

УДК 630\*182:502.7

А.Я. Григорьевская, Ю.А. Нестеров

## ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ ФИТОЦЕНОЗОВ КАК ИНДИКАТОР БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ СОСТОЯНИЯ В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Степень трансформации среды под влиянием внешних воздействий со стороны хозяйственной деятельности человека можно оценить ответной реакцией фитоценозов. В трансформированной среде наблюдается нарушение природного баланса составляющих элементов, меняется характер рельефа, условия атмосферного увлажнения, состав и свойство воздуха, плодородие почвы и т.д. Используя растительность в роли биотеста или индикатора условий среды можно проследить зависимость структуры сообществ от условий среды существования. Ответная реакция проявляется в изменении вертикальной структуры растительного сообщества. Самым наглядным способом представления вертикальной структуры можно считать рисовку вертикальных проекций [1].

Для оценки достоинств способа проекций были проведены описания биоморфотической структуры лесостепных фитоценозов, находящихся в разных режимах природопользования.

**Участок заповедного режима** использования расположен на лесной опушке заповедного урочища Морозова гора Задонского района Липецкой области (в границах заповедника Галичья гора).

Участок, на котором проводились наблюдения, представляет собой пологий приводо-раздельный склон, крутизна которого постепенно увеличивается от 5° в прирвовочной части до 7-8° в нижней. Пространство, с южной и северной стороны ограничивается ложбина-

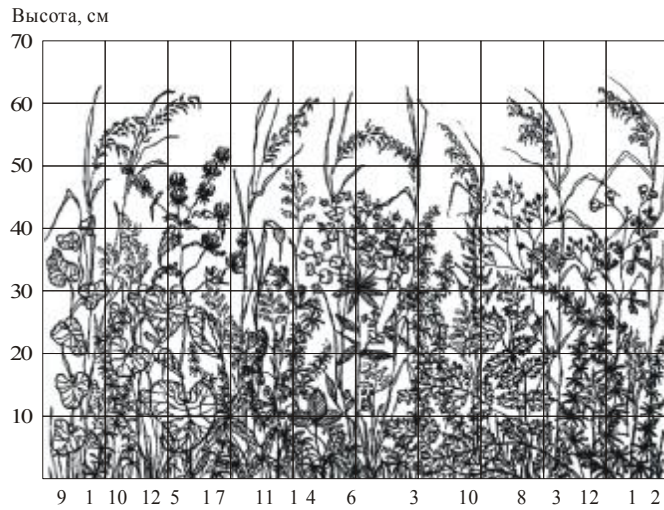
ми стока, направленными в сторону крутого долинного склона, поэтому поверхность участка становится слабывыпуклой.

Почвенный покров представлен карбонатными выщелоченными черноземами. Материнская порода залегает на глубине 1-1,2 м, в верхней части представляет собой известняковую щебенку 5-8 см в поперечнике, сильно выветрелую. Мощность щебнистого слоя около 80 см, ниже он переходит в плотные трещиноватые известняки. На склоне расположены следующие ассоциации:

1. Асс. *Poa angustifolia* – *Arrhenatherum elatius* bvari iherbitas (разнотравно-райграсово-мятликовая) (рис.1);
2. Асс. *Arrhenatherum elatius* - *Fragaria viridis* (землянично-райграсовая) (рис.2);
3. Ассоциация. *Stipa pennata* - *Poa angustifolia* (мятликово-перистоко-выльняная) (рис.3).

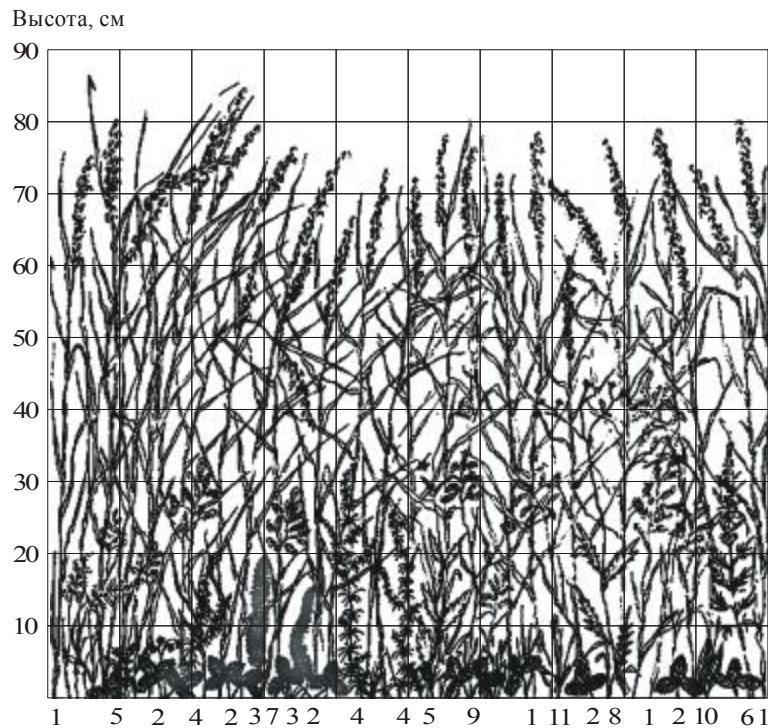
Они относятся к формации *Poa*, видовая насыщенность в границах ассоциаций равна 87 видам, общее проективное покрытие до 98%, видовое обилие – от 860 до 1000 особей на 1 м<sup>2</sup>.

Вертикальные проекции этих ассоциаций отражают хорошее состояние фитоценозов с высотой травостоя до 1 м. Можно убедиться в наличии корневищных, рыхлокустовых злаков с широкой листовой пластинкой и обилии двудольных. За вегетационный период насчитывается до 10 аспективных фаз развития. Видовой состав распределился по жизненным фор-



**Рис. 1. Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Poa angustifolia* - *Arrhenatherum elatius* 6 variierbitas. Заповедный режим.**

1 – *Galium verum*; 2 – *Agrostis gigantea*; 3 – *Potentilla tanaitica*; 4 – *Fragaria viridis*; 5 – *Phlomis tuberosa*; 6 – *Euphorbia virgata*; 7 – *Medicago falcata*; 8 – *Convolvulus arvensis*; 9 – *Aristolochia clematitis*; 10 – *Poa angustifolia*; 11 – *Allium oleracium*; 12 – *Arrhenatherum elatius*.



**Рис. 2. Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Arrhenatherum elatius* - *Fragaria viridis*. Заповедный режим.**

1 – *Arrhenatherum elatius*; 2 – *Fragaria viridis*; 3 – *Achillea millefolium*; 4 – *Galium verum*; 5 – *Agrimonia eupatoria*; 6 – *Melampyrum argyrocomum*; 7 – *Knautia arvensis*; 8 – *Libanotis intermedia*; 9 – *Medicago falcata*; 10 – *Plantago lanceolata*; 11 – *Poa angustifolia*.

Вертикальные проекции фитоценозов как индикатор биоразнообразия экосистем и их состояния в разных режимах природопользования

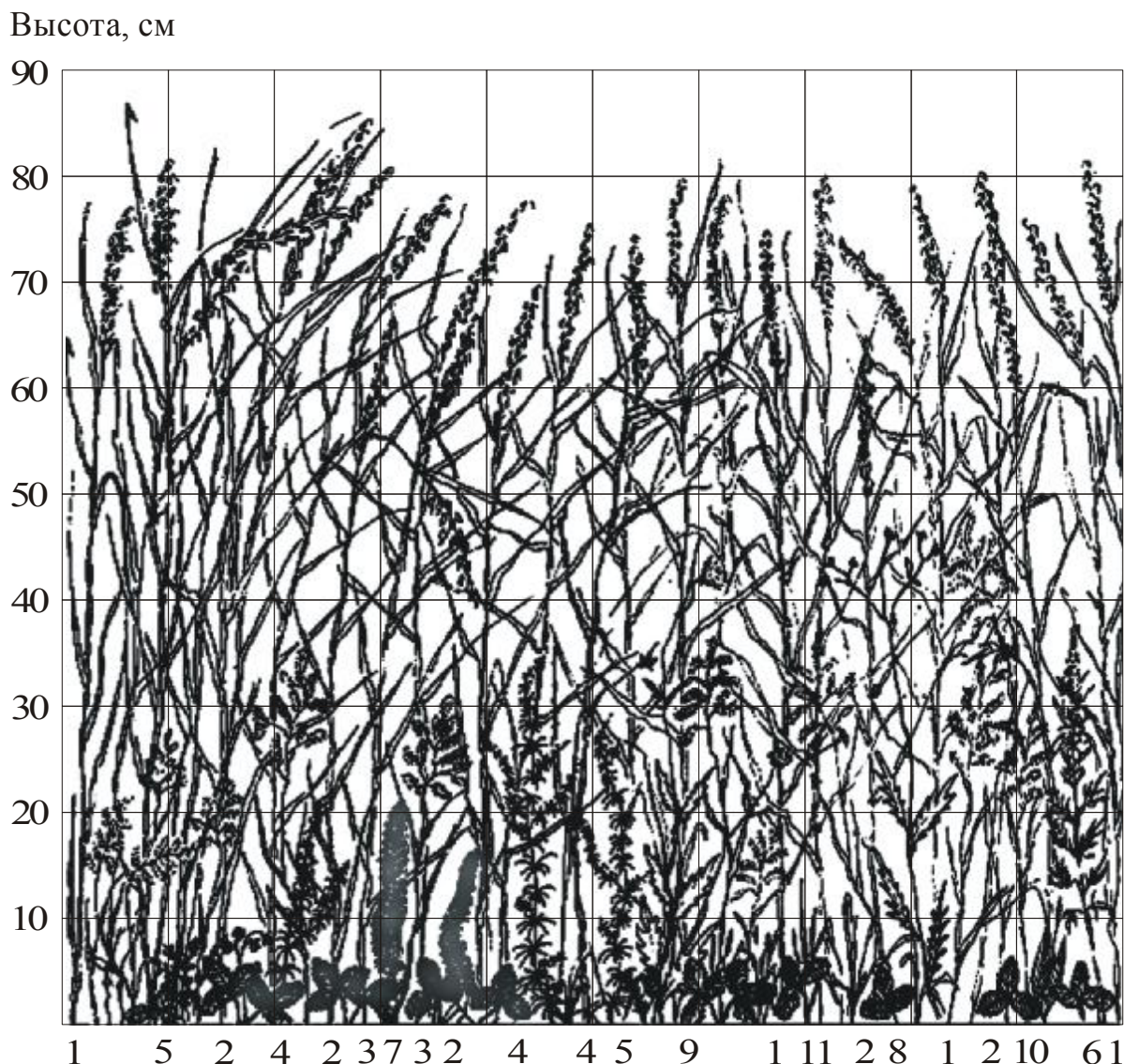


Рис. 3. Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Stipa pennata* - *Poa angustifolia*. Заповедный режим.

1 – *Peucedanum alsaticum*; 2 – *Salvia pratensis*; 3 – *Prunus spinosa*; 4 – *Campanula rapunculoides*; 5 – *Potentilla tanaitica*; 6 – *Medicago falcata*; 7 – *Seseli annuum*; 8 – *Veronica chamaedris*; 9 – *Galium verum*; 10 – *Melampyrum argirocomum*; 11 – *Fragaria viridis*; 12 – *Veronica austriaca*; 13 – *Arrhenatherum elatius*; 14 – *Stipa pennata*; 15 – *Poa angustifolia*.

мам в такой последовательности: однолетников – 1, двулетников – 4 (57%), многолетников – 82 (94,3%); по экологическим группам с учетом градаций мезофитных элементов – 51 (58,6%), ксерофитных – 36 (41,4%); по фитоценотической принадлежности: опушечно-лугово-степные – 66 (7,59%), опушечно-луговые – 11 (12,6%), сорно-опушечно-лугово-степные – 10 (11,5%).

Физиономичность и биоморфоценоструктура сообществ на вертикальных проекциях отражают типичную луговую степь, что подтверждает очевидную самостоятельность лесостепной зоны. В тоже время высокая видовая насыщенность выступает признаком экотонного положения сообществ, расположенных между лесом и агроценозом.

Преимущество режима заповедности в том, что он обеспечивает высокую емкость среды, полнофазность развития сообществ, иначе он определяет реальный фитоценотический ареал видов, слагающих сообщество. Если экологический ареал отражает специфику свойств среды, обеспечивающей существование вида в экотопе в соответствии с его толерантностью, то фитоценотический ареал вида – это эволюционно сложившиеся взаимоотношения между растениями, т.е. это место в растительном покрове местности каждого из них.

**Режим постоянного выпаса.** Влияние режима постоянного выпаса на структурные особенности фитоценозов рассмотрим на участке прилегающем к урочищу Морозова гора Липецкой области за пределами территории заповедника Галичья гора.

Участок занимает верхнюю часть пологонаклонного левого коренного склона долины реки Дон. Склон, как и в предыдущем случае, сложен в основании плотными трещиноватыми девонскими известняками, перекрытыми толщей известняковой сильно выветрелой щебенки мощностью до 1 м. Сверху карбонатные породы перекрыты коричневыми моренными суглинками и делювиальными суглинками, снесенными с лежащего выше водораздельного плато. Мощность слоя суглинков не-

значительна и составляет около 1 м, местами меньше.

Поверхность склона имеет щитообразную, слегка выпуклую форму. Такое строение поверхности обусловлено с одной стороны общей формой склона, подробное описание которого приводится ниже при характеристике профиля, с другой – ложбинами стока, разрезающими склон на несколько фрагментов.

На склоне развиты слабосмытые выщелоченные черноземы.

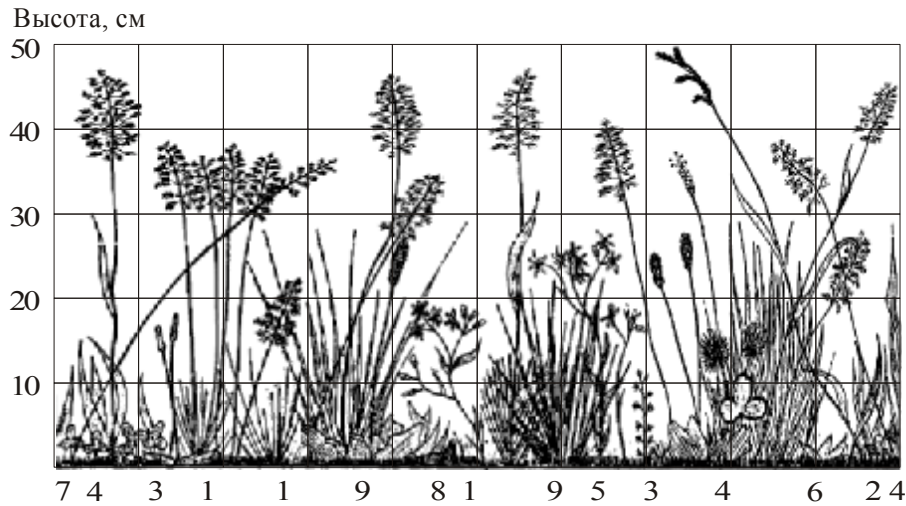
Участок, на котором проводились описания, занят ассоциациями:

1. Асс. *Agrostis vinealis* – *Bryum* (мохово-полевицевая) (рис.4);
2. Асс. *Agrostis vinealis*-*Poa angustifolia*–*Bryum* (мохово-мятликово-полевицевая) (рис. 5);
3. Асс. *Poa angustifolia*-*Agrostis vinealis*–*Bryum* (мохово-полевицево-мятликовая) (рис. 6);
4. Асс. *Agrostis vinealis*–*Festuca valesia*-*Bryum* (мохово-овсяницево-полевицевая) (рис. 7).

Выделенные ассоциации относятся к формации *Agrostis* с видовой насыщенностью 69 видов в границах указанных ассоциаций. Виды распределяются между жизненными формами следующим образом: однолетников – 4 (6%), двулетников – 12 (18%), многолетников – 57 (82%). Присутствие монокарпиков в структуре сообществ свидетельствует о наличии свободных ниш в фитоценозе, появившихся в результате гибели растений неустойчивых к выпасу скота. Ниши активно заселяются сорными адвентивными растениями, в чем и сказывается отрицательный эффект пастбищного режима использования фитоценоза. Из экологических групп доминируют мезофиты – 38 (55,1%), ксерофитов числится – 31 (44,9%). В фитоценотическом плане господствуют элементы лугово-степной флоры – 48 (69,6%), а доля сорно-лугово-степных составляет – 21 (30,4%).

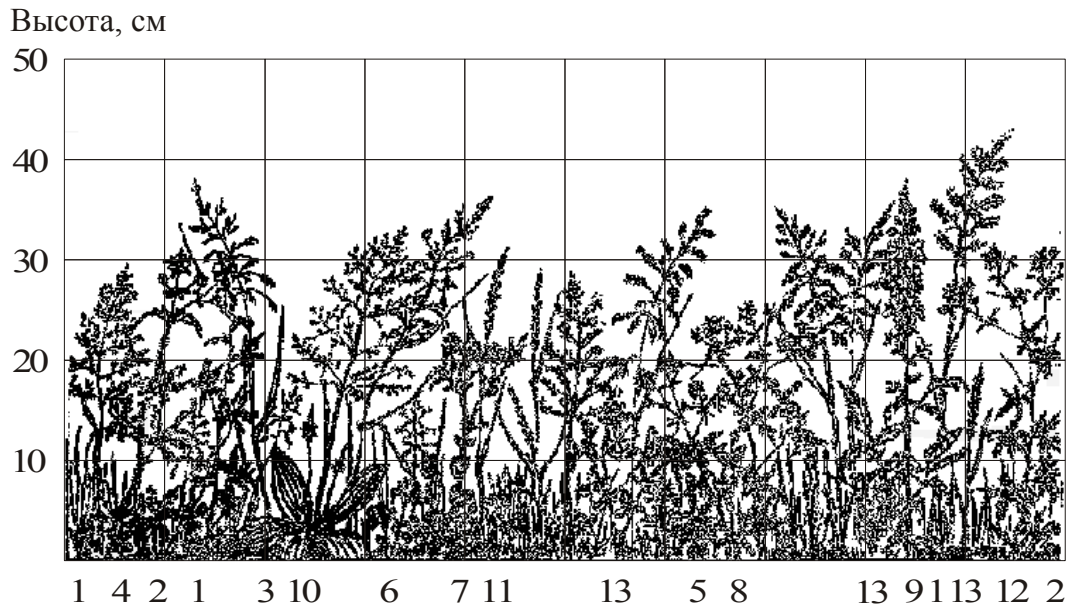
Вертикальные проекции фитоценозов пастбищного режима использования наглядно

*Вертикальные проекции фитоценозов как индикатор биоразнообразия экосистем и их состояния в разных режимах природопользования*



**Рис. 4. Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Agrostis vinealis* – *Brium*. Пастбищный режим.**

*1 - Agrostis vinealis; 2 – Poa angustifolia; 3 – Plantago media; 4 - Trifolium repens; 5 - Artemisia austriaca; 6 – Veronica spicata 7 -Festuca valesiaca; 8 - Asperula tinctoria 9 - Brium.*



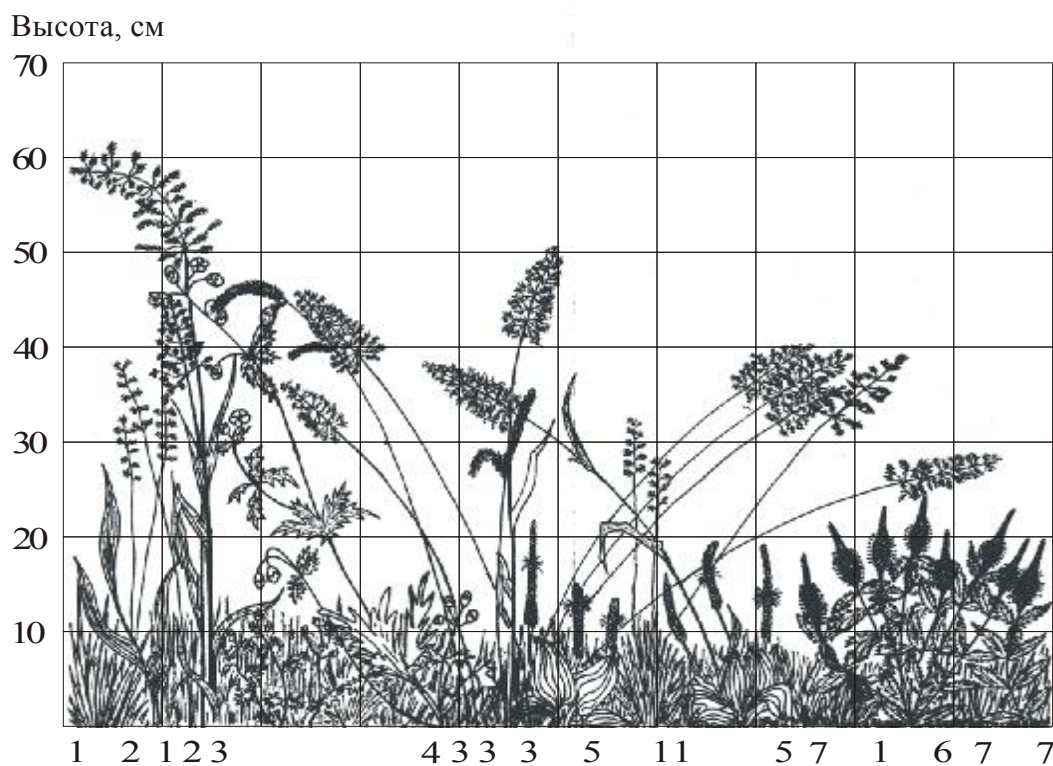
**Рис. 5. Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Agrostis vinealis* – *Poa angustifolia* - *Brium*. Пастбищный режим.**

*1 - Agrostis vinealis; 2 - Potentilla argentea; 3 - Festuca pratensis; 4 - Poa angustifolia; 5 - Lotus corniculatus; 6 - Trifolium repens; 7 - Cerastium arvense; 8 - Artemisia austriaca; 9 - Agrimonia eupatoria; 10 - Plantago media; 11 - Agropiron repens; 12 -Festuca valesiaca; 13 - Brium.*



**Рис. 6** Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Poa angustifolia* + *Agrostis vinealis* – *Brium*. Пастбищный режим.

1 - *Agrostis vinealis*; 2 – *Plantago media*; 3 – *Fragaria viridis*; 4 - *Poa angustifolia*; 5 – *Potentilla argentea*;  
6 - *Brium*.



**Рис. 7.** Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области.  
Асс. *Agrostis vinealis* – *Festuca valesiaca* - *Brium* Пастбищный режим.

1 - *Festuca valesiaca*; 2 – *Poa angustifolia*; 3 – *Agrostis vinealis*; 4 – *Potentilla argentea*; 5 - *Plantago media*; 6 – *Veronica spicata*; 7 - *Brium*.

*Вертикальные проекции фитоценозов как индикатор биоразнообразия экосистем и их состояния в разных режимах природопользования*

демонстрируют их отличие от заповедных фитоценозов. Высота травостоя в них всего лишь 40-60 см, а видовое обилие возрастает до 1460 особей на 1 м<sup>2</sup>. Заметное повышение видового обилия наблюдается у злаков устойчивых к выпасу, таких как *Poa angustifolia* от 316 до 506 особей; *Agrostis vinealis* от 423 до 622 особей; *Festuca valesiaca* от 38 до 62 куртин на 1 м<sup>2</sup>.

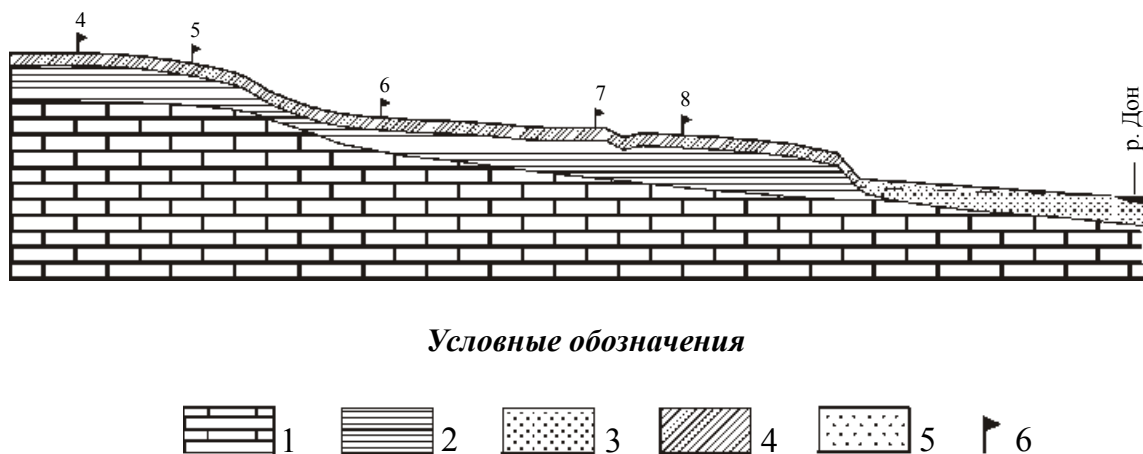
Анализ структурных особенностей и вертикальных проекций фитоценозов рассмотренных режимов природопользования указывает на отрицательную роль чрезмерного выпаса скота. Она характеризуется уменьшением видовой насыщенности сообществ и исчезновением неустойчивых к выпасу растений из двудольных и однодольных; повышением видового обилия злаков устойчивых к выпасу; возрастанию роли сорных видов, свидетельствующих о деградации сообщества и ростом ксерофитизации фитоценозов.

Все это свидетельствует о преимуществе строгого режима природопользования в системе особо охраняемых природных территорий.

Особый интерес может иметь зависимость фитоценотической структуры сообщества от условий почвенного увлажнения, выраженная на вертикальных проекциях. Рассмотрим влияние фактора влаги на биоморфологическую структуру фитоценозов.

Вертикальные проекции фитоценозов (рис. 1-3) участков заповедного режима демонстрируют обилие мезофитных растений, что подтверждает хороший водный режим почвы. Они приурочены к верхней лесной опушке урочища Морозова гора с относительно выполаженным и спокойным рельефом.

Влияние фактора увлажнения на фитоценозы, находящиеся в режиме пастбищного использования, было изучено на примере растительности левого коренного долинного склона р. Дон у южной окраины с. Донское Задонского района Липецкой области. На этом склоне достаточно ярко меняются условия увлажнения, поэтому здесь был заложен профиль от водораздельного плато до русла реки Дон (рис. 8).



**Рис. 8.** Положение точек построения проекций на схематическом геолого-геоморфологическом профиле через левый коренной склон долины р. Дон у южной окраины с. Донское Задонского района Липецкой области.

1 – известняк девонского возраста; 2 – делювиальные суглинки; 3 – отложения пойменного аллювия; 4 – почвенный покров; 5 – современные аллювиальные отложения пляжа; 6 – точки построения проекций.

В основании склон сложен плотными известняками в верхней части щебнистыми, сильно выветрелыми. Сверху известняк покрыт толщей моренных и делювиальных суглинистых отложений, снесенных с прилегающего водораздельного плато. Мощность последних составляет от 1 метра в выпуклой верхней части склона до 2,5 метров в нижней. Делювиальные суглинки выступают здесь в роли материнских почвообразующих пород, на которых развиваются черноземы выщелоченные среднесмытые карбонатные. Мощность почвенного слоя невелика – всего около 0,8 м. Определяющее значение в увлажнении участка имеет форма склона.

Склон имеет сложную ступенчатую форму. В верхней части он выпуклый, переход к водораздельному плато плавный, слабо выраженный. Крутизна меняется от 2-3° до 10°. Длина выпуклой части склона составляет 60-65 м. На расстоянии 80-100 м друг от друга склон осложнен двумя ложбинами стока шириной от 3 до 8 м и глубиной до 1,5 м. Ложбины проходят не по общему уклону поверхности, а секут склон под углом около 10-15°, что может служить доказательством их антропогенного происхождения. Скорее всего, они образовались в результате линейной эрозии вдоль грунтовой дороги. На этом отрезке склона расположены ассоциации *Agrostis vinealis*–*Bryum* (мохово-полевицевая) (рис. 4) и *Agrostis vinealis*-*Poa angustifolia* – *Bryum* (мохово-мятликово-полевицевая) (рис. 5).

Ниже, под выпуклой средней частью, имеется террасовидный уступ шириной до 30 м. Поверхность склона здесь плоская слабонаклонная в сторону русла под углом около 5°. Происхождение уступа может быть объяснено эрозионными циклами реки, поскольку в высотном положении над урезом воды в реке он почти совпадает с уровнем второй надпойменной правобережной террасы. В нижней части склона на поверхности террасовидного уступа располагается плоская площадка шириной около 15 м. Очевидно она образовалась в результате в результате аккумуляции нано-

сов на выпуклом участке склона во время высоких уровней половодья. На этом участке расположена ассоциация *Poa angustifolia* - *Agrostis vinealis* – *Bryum* (мохово-полевицево-мятликовая) (рис. 6)

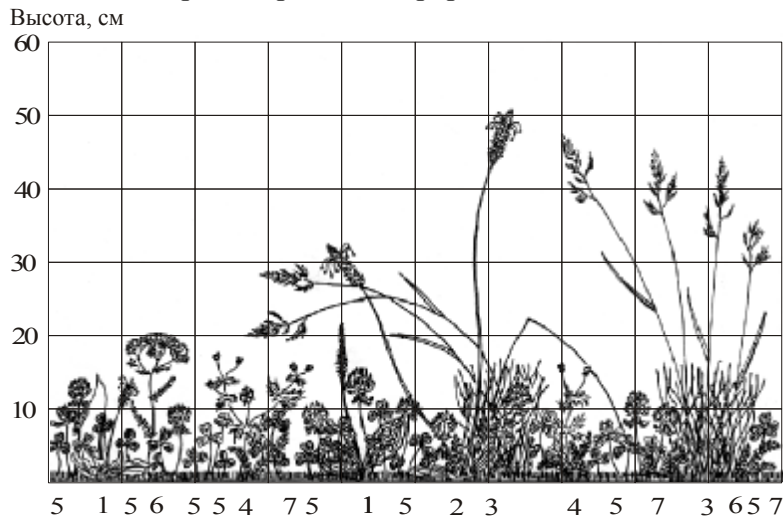
В нижней части склона хорошо выражен еще один уступ крутизной более 20° с четкой бровкой высотой 2,5-3 м. У подножья склон резко переходит к широкому пляжу, сложенному крупно- и среднезернистым палево-желтым песком аллювиального происхождения. Перед уступом находится ассоциация *Trifolium repens* - *Festuca valesiaca* – *Brium* (мохово-типчаково-клеверовая) (рис. 9).

Различный характер увлажнения на выделенных морфологических частях склона определяется формой и геологическим строением. Выпуклые участки склона более сухие, выположенные с наименьшими уклонами увлажнены лучше. Особенно заметны различия в увлажнении ложбин стока. Во время снеготаяния и обильных атмосферных осадков почвенный слой увлажняется лучше. В то же время в сухое время года, в тех местах где подземные воды залегают достаточно глубоко, запасы почвенной влаги иссякают быстро и становятся в 2 раза меньше, чем на соседних склонах [2].

Определить пространственные изменения увлажнения склона можно на основе анализа вертикальных проекций фитоценозов. На более сухом выпуклом участке склона с высоким показателем видового обилия доминируют *Poa angustifolia*, *Agrostis vinealis*, *Festuca valesiaca* (рис. 4). С уменьшением уклона незначительно возрастает увлажнение почвы, о чем свидетельствует увеличение числа двудольных растений мезофитного характера (рис. 5). После первого уступа в ассоциации *Poa angustifolia* + *Agrostis vinealis* – *Brium* доминирует мезофитный злак *Poa angustifolia* (рис. 6), который создает фон фитоценоза. Само состояние доминанта свидетельствует об оптимальных условиях среды обитания. В нижней части склона перед уступом происходит заметное увеличение мезофитного разно-



*Вертикальные проекции фитоценозов как индикатор биоразнообразия экосистем и их состояния в разных режимах природопользования*



**Рис. 9. Вертикальная проекция луговой степи ур. Морозова гора Липецкой области. Асс. *Trifolium repens* - *Festuca valesiaca* - *Brium*. Пастбищный режим.**

*1 - Plantago media; 2 – Plantago lanceolata; 3 – Festuca valesiaca; 4 – Potentilla argentea; 5 - Trifolium repens; 6 - Artemisia austriaca; 6 – Veronica spicata 7 - Brium.*

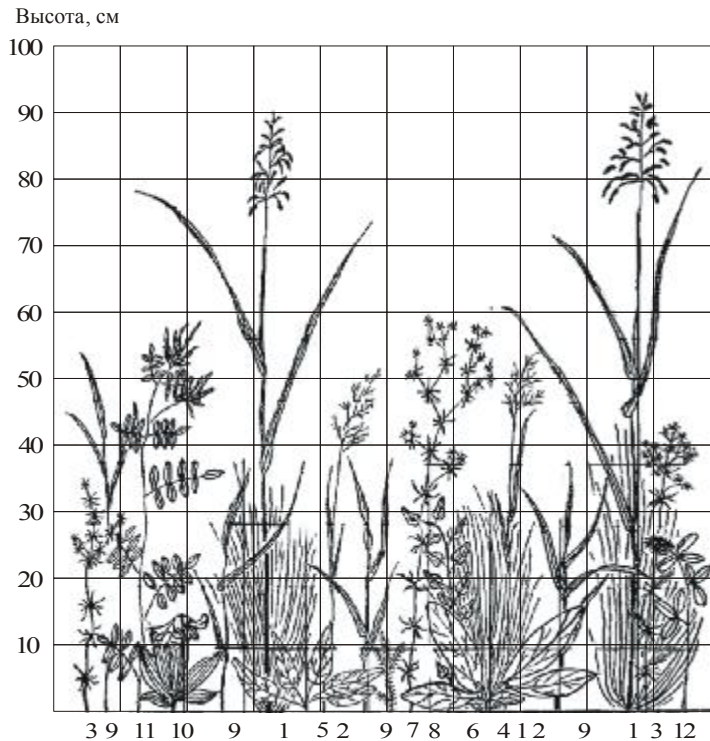
травья (рис. 7), что позволяет судить о достаточном количестве влаги в почве. Ниже уступа, в ассоциации *Trifolium repens* - *Festuca valesiaca* – *Brium* (рис. 9) доминирует *Trifolium repens*. Это луговое растение указывает на повышенное увлажнение почвы. Таким образом, вертикальные проекции ассоциаций отражают экологическую роль фактора увлажнения на характере их биоморфоструктуры.

Вертикальные проекции ассоциаций, расположенных в более сухих зональных условиях степной зоны - плакорной Хрипунской степи Богучарского района Воронежской области и ассоциации на меловых склонах у с. Засосна Красногвардейского района Белгородской области четко отражают коренные изменения всей структуры фитоценозов (рис. 10, 11, 12). Ответом на дефицит влаги и повышенные температуры является выработка у растений ксероморфных признаков. Сразу становится заметной их принадлежность к южному варианту степи с доминированием ксерофитов и узколистных злаков. Наблюдается флористическое обеднение южных степей. Видовая насыщенность Хрипунской степи составляет 21,6 вида на 1 м<sup>2</sup>, а на 100 м<sup>2</sup> насчитывается 63 вида растений. На поверхности почвы про-

сматриваются незадернованные участки, а в подземном слое почвы наблюдается густое переплетение корневых систем с выраженной подземной замкнутостью при надземной несомкнутости. Все адаптации у растений в рассмотренных случаях определяются только экологическими условиями среды. Отсутствие сорных растений также хороший признак генетически устойчивого степного комплекса с ярко выраженным подбором растений фитоценотического ареала.

Вертикальные проекции фитоценозов также являются информативными показателями изменения экологических условий среды, отраженного через структуру фитоценозов. Реакция биоты на режим среды определяется вертикальной структурой растительного сообщества, видовым составом, количественным соотношением видов, набором экобиоформ и ценотипов.

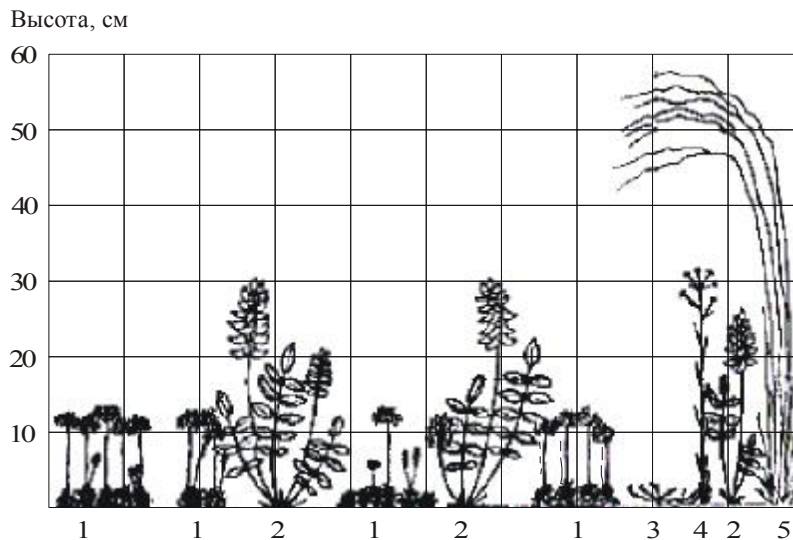
Растительный покров это ядро экосистемы, обладающее тесными связями с абиотическими компонентами, на чем и основана его роль как индикатора состояния природной среды, ее элементов и параметров. “Изучение экологических связей растительного покрова – средство анализа среды, дифференциации эко-



**Рис.10. Вертикальная проекция ковыльной степи ур. Хрипунская степь Воронежской области.**

Асс. *Stipa lessingiana* 6 variierbitas. Заповедный режим.

1 – *Stipa lessingiana*; 2 – *Poa angustifolia*; 3 – *Galium verum*; 4 – *Verbascum orientale*; 5 – *Salvia nutans*; 6 – *Convolvulus arvensis*; 7 – *Achillea millefolium*; 8 – *Asperula cynanchica*; 9 – *Zerna inermis*; 10 – *Plantago media*; 11 – *Coronilla varia*; 12 – *Trifolium medium*.

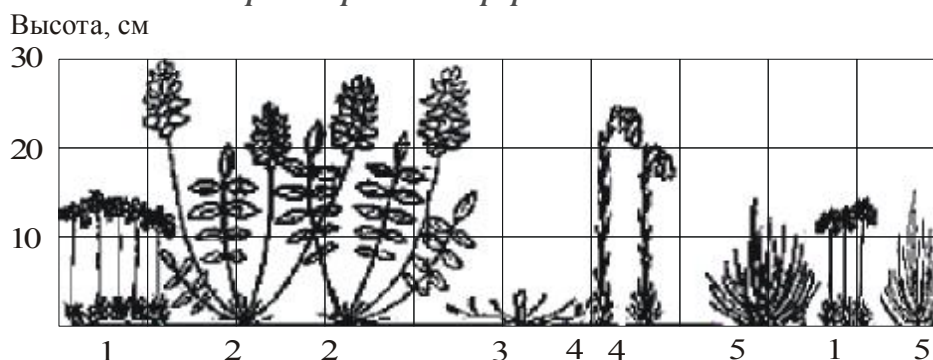


**Рис. 11. Вертикальная проекция кальцефильной степи ур. “Широкополье”, АО “Палатовское” Белгородской области.**

Асс. *Androsace koso-poljanskii* - *Hedysarum grandiflorum*. Пастбищный режим.

1 - *Androsace koso-poljanskii*; 2 - *Hedysarum grandiflorum*; 3 - *Thymus cretaceus*; 4 – *Euphorbia seguieriana*; 5 – *Stipa pennata*.

*Вертикальные проекции фитоценозов как индикатор биоразнообразия экосистем и их состояния в разных режимах природопользования*



**Рис. 12. Вертикальная проекция кальцефильной степи ур. “Демин яр”, АО “Родина” Белгородской области.**

Асс. *Hedysarum grandiflorum* – *Androsace koso-poljanskii* – *Carex humilis*. Пастбищный режим.

1 - *Androsace koso-poljanskii*; 2 - *Hedysarum grandiflorum*; 3 – *Thymus cretaceus*; 4 - *Onosma simplicissima*; 5 - *Carex humilis*.

логического пространства. Это необходимая основа для разработки схем природопользования, оценки и прогноза состояния растительности при спонтанных и антропогенных процессах, выявления биоиндикаторов” [3].

Механизм связей отдельных элементов флоры с условиями среды выявляется его потенциальной возможностью по освоению условий биотопа и контролируется спектром его адаптаций.

Как эти так и ряд других положений четко отражаются при пользовании методами составления вертикальных проекций фитоценозов, выступающих в роли индикаторов.

Итак, вертикальные проекции наглядно и достоверно отражают информацию о влиянии режимов природопользования на растительные сообщества, позволяют делать четкие выводы о их достоинствах и недостатках:

1. Влияние режимов природопользования на природную среду можно оценить мето-

дом вертикальных проекций. Вертикальные проекции дают возможность глубже познать ярусную структуру сообществ.

2. Вертикальные проекции в геоботанических исследованиях выступают в роли индикатора условий природной среды, выраженных через биоморфоструктуру ассоциаций.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 01-05-64336.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьевская А.Я. Метод проекции в отражении динамики степной растительности заповедного режима // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии. – СПб., 2000. – С. 186–189.
2. Мильков Ф.Н., Дроздов К.А., Федотов В.И. Галичья гора. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1970. – 93 с.
3. Мяло Е.Г. Экологический анализ растительного покрова как основа фитоиндикации и прогноза состояния экосистем: Автореф. дисс... д-ра геогр. наук. – М.: МГУ, 2000. – 57 с.