI: 10.1134/S1075700720030089.

5. Белолюбцев В. Л., Куприянов А. Н., Кузнецов И. А. [и др.]. Средостабилизирующая роль многолетних трав в условиях современных вызовов экологического и климатического характера // АгроЭкоИнфо. 2023. № 1. DOI: 10.51419/202131127.

6. Иванов Д. А., Хархардинов Н. А., Курпас К. С. Зависимость продуктивности многолетних трав от ландшафтных и климатических условий // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. № 4. С. 30–34. DOI: 10.31857/S2500208224040056.

7. Addy J. W. G., Ellis R. H., Macdonald A. J., et al. Changes in agricultural climate in South-Eastern England from 1892 to 2016 and differences in cereal and permanent grassland yield // Agricultural and Forest Meteorology. 2021. Vol. 308-309. Article number 108560. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108560.

8. Lasche S. N., Schroeder R. W., McIntosh M. M., et al. Long-term growing season aridity and grazing seasonality effects on perennial grass biomass in a Chihuahuan Desert rangeland // Journal of Arid Environments. 2023. Vol. 209. Article number 104902. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2022.104902.

9. Методические указания по классификации сенокосов и пастбищ равнинной территории Европейской части СССР. Москва: ВНИИ кормов, 1987. 148 с.

10. Плугатарь Ю. В., Ермаков Н. Б., Семенищенков Ю. А. [и др.]. Концепции классификации растительности России как отражение современных задач фитоценологии // Растительность России. 2020. № 38. С. 3–12. DOI: 10.31111/vegrus/2020.38.3.

11. Золотова Е. С., Иванова Н. С. Оценка динамики растительности с использованием европейских экологических шкал // Биосфера. 2024. Т. 16, № 3. С. 269–283. DOI: 10.24855/biosfera.v16i3.951.

12. Анищенко Л. Н., Поцепай С. Н., Справцев А. А., Васькина Т. И., Семышев М. В., Сычев С. М. Организация устойчивого управления лугами в Нечерноземной зоне Российской Федерации // Аграрная наука. 2022. № 9. С. 120–125. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125.

13. Терийя Ж.-П., Вилнер В., Фернандес-Гонсалес Ф., Бюлтманн Х., Чарни А., Гиганте Д., Муцина Л., Вебер Г. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 4-е издание // Растительность России. 2022. № 44. С. 3–60. DOI: 10.31111/vegrus/2022.44.3.

14. Программа и методика проведения научных исследований по луговодству / Под ред. А. А. Кутузовой, К. Н. Приваловой. Москва: ФГОУ РЦСК, 2021. 192 с.

15. Батраченко Е. А., Долгополова Н. В., Малышева Е. В. Структура агроландшафтов, функциональное зонирование и их устойчивое развитие // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 8. С. 6–13.

16. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. Москва: Стандартинформ, 2018. 14 с.

17. Лапушкин В. М., Торшин С. П., Лапушкина А. А., Серегина И. И., Смолина Г. А., Гусева Е. Ю. Агрохимия. Практикум. Санкт-Петербург: Лань, 2026. 500 с.

18. Гашев С. Н., Бетляева Ф. Х., Иванова М. Ю., Цицкиева К. Р. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistika. Москва: Юрайт, 2025. 181 с.

19. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.

Об авторах:

Светлана Николаевна Поцепай, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Агрономического института, Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская область, Россия; ORCID 0000-0003-4969-3189, AuthorID 787063. *E-mail: snpotsepai@yandex.ru*

Лидия Николаевна Анищенко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры географии, экологии землеустройства, Брянский государственный университет им. академика И. Г. Петровского, Брянск, Россия; ORCID 0000-0002-6600-6010, AuthorID 260617. *E-mail: eco_egf@mail.ru*

Михаил Васильевич Семышев, кандидат педагогических наук, доцент, доцент Агрономического института, Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская область, Россия; ORCID 0000-0003-0496-1509, AuthorID 433164. *E-mail: mwsemm@mail.ru.*

Валентина Михайловна Семышева, кандидат педагогических наук, доцент Института энергетики и природопользования, Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская область, Россия; ORCID 0000-0003-2786-6114, AuthorID 433166. *E-mail: vsemysheva@mail.ru*

Виктор Станиславович Кухарь, кандидат экономических наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0003-1499-2787, AuthorID 884789. *E-mail: viktorurgau@mail.ru*

References

1. Bulokhov A. D., Semenishchenkov Yu. A., Panasenko N. N., Kharin A. V., Akhromeev L. M. *Diversity and dynamics of grass vegetation of the Desna River floodplain.* Bryansk: RISO BSU, 2021. 240 p. (In Russ.)

2. Porfiryev B. N. *Sustainable development, climate, and economic growth: strategic challenges and solutions for Russia*. Saint Petersburg: SPbGUP, 2020. 40 p. (In Russ.)

3. Chang J., Ciais, P., Gasser T., et al. Climate warming from managed grasslands cancels the cooling effect of carbon sinks in sparsely grazed and natural grasslands. *Nature Communications*. 2021; 12: 118. DOI: 10.1038/s41467-020-20406-7.

4. Ksenofontov M. Y., Polzikov D. A. On the issue of the impact of climate change on the development of Russian agriculture in the long term. *Studies on Russian Economic Development.* 2020; 31 (3): 304–311. DOI: 10.1134/S1075700720030089.

5. Belolyubtsev V. L., Kupriyanov A. N., Kuznetsov I. A., et al. The middle stabilizing role of perennial grasses in modern challenges of ecological and climatic character. *AgroEcoInfo*. 2023; 1. DOI: 10.51419/202131127. (In Russ.)

6. Ivanov D. A., Kharkhardinov N. A., Kurpas K. S. Correlation between perennial grass productivity and landscape and climatic conditions. *Vestnik of Russian Agricultural Science*. 2024; 4: 30–34. DOI: 10.31857/S2500208224040056. (In Russ.)

7. Addy J. W. G., Ellis R. H., Macdonald A. J., et al. Changes in agricultural climate in South-Eastern England from 1892 to 2016 and differences in cereal and permanent grassland yield. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2021; 308–309: 108560. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108560.

8. Lasche S. N., Schroeder R. W., McIntosh M. M., et al. Long-term growing season aridity and grazing seasonality effects on perennial grass biomass in a Chihuahuan Desert rangeland. *Journal of Arid Environments.* 2023; 209: 104902. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2022.104902.

9. *Guidelines for the classification of hayfields and pastures in the lowlands of the European Part of the USSR*. Moscow: All-Russian Research Institute of Forages, 1987. 148 p. (In Russ.)

10. Plugatar Yu. V., Ermakov N. B., Semenishchenkov Yu. A., et al. The concept of vegetation classification of Russia as an image of contemporary tasks of phytocoenology. *Vegetation of Russia*. 2020; 38: 3–12. DOI: 10.31111/vegrus/2020.38.3. (In Russ.)

11. Zolotova E. S., Ivanova N. S. Application of European ecological scales for vegetation dynamics assessment *Biosfera*. 2024; 16 (3): 269–283. DOI: 10.24855/biosfera.v16i3.951. (In Russ.)

12. Anishchenko L. N., Potsepai S. N., Spravtsev A. A., Vaskina T. I., Semyshev M. V., Sychev S. M. Organization of sustainable management of meadows in the Nonchernozem belt of the Russian Federation. *Agrarian Science*. 2022; 9: 120–125. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-120-125. (In Russ.)

13. Teriya J.-P., Willner V., Fernandez-Gonzalez F., Bültmann H., Charney A., Gigante D., Mucina L., Weber G. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. *Vegetation of Russia.* 2022; 44: 3–60. DOI: 10.31111/vegrus/2022.44.3. (In Russ.)

14. Kutuzova A. A., Privalova K. N. (eds.) *Program and methodology for scientific research on grassland management*. Moscow: FGOU RTSSK, 2021. 192 p. (In Russ.)

15. Batrachenko E. A., Dolgopolova N. V., Malysheva E. V. Structure of agrolandscape, functional zoning and their sustainability. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2022; 8: 6–13. (In Russ.)

16. *GOST 17.4.4.02-2017. Methods of sampling and preparing samples for chemical, bacteriological and helminthological analysis*. Moscow: Standartinform, 2018. 14 p. (In Russ.)

17. Lapushkin V. M., Torshin S. P., Lapushkina A. A., Seregina I. I., Smolina G. A., Guseva E. Yu. *Agrochemistry. Workshop*. Saint Petersburg: Lan, 2026. 500 p. (In Russ.)

18. Gashev S. N., Betlyaeva F. Kh., Ivanova M. Yu., Tsitskieva K. R. *Mathematical methods in biology: analysis of biological data in the statistica system.* Moscow: Yurayt, 2025. 181 p. (In Russ.)

19. Maevskiy P. F. *Flora of middle of European Russia.* Moscow: KMK Scientific Publications Company, 2014. 635 p. (In Russ.)

Authors' information:

Svetlana N. Potsepai, candidate of agricultural sciences, associate professor of the Agronomic Institute, Bryansk State Agrarian University, Kokino village, Bryansk region, Russia; ORCID 0000-0003-4969-3189, AuthorID 787063. *E-mail: snpotsepai@yandex.ru*

Lidiya N. Anishchenko, doctor of agricultural sciences; professor, professor of the department of geography, ecology of land management, Bryansk State Academician I. G. Petrovski University, Bryansk, Russia; ORCID 0000-0002-6600-6010, AuthorID 260617. *E-mail: eco_egf@mail.ru*

Mikhail V. Semyshev, candidate of pedagogical sciences, associate professor, associate professor of the Agronomic Institute, Bryansk State Agrarian University, Kokino village, Bryansk region, Russia; ORCID 0000-0003-0496-1509, AuthorID 433164. *E-mail: mwsemm@mail.ru*

Valentina M. Semysheva, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the Institute of Power Engineering and Land Management, Bryansk State Agrarian University, Kokino village, Bryansk region, Russia; ORCID 0000-0003-2786-6114, AuthorID 433166. *E-mail: vsemysheva@mail.ru*

Viktor S. Kukhar', candidate of economic sciences, associate professor, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0003-1499-2787, AuthorID 884789. *E-mail: viktorurgau@mail.ru*