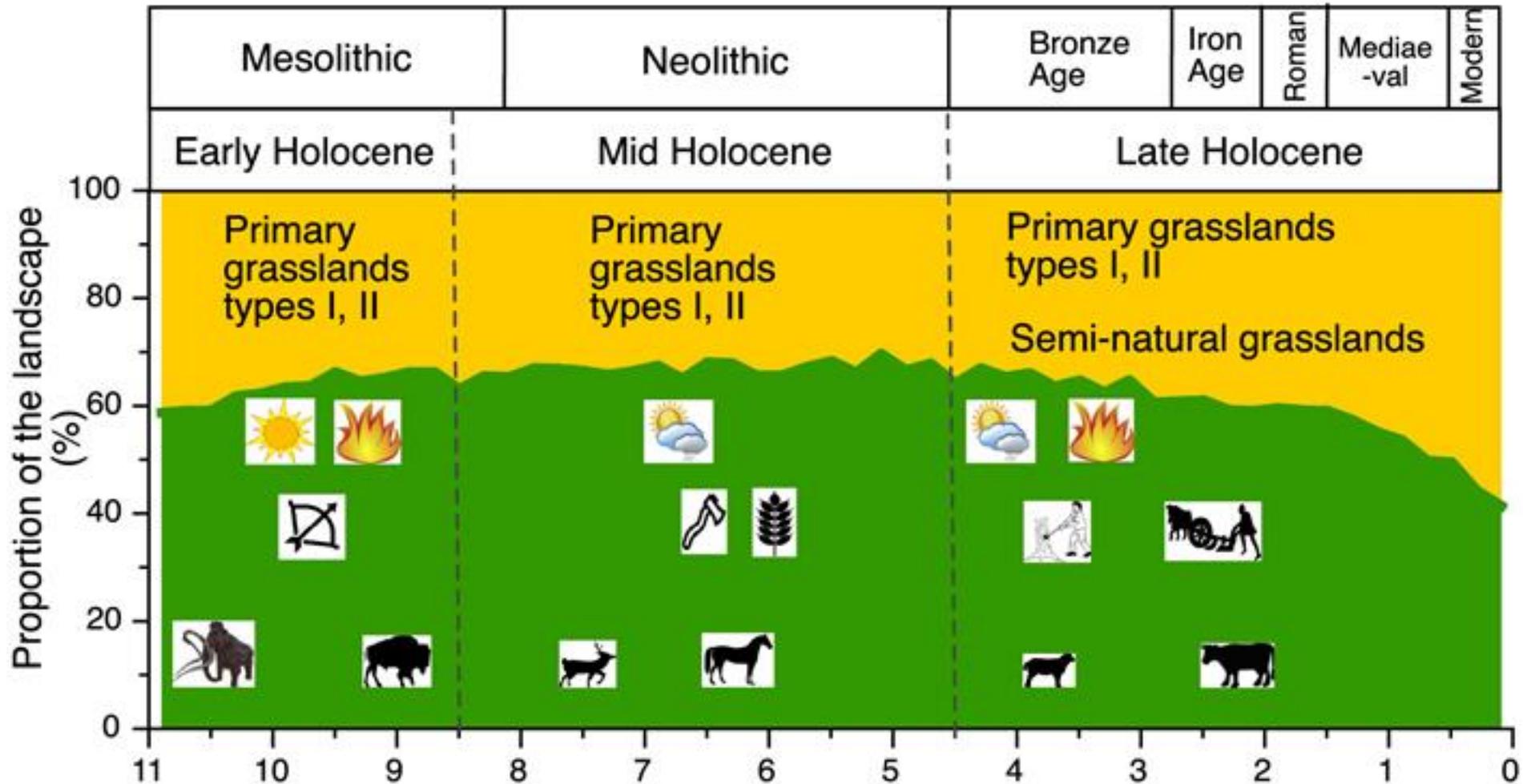


Горнов А.В.

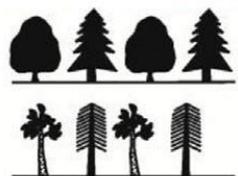
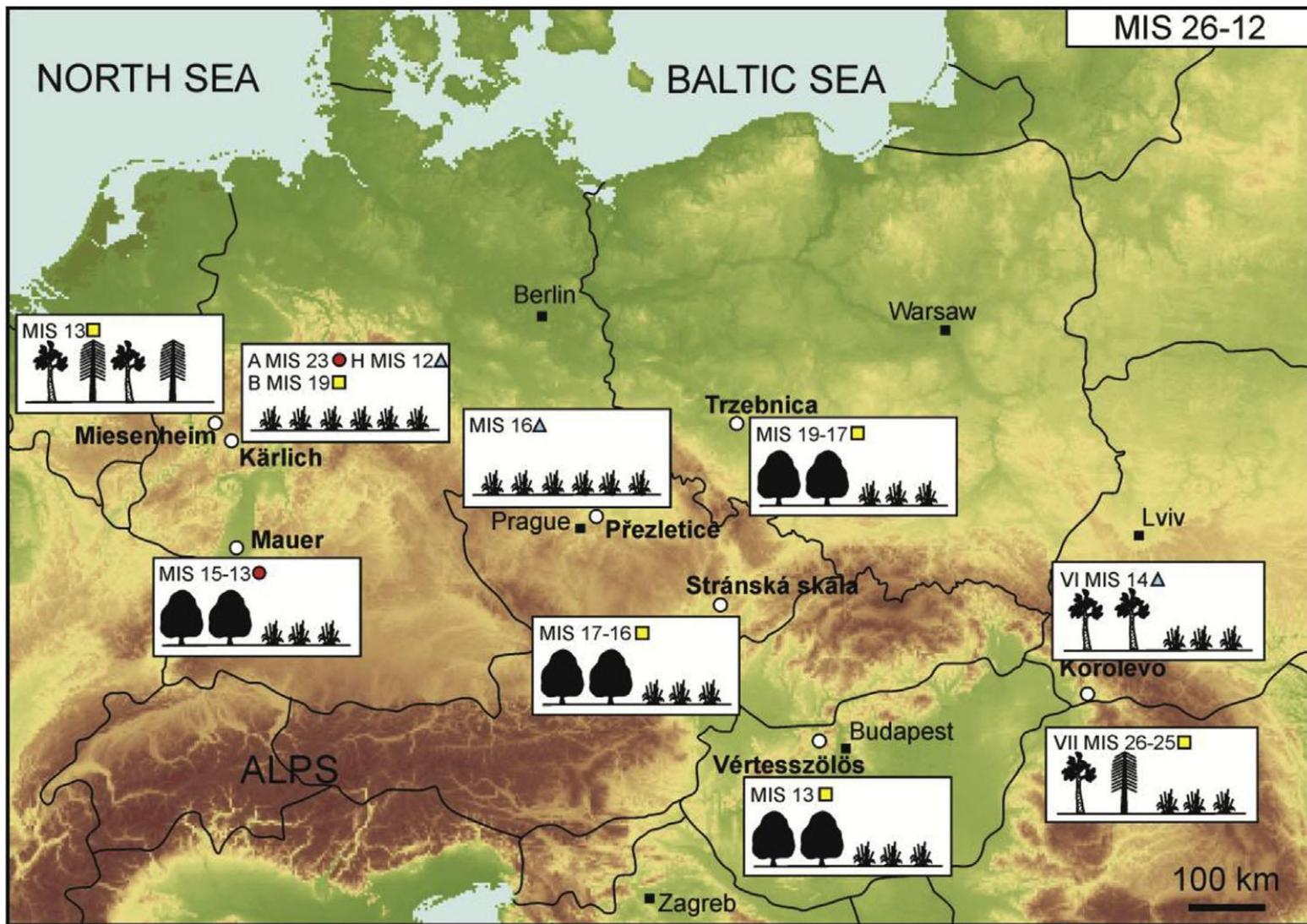
# Травяные сообщества в лесной зоне: разнообразии и принципы сохранения



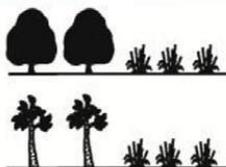
## Biodiversity-rich European grasslands: ancient, forgotten ecosystems



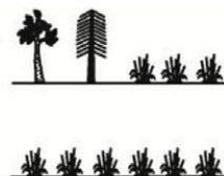
Feurdean et al., 2018



Mixed forest



Forest-steppe/Forest and open vegetation



Pine-birch forest and open vegetation



Pine-birch forest



Birch forest and open vegetation



Steppe-tundra/open vegetation

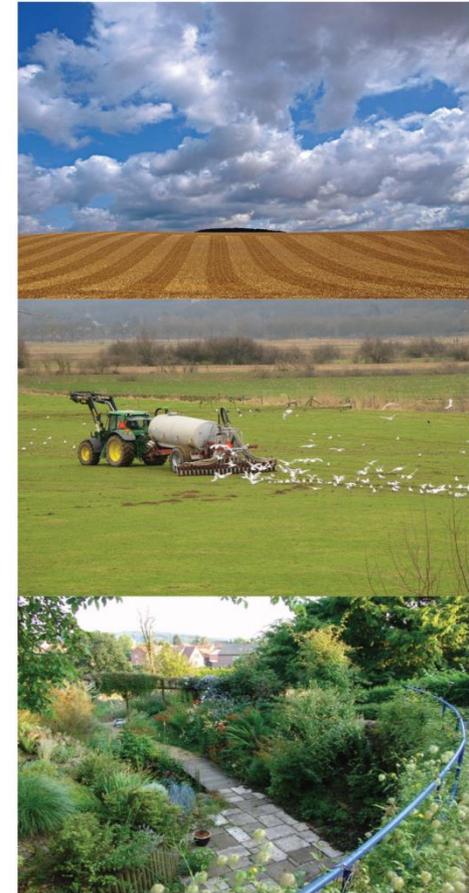
Self-regulating ecosystems



Seminatural ecosystems



Anthropogenic ecosystems



Ecosystem self-management

Human management

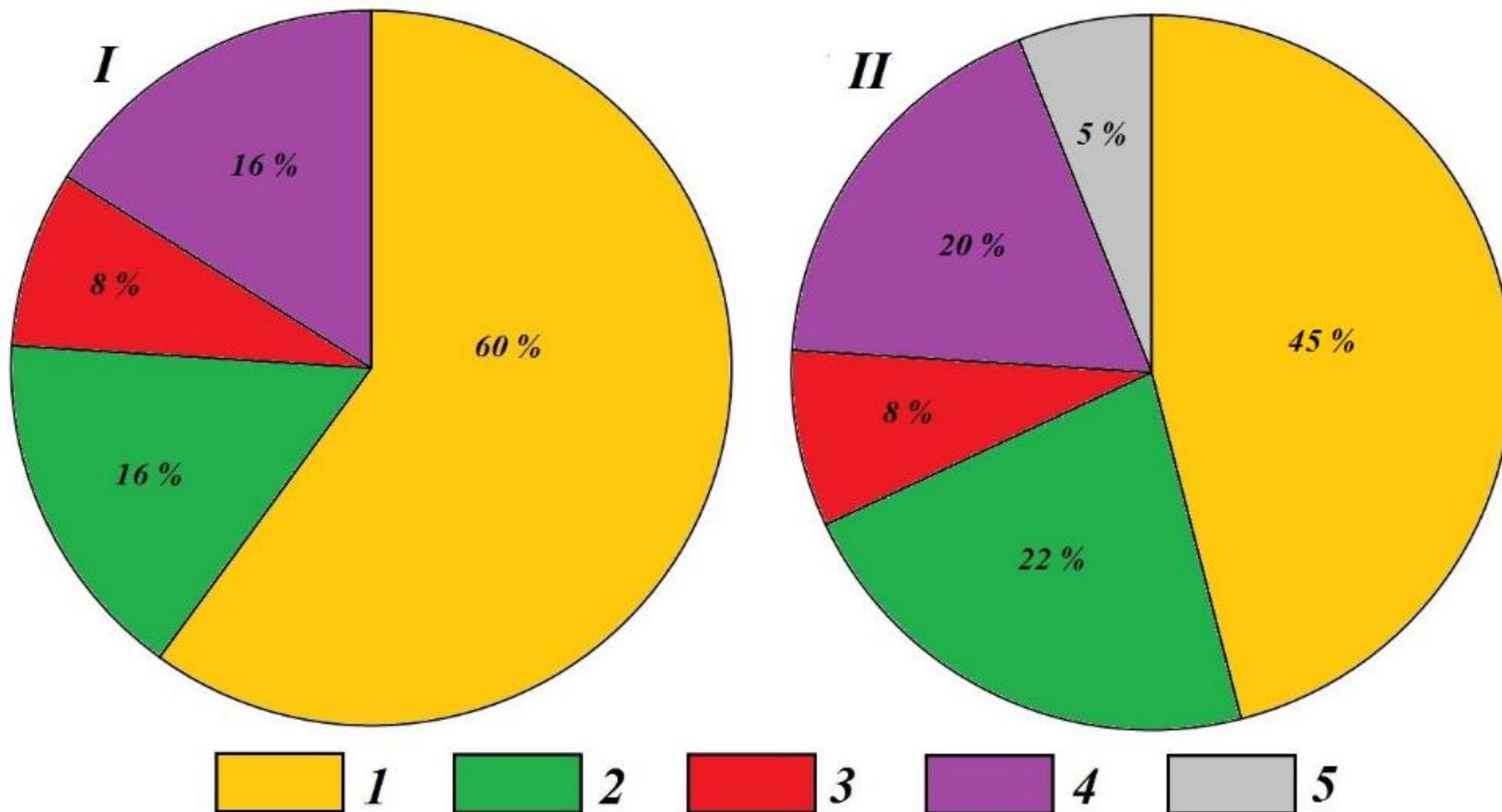
Three ecosystem states along the management continuum,  
a gradient from human management to ecosystem self-management

Van Meerbeek et al., 2019



**Травяные сообщества – наиболее предпочитаемый биотоп для большинства копытных. Они интенсивно используют луга во все сезоны года**

Фото по: Солонина, 2022 г.

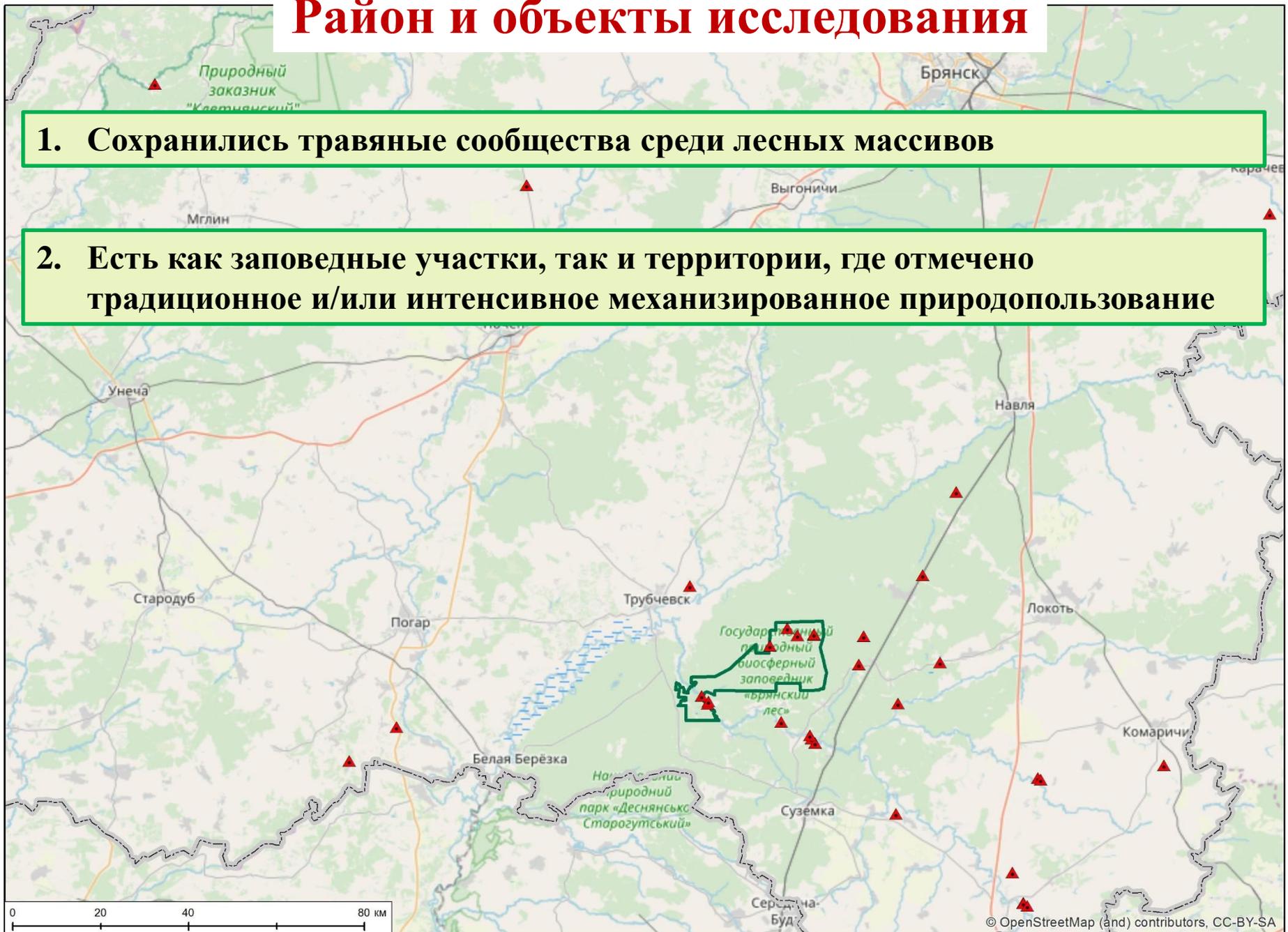


Соотношение эколого-ценотических групп в видовом составе растений, поедаемых зубрами. *I* – в зоне широколиственных лесов – 384 вида; *II* – в заповеднике «Брянский лес» – 291 вид (по: Евстигнеев, 2010, Solonina, 2014; Солонина, 2022). Эколого-ценотические группы: **1** – влажно-луговая, сухолуговая, аллювиальная луговая; **2** – неморальная лесная, неморальная опушечная; **3** – бореальная лесная, бореальная опушечная (боровая); **4** – черноольховая лесная, черноольховая опушечная; травяно-болотная, прибрежно-водная; **5** – сфагновая болотная, адвентивная

# Район и объекты исследования

1. Сохранились травяные сообщества среди лесных массивов

2. Есть как заповедные участки, так и территории, где отмечено традиционное и/или интенсивное механизированное природопользование



# Объекты исследования

Исследования проводили на **ценотическом, внутриценотическом, популяционном и организменном** уровнях организации живых систем.

Объекты на *ценотическом уровне*: влажные внутрилесные и остепненные луга зоны широколиственных лесов.

Объекты на *внутриценотическом уровне*: микрогруппировки растений на микросайтах зоогенного и фитогенного происхождения.

Объекты на *популяционном уровне* — популяции и популяционные модельных видов растений исследуемых сообществ.

Объекты *организменном уровне* — биологические и экологические свойства модельных видов растений исследуемых сообществ.

# Подходы и методы

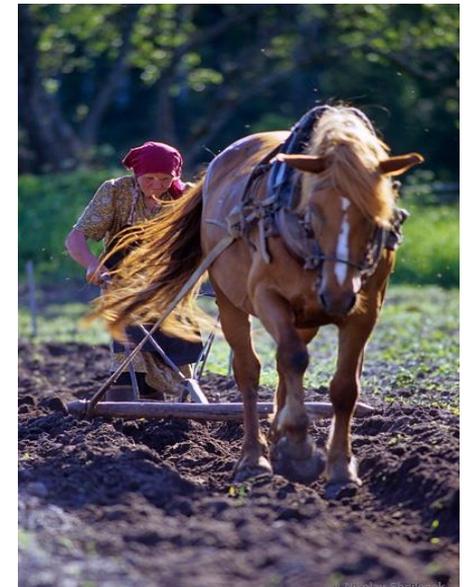
- ✓ иерархическая организация экосистем
- ✓ сукцессии
- ✓ климакс
- ✓ определяющая роль природопользования в трансформации лесных ландшафтов



Охота на мамонта



Заготовка древесины. Фото Н. Шпиленок



Пахота. Фото Н. Шпиленок

# Методы

- ✓ Популяционно-онтогенетические
- ✓ Геоботанические
- ✓ Геоботанического картирования
- ✓ Измерения факторов среды
- ✓ Историко-архивные
- ✓ Дистанционного зондирования земли
- ✓ Статистические

**На исследуемой территории сохранилось две контрастные группы травяных сообществ, обладающих богатым флористическим составом и уникальным набором видов растений**

**Влажные внутрилесные луга**



**Остепненные луга**



Сохранились по долинам малых лесных рек, где невозможна распашка, затруднительны механизированное сенокосение и интенсивный выпас, а также минимальны губительные пожары.

Сохранились на крутых склонах, где невозможны распашка, механизированное сенокосение и интенсивный выпас, а также минимальны губительные пожары.

# Влажные внутрилесные луга

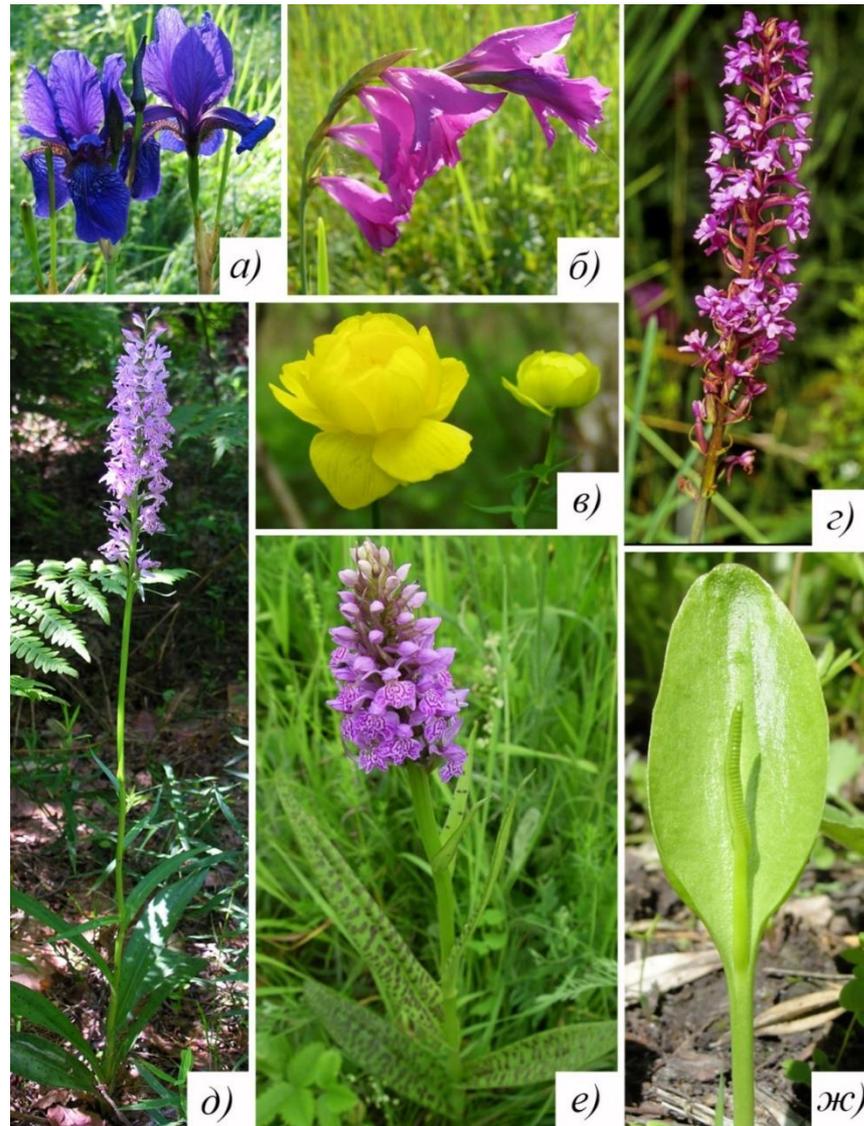
Поддерживаются ручным сенокошением и выпасом



Ручное сенокошение



Выпас



Богатый флористический состав



**I этап**  
 Полидоминантный  
 разнотравный луг  
 Длительность этапа - 15 лет



**II этап**  
 Монодоминантный луг  
 с *Filipendula ulmaria*  
 Длительность этапа - 8 лет



**III этап**  
 Монодоминантный луг  
 с *Urtica dioica*  
 Длительность этапа - 20 лет



**IV этап**  
 Черноольшаник крапивный с  
 подростом *Acer platanoides* и  
*Fraxinus excelsior*  
 Длительность этапа - 60 лет

Показатели	Полидоминантный луг
Год описания	1998
Число видов на всех площадках по 25 м <sup>2</sup>	<b>112</b>
Диапазон числа видов на площадке 25 м <sup>2</sup>	<b>65–78</b>
Среднее число видов на 25 м <sup>2</sup> , M ± m <sub>M</sub>	70 ± 2,6

Показатели	Луг с <i>Filipendula ulmaria</i>
Год описания	2007
Число видов на всех площадках по 25 м <sup>2</sup>	<b>64</b>
Диапазон числа видов на площадке 25 м <sup>2</sup>	<b>31–43</b>
Среднее число видов на 25 м <sup>2</sup> , M ± m <sub>M</sub>	37 ± 2,1

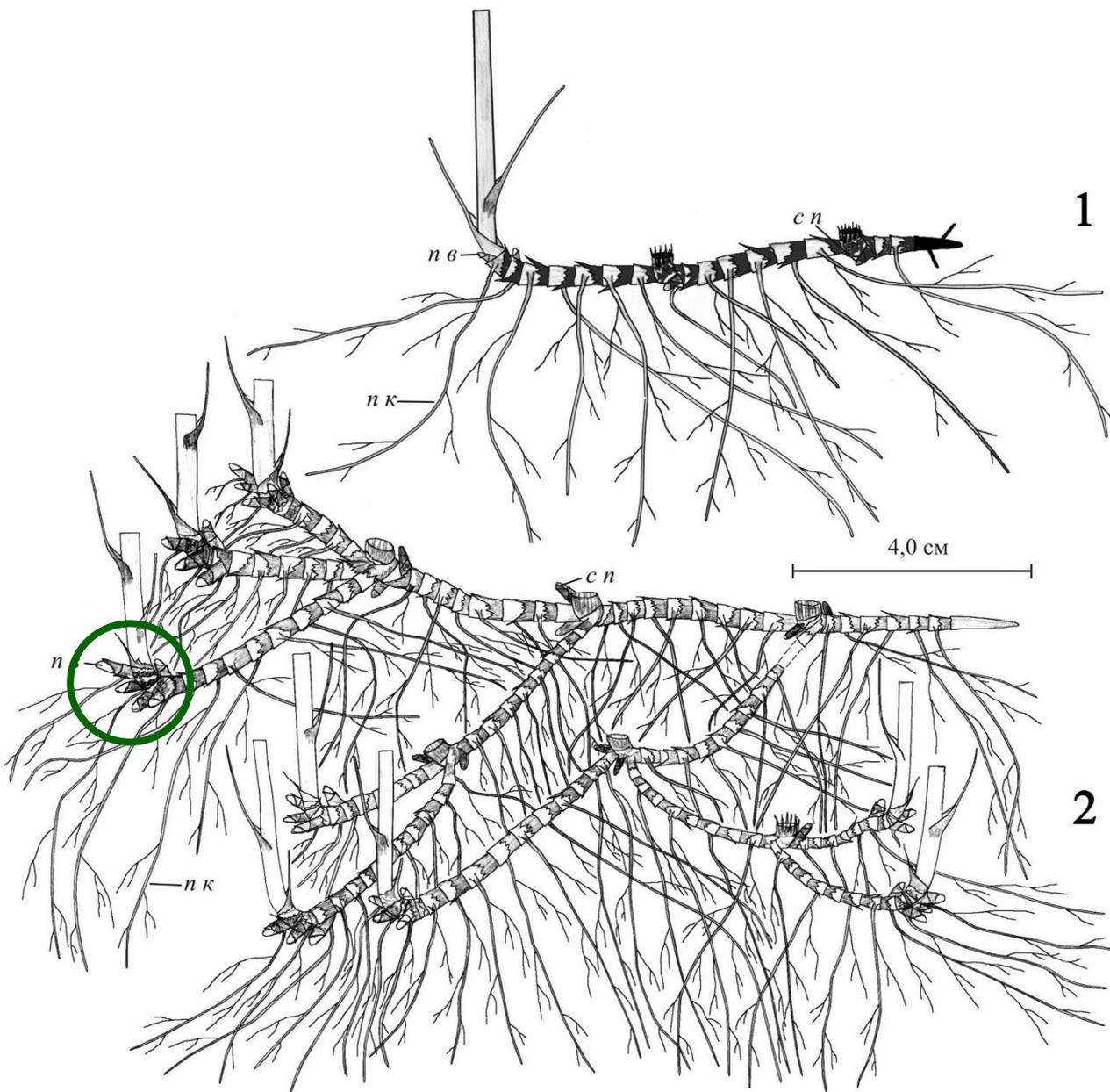
Показатели	Луг с <i>Urtica dioica</i>	
	2013	2017
Год описания	2013	2017
Число видов на всех площадках по 25 м <sup>2</sup>	<b>54</b>	<b>44</b>
Диапазон числа видов на площадке 25 м <sup>2</sup>	<b>23–31</b>	<b>19–26</b>
Среднее число видов на 25 м <sup>2</sup> , M ± m <sub>M</sub>	27 ± 1,5	23 ± 1,4

**Среднее число видов на площадке:**

**70 → 35 → 25 → 20**

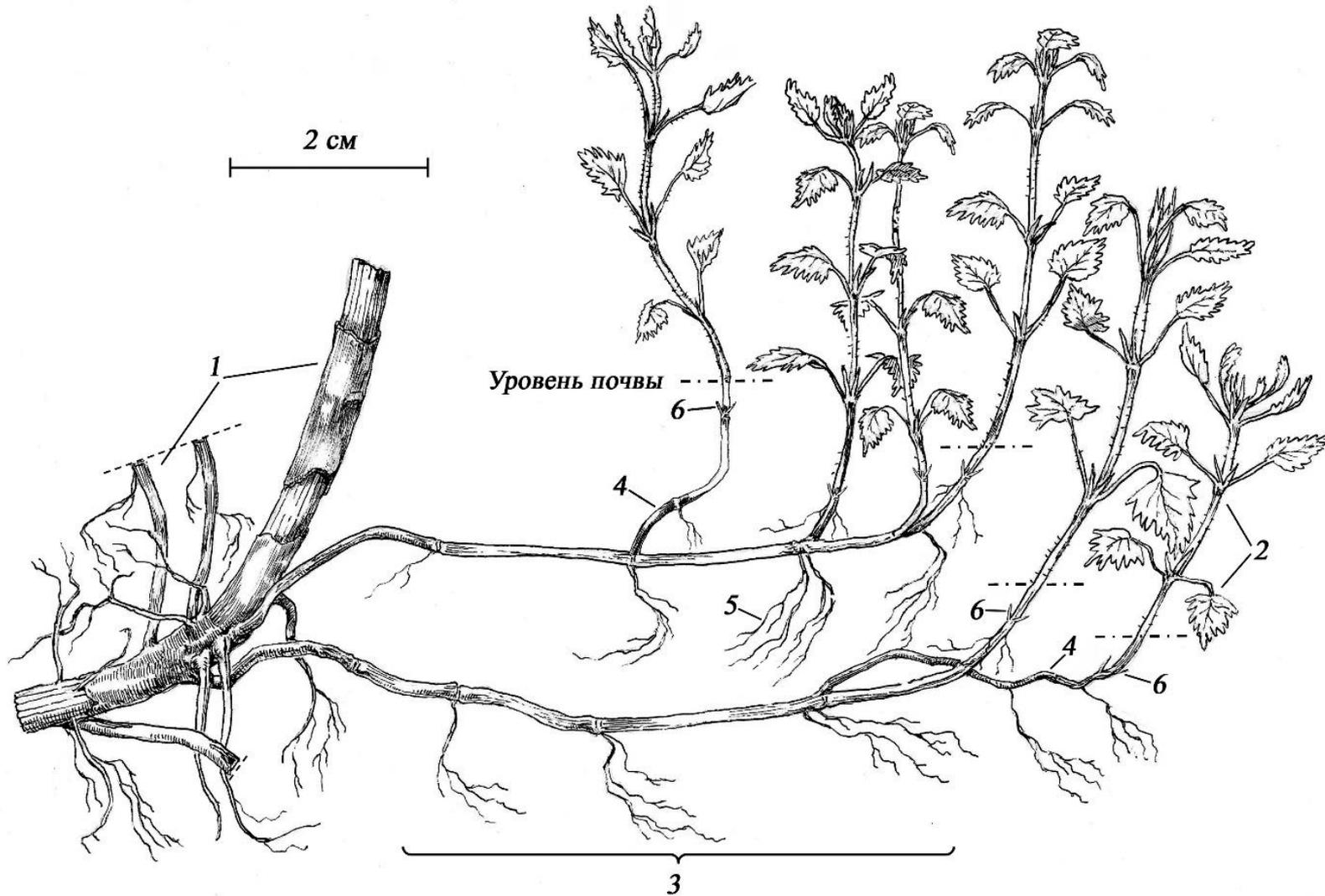
**Этапы автогенной сукцессии на влажном внутрилесном лугу.  
 30-летний мониторинг в заповеднике «Брянский лес». По: Евстигнеев, Горнов, 2021 г.**

# Строение подземных органов средневозрастных генеративных особей *Filipendula ulmaria* на регулярно косимом (1) и некосимом (2) лугах



## Обозначения:

п в – почка  
возобновления,  
с п – спящая почка,  
п к – придаточный  
корень.



Морфологическая структура крапивы двудомной (*Urtica dioica*). Апрель 2021 года. Автор рисунка — Глеб Шут  
 1 — базальная часть парциального куста, от него отходят пять гипогеегенных корневищ (сентябрь 2020 года), из которых три корневища обрезаны (показано мелким пунктиром); 2 — парциальный побег (апрель 2021 года); 3 — разветвленное гипогеегенное корневище 2020 года; 4 — боковые силлептические побеги, которые развились из почек без периода покоя во время роста материнского побега (август 2020 года); 5 — придаточные корни; 6 — границы годичных приростов

a)



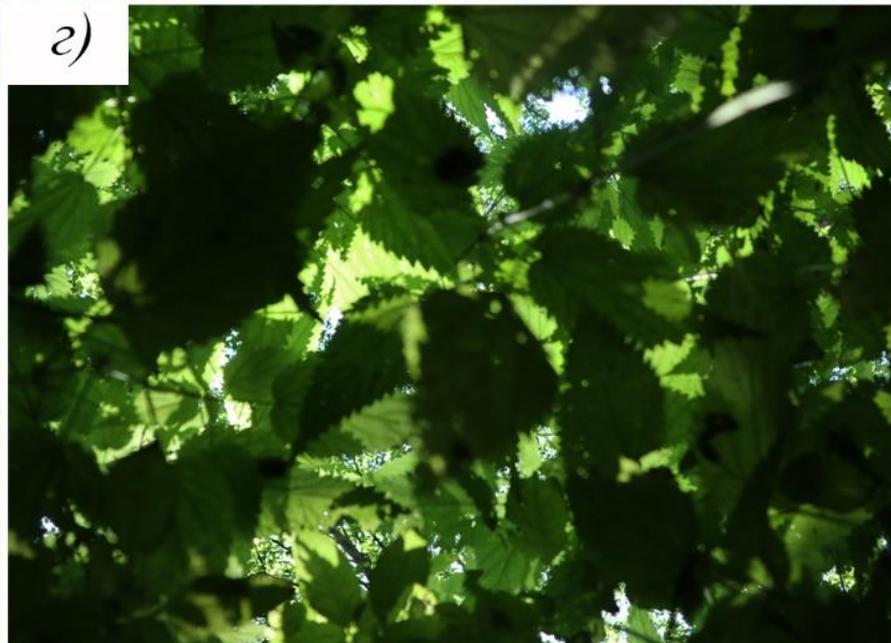
б)



в)

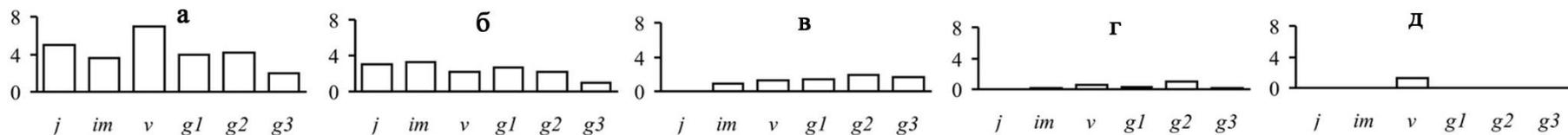


г)

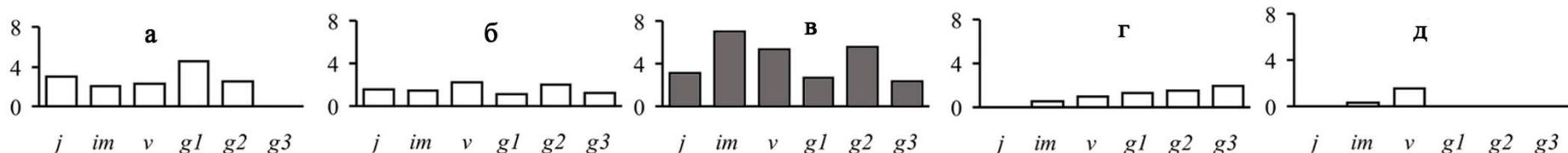


# Влияние разных режимов сенокоса на состояние ценопопуляций

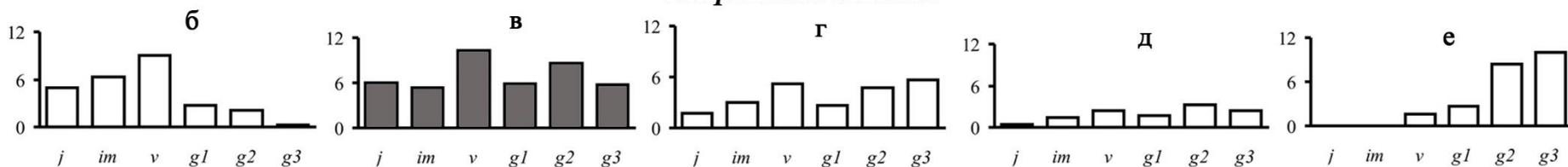
## *Thalictrum lucidum*



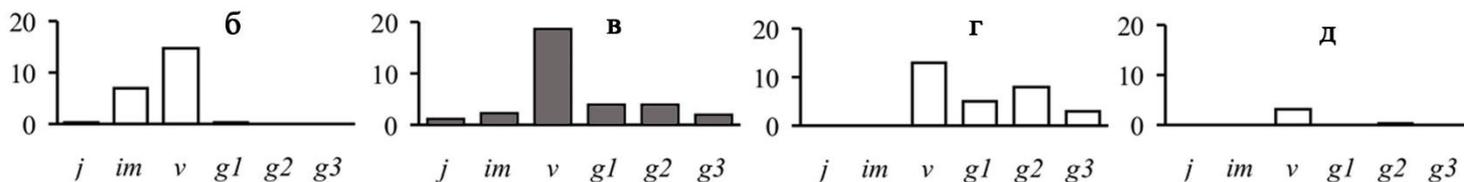
## *Dactylorhiza longifolia*



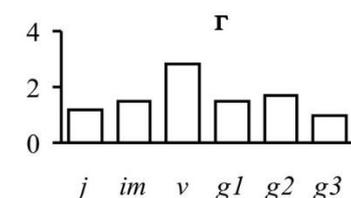
## *Filipendula ulmaria*



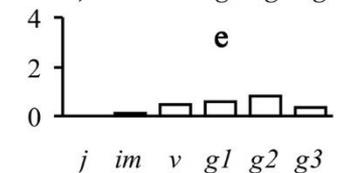
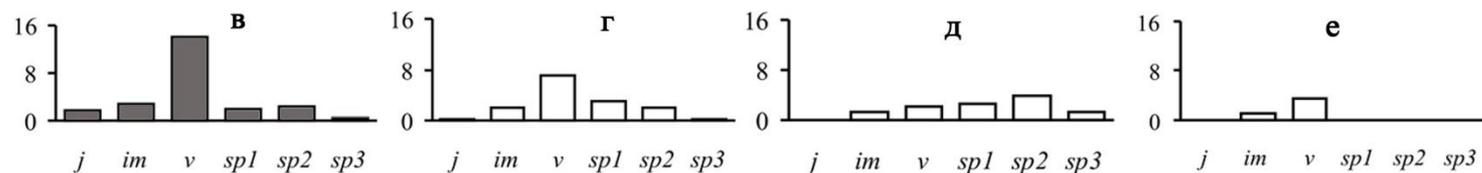
## *Epipactis palustris*



## *Parnassia palustris*



## *Ophioglossum vulgatum*



а – ежегодно косимая залежь; б – ежегодно косимый луг; в – луг, косимый раз в 2-3 года; г – луг, заросший кустарниками; д – луг, заросший деревьями; е – луг, заросший высокотравьем. По оси абсцисс – онтогенетические состояния, по оси ординат – плотность особей на 1 м².

# Остепненные луга



Сохранились на крутых склонах, где невозможны распашка, механизированное сенокошение и интенсивный выпас, а также минимальны губительные пожары



*Iris aphylla*



*Linum flavum*



*Orchis militaris*



*Orobanche alba*



*Cerasus fruticosa*



*Carex humilis*

**2. Полидоминантные  
остепненные луга с  
одиночными  
генеративными деревьями**

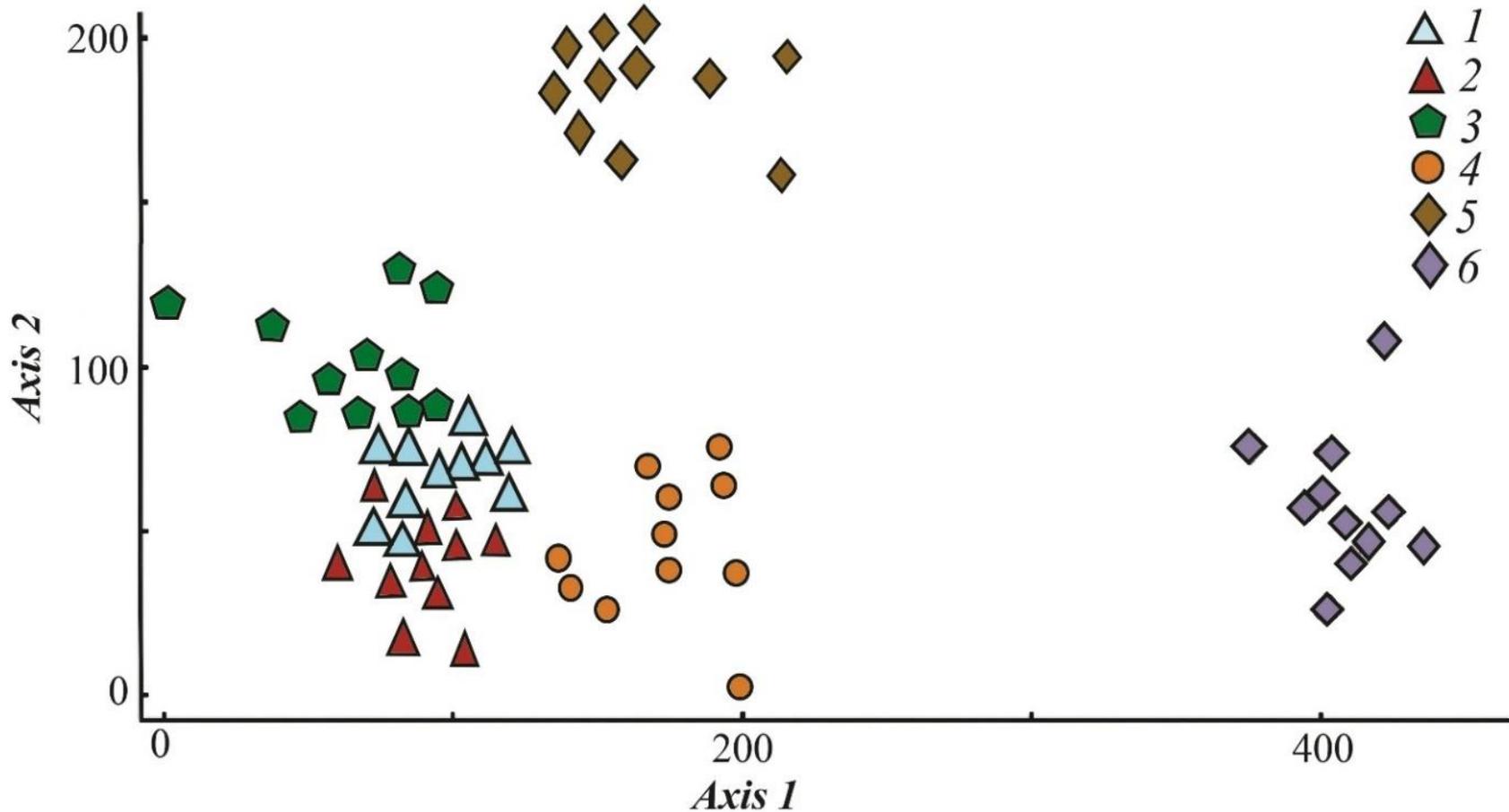
**3. Монодоминантные  
остепненные луга с  
*Pteridium aquilinum***

**1. Полидоминантные  
остепненные луга**

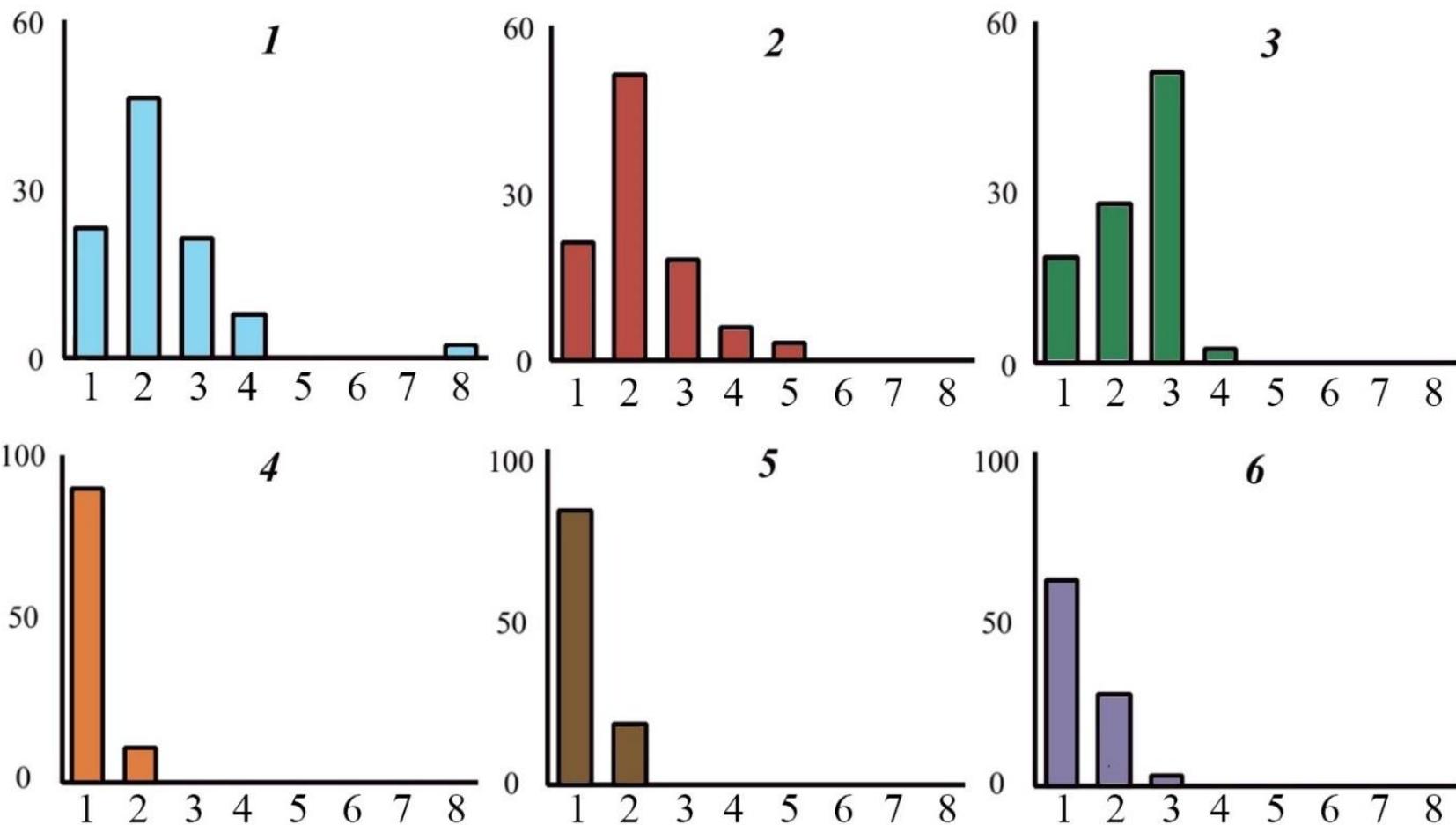
**6. Остепненные луга  
на залежи**

**4. Олигодоминантные  
остепненные луга  
с *Bromopsis inermis* и  
*Calamagrostis epigeios***

**5. Монодоминантные  
остепненные луга с  
*Bromopsis inermis***

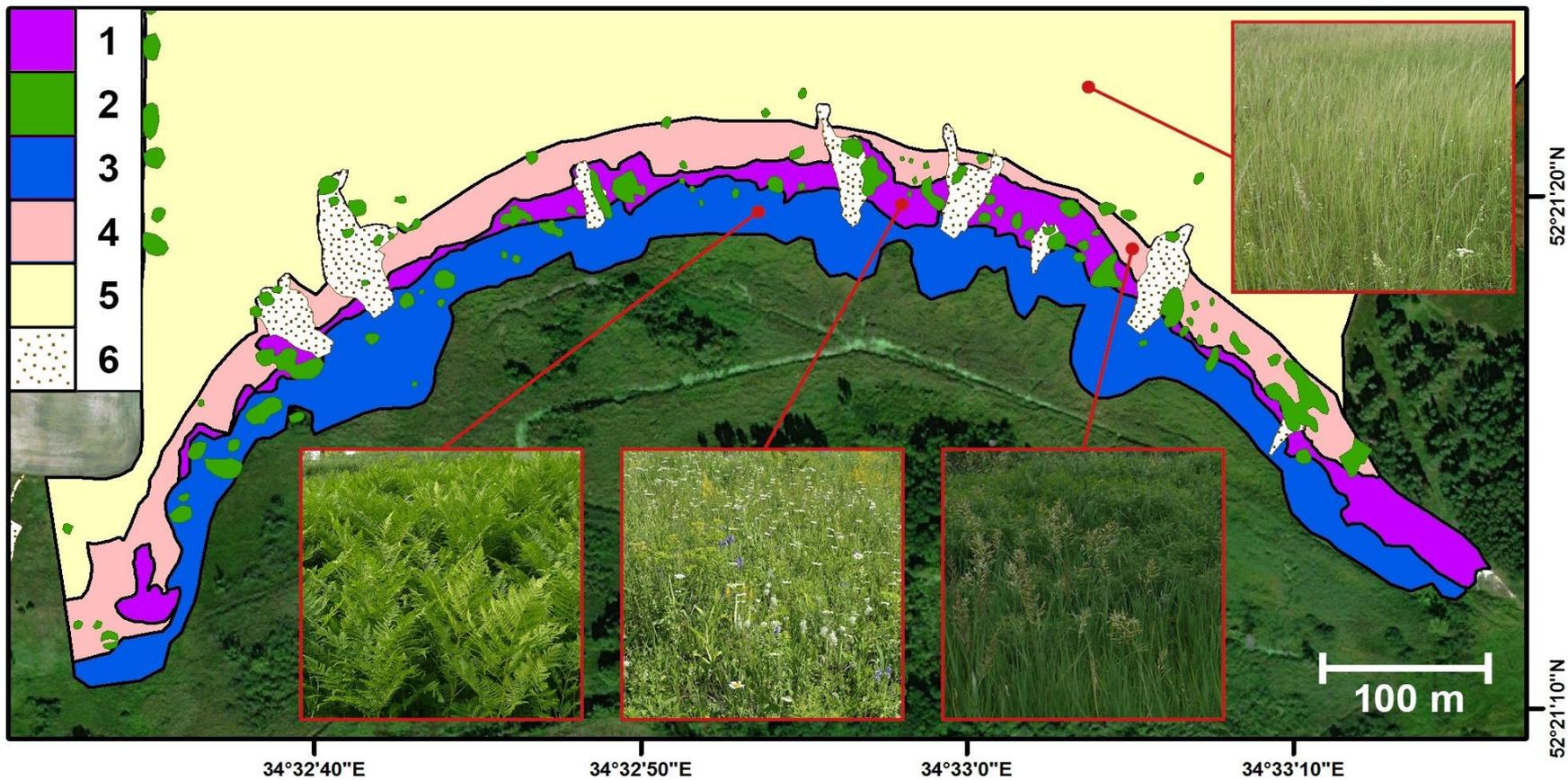


Результаты DCA-ординации геоботанических описаний сообществ степных растений в осях наибольшего варьирования флористического состава. 1 – полидоминантные остепненные луга, 2 – полидоминантные остепненные луга с одиночными генеративными деревьями, 3 – монодоминантные остепненные луга с *Pteridium aquilinum*, 4 – олигодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis* и *Calamagrostis epigeios*, 5 – монодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis*, 6 – монодоминантные остепненные луга на залежи с *Calamagrostis epigeios*



Частота пожаров на остепненных лугах памятника природы «Меловицкие склоны».

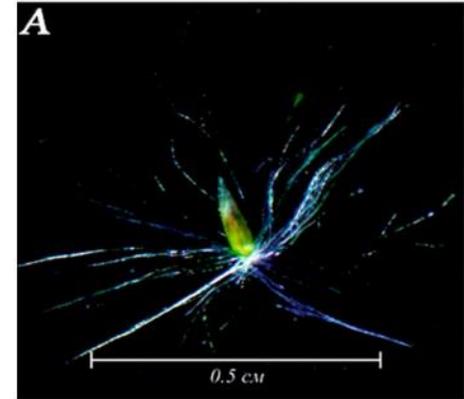
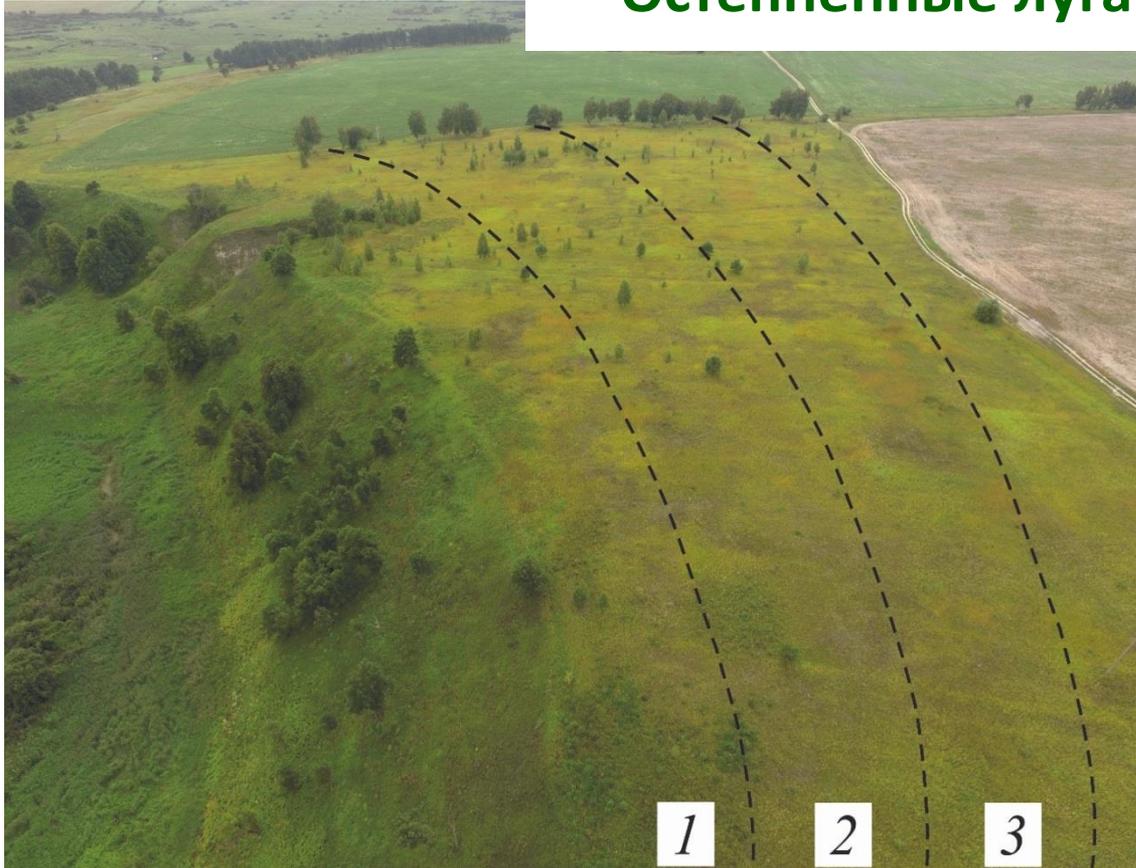
Сообщества: 1 – полидоминантные остепненные луга, 2 – полидоминантные остепненные луга с одиночными генеративными деревьями, 3 – монодоминантные остепненные луга с *Pteridium aquilinum*, 4 – олигодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis* и *Calamagrostis epigeios*, 5 – монодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis*, 6 – монодоминантные остепненные луга на залежи с *Calamagrostis epigeios*. По горизонтальной оси – частота палов, по вертикальной оси – частота палов в %



Показатели разнообразия	Сообщества					
	1	2	3	4	5	6
Среднее число видов на 100 м <sup>2</sup> , $M \pm m_M$	51 ± 1.2	59 ± 1.2	33 ± 0.8	25 ± 1.7	18 ± 0.8	34 ± 1.3
Диапазон числа видов на 100 м <sup>2</sup>	44–56	52–66	28–37	14–32	14–22	27–39
Число видов на 11 площадках по 100 м <sup>2</sup>	98	107	83	72	39	72

**1** – полидоминантные остепненные луга, **2** – полидоминантные остепненные луга с одиночными генеративными деревьями, **3** – монодоминантные остепненные луга с *Pteridium aquilinum*, **4** – олигодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis* и *Calamagrostis epigeios*, **5** – остепненные луга на залежи; **6** – овраги

## Остепненные луга на залежи



Б



А – *Calamagrostis epigeios* (фото Ручинская Е.В.),  
 Б – *Bromopsis inermis* ([botany-collection.bio.msu.ru](http://botany-collection.bio.msu.ru))

Показатели разнообразия	1	2	3
Расстояние от остепненного склона, м	0–20	20–50	50–80
Среднее число видов на 100 м <sup>2</sup>	53.8 ± 0.06	47.8 ± 1.01	34.4 ± 1.26
Диапазон числа видов на 100 м <sup>2</sup>	51–58	42–54	27–39
Число видов на 11 площадках по 100 м <sup>2</sup>	102	97	72

1 – полидоминантные остепненные луга (0–20 м от склона), 2 – олигодоминантные остепненные луга (20–50 м от склона), 3 – монодоминантные остепненные луга (50–80 м от склона)

## Весенние палы на залежи

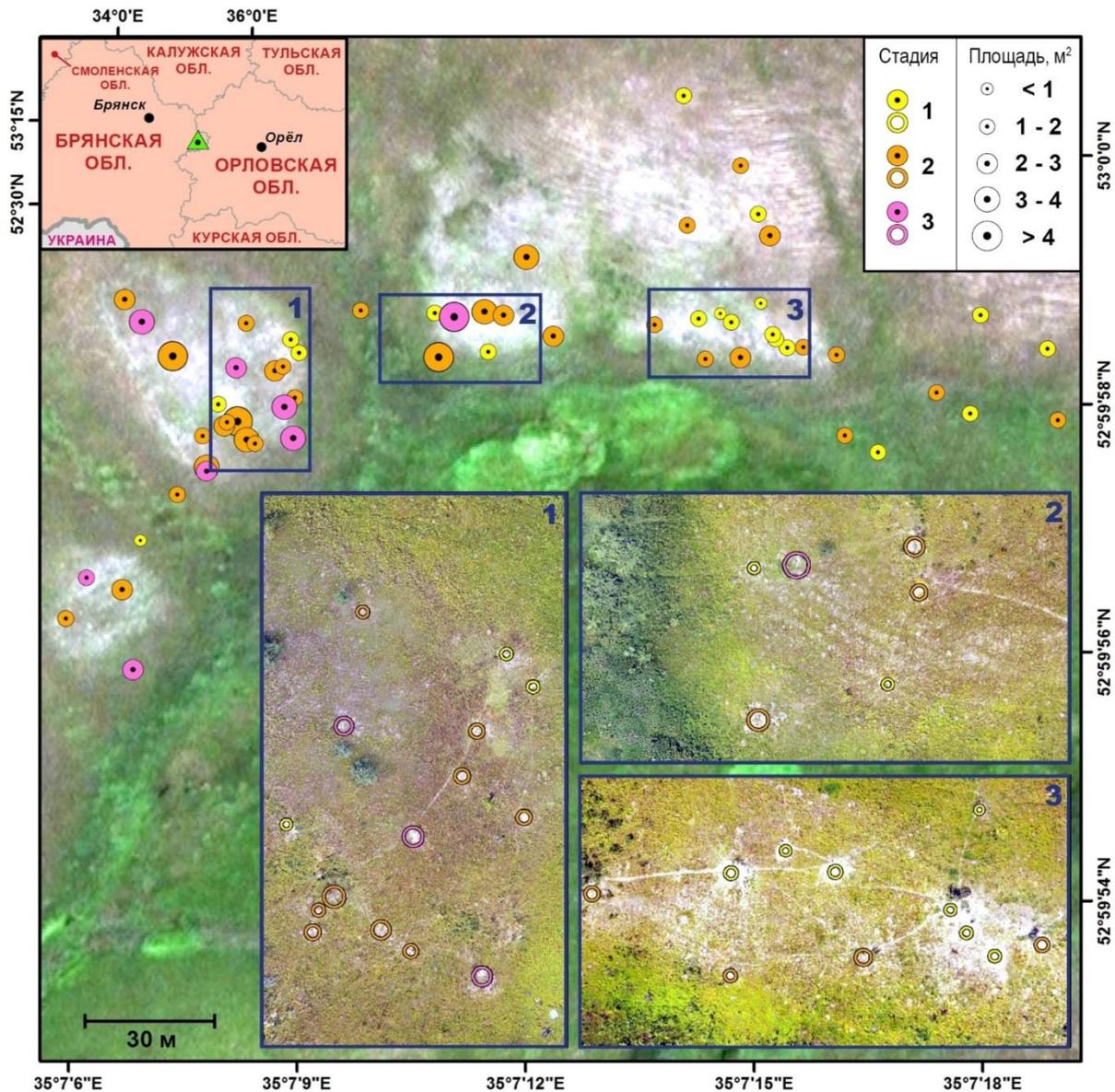


Тонкая корка молодых деревьев и кустарников не защищает их камбий от высоких температур

## Степной сурок и флористическое разнообразие остепненных лугов



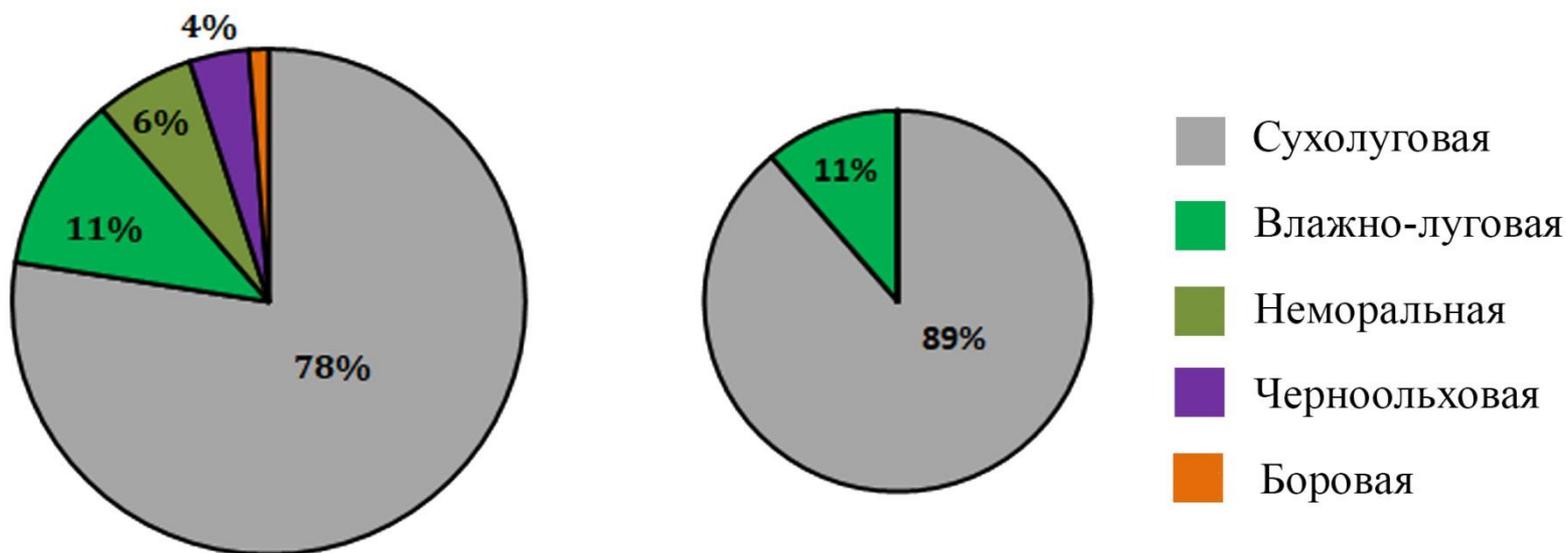
Байбак – один из мощных экосистемных инженеров (средопреобразователей) степей и остепненных лугов (Абатуров, 1979; Зимина, Злотин, 1980; Лутовина, Федоренко, 2010; Valko et al., 2021 и др.). Сурки формируют внутрибиогеоценотическую горизонтальную неоднородность (мозаичность) луговых сообществ. В ходе роющей деятельности зверьки выбрасывают на поверхность почвенный материал и создают особые плосковершинные холмики – бутаны. В результате потребления растений в качестве пищи байбаки поддерживают на лугах пастбищные участки из невысоких трав.



Поселение сурков на остепненном внутрилесном лугу (граница Брянской и Орловской обл.).  
 1 – сурчины со свежими выбросами; 2 – сурчины с частично заросшими выбросами;  
 3 – сурчины с полностью заросшими выбросами

## Характеристика разнообразия сосудистых растений в сообществах поселения сурков

Показатели	Мелкотравные луга (макс. воз-е сурков)	Высокотравные луга (мин. воз-е сурков)
Число видов на всех площадках	80	53
Среднее число видов на одной площадке	42	26
Диапазон числа видов на площадках	38-47	22-29



Сурки с одной стороны, поддерживают высокое флористическое разнообразие лугов, а с другой – определяют смешанный характер флоры сообществ.

## Микросукцессия, связанная с трофической деятельностью сурков

*Leucanthemum vulgare*



*Salvia pratensis*



*Cichorium intybus*



В результате трофической деятельности сурков в поселении формируется два типа микросайтов: мелкотравье, или кормовые участки и злаковое высокотравье, или целинные участки. Первые микросайты представляют собой кормовые площадки для сурков, а вторые – фоновые участки луговой растительности поселения.



Мелкотравье вокруг бутана

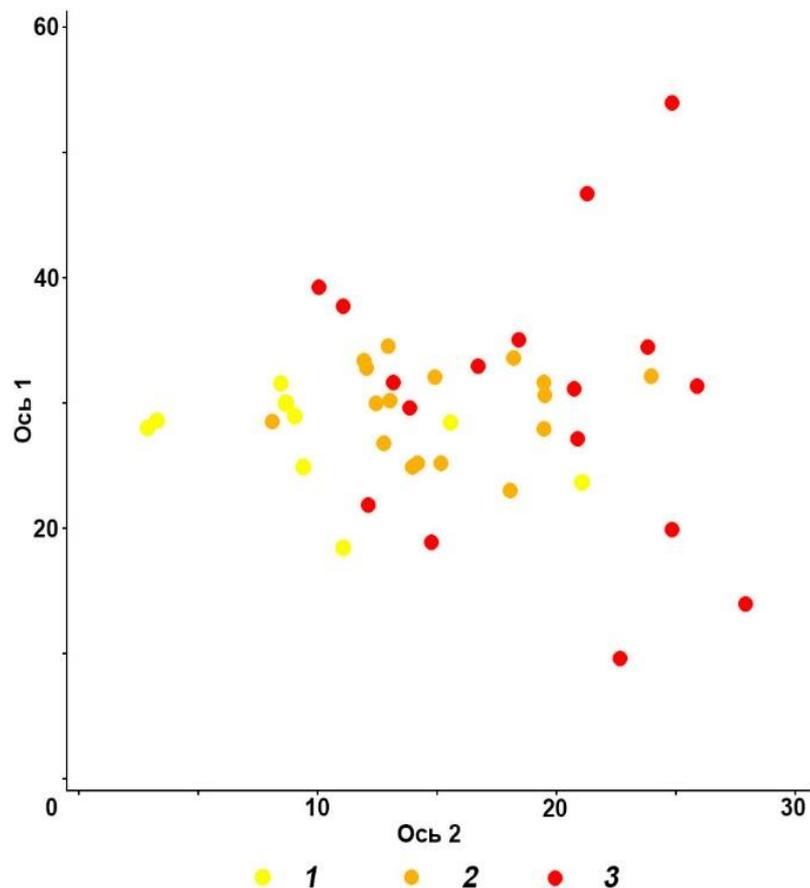


Злаковое высокотравье

Характеристика разнообразия сосудистых растений на разных элементах мозаичности (микросайтах) лугов, создаваемых сурками

Показатели	Микросайты	
	Мелкотравье	Злаковое высокотравье
Высота травостоя 1, см	10-15	30-95
Высота травостоя 2, см	40-60	100-150
<b>Показатели разнообразия</b>		
Число видов на всех площадках	52	44
Среднее число видов на одной площадке	21	17
Диапазон числа видов на площадках	18-26	12-24
<b>Число видов (и доля в %) разных эколого-ценотических групп</b>		
Адвентивная	-	-
Влажно-луговая	7 (13)	6 (14)
Неморальная лесная	-	-
Сухолуговая	45 (87)	37 (84)

# Микросукцессия, связанная с роющей деятельностью сурков



Результаты DCA-ординации геоботанических описаний микрогруппировок на сурчинах разных стадий зарастания. 1 – микрогруппировки сурчин со свежими выбросами; 2 – микрогруппировки сурчин с частично заросшими выбросами; 3 – микрогруппировки сурчин с полностью заросшими выбросами

## Характеристика разнообразия сосудистых растений на разных элементах мозаичности (микросайтах) лугов, создаваемых сурками

Показатели	Микросайты				
	1	2	3	4	5
Число площадок	17	17	17	17	17
Размер площадки, м <sup>2</sup>	1	1	1	1	1
Покрытие яруса трав, %	1-15	40-75	70-95	70-90	90-100
Высота травостоя 1, см	5-20	10-35	20-35	10-15	30-95
Высота травостоя 2, см	10-40	50-80	75-150	40-60	100-150
<b>Показатели разнообразия</b>					
Число видов на всех площадках	39	<b>76</b>	<b>70</b>	52	44
Среднее число видов на одной площадке	8	27	20	21	17
Диапазон числа видов на площадках	4-12	23-30	15-25	18-26	12-24
<b>Число видов (и доля в %) разных эколого-ценотических групп</b>					
Адвентивная	-	<b>1 (1)</b>	<b>1 (1)</b>	-	-
Влажно-луговая	2 (5)	<b>7 (9)</b>	<b>7 (10)</b>	7 (13)	6 (14)
Неморальная лесная	-	<b>1 (1)</b>	<b>1 (1)</b>	-	-
Сухолуговая	37 (95)	<b>64 (85)</b>	<b>58 (83)</b>	45 (87)	37 (84)
Черноольховая*	-	<b>3 (4)</b>	<b>3 (5)</b>	-	1 (2)

Для поддержания структурного и видового разнообразия растительного покрова лугов важны следующие особенности поведения сурков: 1) формирование сурчин, которые характеризуются обнаженным субстратом, необходимым для семенного и вегетативного размножения растений; 2) создание и поддержание пастбищных участков рядом с сурчинами. Перечисленное определяет развитие пятен растительности на внутривесных лугах и их пространственное перераспределение в сообществах.

1. Тридцатилетний мониторинг выявил, что с прекращением сенокосения влажный лесной луг деградирует. Полидоминантная структура сменяется на монодоминантную и существенно снижается видовое разнообразие. Регулярное сенокосение сдерживает развитие конкурентного высокотравья — *Filipendula ulmaria* и *Urtica dioica*. С прекращением сенокосения эти растения начинают активно разрастаться и создавать замкнутые группировки с высокой плотностью облиственных побегов в наземной сфере и с густо переплетенными корневищами в почве. В результате показатели видового разнообразия луга в 2017 году уменьшилась **в три раза** по сравнению с 1998 годом.

2. В современном растительном покрове зоны широколиственных лесов богатые полидоминантные остепненные луга могут сохраняться на крутых склонах, где невозможна распашка, затруднены сенокосение и выпас, а также минимальна интенсивность губительных пожаров. При ежегодных палах полидоминантные остепненные луга постепенно превращаются в обедненные олигодоминантные, в которых преобладают два длиннокорневищных злака-геофита — *Bromopsis inermis* и *Calamagrostis epigeios*.

3. Для поддержания структурного и видового разнообразия растительного покрова лугов важны следующие особенности поведения сурков: 1) формирование сурчин, которые характеризуются обнаженным субстратом, необходимым для семенного и вегетативного размножения растений; 2) создание и поддержание пастбищных участков рядом с сурчинами. Перечисленное определяет развитие пятен растительности на внутрилесных лугах и их пространственное перераспределение в сообществах.



Фото: Шпиленок И., Воробей Н., Алейников А., Ситникова Е., Горнов А.



***Спасибо за внимание!***



**Выражаю благодарность коллегам за помощь в сборе и обсуждении материала Евстигнееву О.И., Ручинской Е.В., Гаврилюку Е.А.**