

*Е. В. Миляева<sup>1,2\*</sup>, Н. П. Миронычева-Токарева<sup>2</sup>*

## **Мониторинг биоразнообразия лесостепных экотон**

<sup>1</sup>Сибирский университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup>Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения наук, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: milek123@mail.ru

**Аннотация.** Полученные в ходе исследования данные по распределению растительности и растительного вещества в условиях экотон на границе перехода Барабинской лесостепи в степные экосистемы Кулунды, позволяют сделать вывод о флористическом единстве экотонных участков. Фитоценогруппы в пяти исследованных переходных экосистемах распределились следующим образом опушечно-луговые > лугово-степные > сорные > луговые > опушечно-лесные > степные > опушечно-степные > лугово-лесные > лесные. По количеству видов лидируют экосистемы экотон – степь-луг (64 вида). Количественные характеристики запасов растительного вещества лугово-болотного экотона резко отличаются от запасов лесного луга в колке, приколочного остепненного луга и степи. Запас фотосинтезирующей фитомассы и живых корней наименьший в луговой экосистеме – 1367 г/м<sup>2</sup>, в экосистеме влажного луга (лугово-болотный экотон) ее количество возросло в 1,3 раза, в травяном болоте – в 2,5 раза по сравнению с лугом и в 1,3 раза по сравнению с влажным лугом.

**Ключевые слова:** экотон, степь, луг, экосистемы, фитоценогруппы растений, надземная фитомасса

*E. V. Milyaeva<sup>1,2\*</sup>, N. P. Mironycheva-Tokareva<sup>2</sup>*

## **Monitoring of biodiversity of forest-steppe ecotones**

<sup>1</sup> Siberian University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,  
Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of Sciences, Novosibirsk,  
Russian Federation

\* e-mail: milek123@mail.ru

**Abstract.** The data obtained in the course of the study on the distribution of vegetation and plant matter in the conditions of ecotones at the border of the transition of the Barabinsk forest-steppe to the steppe ecosystems of Kulunda, allow us to conclude about the floral unity of ecotone sites. Phytocenogroups in the five studied transitional ecosystems were distributed as follows: forest-meadow > meadow-steppe > weed > meadow > forest-forest > steppe > steppe-steppe > meadow-forest > forest. According to the number of species, the ecosystems of ecotones – steppe-meadow (64 species) are leading. The quantitative characteristics of the meadow-swamp ecotone reserves differ sharply from the reserves of the forest meadow in Kolka, the pinned-down meadow and the steppe. The stock of photosynthetic phytomass and living roots is the smallest in the meadow ecosystem – 1367 g/m<sup>2</sup>, in the ecosystem of a wet meadow (meadow-swamp ecotone) its amount has increased 1,3 times, in a grass swamp – 2,5 times compared to a meadow and 1,3 times compared to a wet meadow.

**Keywords:** ecotone, steppe, meadow, ecosystems, phytocenogroups of plants, aboveground phytomass

## *Введение*

В результате активной хозяйственной деятельности человека резко возросла дробность и контрастность биогеоценотического и ландшафтного покровов. Следствием этого является формирование особых сообществ между зональными и антропогенными экосистемами. Наблюдения последних десятилетий показали, что во многих природных зонах процесс возникновения экотонных различного уровня и сложности быстро прогрессирует [8, 10, 13]. Следствием этого является смена зональных типов растительности, таких как лес, степь, тундра, новыми сообществами, сложными по структуре и обладающими признаками граничных экосистем, но отличающихся от них повышенной адаптивностью к флуктуирующим условиям абиотической и биотической среды. То есть наблюдается экотонизация растительного покрова [1, 2, 4, 9, 14]. Современное состояние лесостепи является продуктом многовековой деятельности человека. В ее составе чередуются лесные массивы, участки луговых степей, луга и заросли кустарников. В прошлом лесная растительность покрывала здесь большие пространства, а сегодня она занимает лишь незначительные площади [3, 7, 11].

До сих пор остается дискуссионным вопрос природными или антропогенными факторами обусловлено соотношение между основными типами растительности лесостепного комплекса. Исследование, направленное на понимание, какую роль играют разные факторы в распределении растительности лесостепного комплекса, является актуальным [7]. Совместное существование разных по фитоценотической роли сообществ обуславливает необходимость исследования границ между ними. Подробному изучению структуры экотона этого типа посвящены единичные работы. Для описания структуры в каждом конкретном случае авторами используется ограниченное сочетание признаков. В связи с этим существует необходимость сопоставления разных признаков растительных сообществ в формировании структуры экотона, а также выявления особенностей краевого (экотонного) эффекта [5, 12].

Основой для решения очерченных проблем может послужить изучение структуры и динамики растительного покрова в составе катенных комплексов. Анализ растительности экотонных комплексов и вместе с тем реализация такой задачи, как создание фитоценотической базы для мониторинга лесостепной растительности ставит перед исследователями задачи изучения экотонных типов растительных сообществ лесостепи и динамики их состава для разработки программ рационального использования растительных ресурсов на границе лесостепной и степной природных зон.

## *Материалы и методы*

Сбор полевых материалов осуществлялся на опорных геоботанических профилях в экотонах типичной лесостепи. Профили пересекали участки с хорошо сохранившимися зональными типами растительности и с низким уровнем антропогенного воздействия.

Методика выявления флористического состава ассоциаций, количественных соотношений между видами наряду с геоботаническими описаниями вклю-

чала заложение серии малых площадок 1/4 м<sup>2</sup>. Доминирование и распределение определяли на основании анализа количественных показателей численности, покрытия и встречаемости всех видов, попавших в регулярную выборку из 150 учетных площадок. Координаты центра каждой площадки фиксировали прибором GPS, описывали особенности склона, рельеф, крутизну и экспозицию склона. Доминанты, субдоминанты и второстепенные виды при обработке количественных данных выделяли по пятибалльной шкале, имеющей в основе проективное покрытие: единично, I – от 1 до 5 %, II – от 6 до 15 %, III – от 16 до 25 %, IV – от 26 до 50 %, V – свыше 50 % [12, 14].

### Результаты

Почвенный и растительный покров степных, лесостепных и луговоболотных и лесостепных стационарных участков на территории Барабы и Кулунды характеризуется большой пестротой и комплексностью. Все повышенные элементы рельефа заняты лугово-черноземными среднесуглинистыми засоленными почвами. В растительном покрове общий фон дает злаковоразнотравная ассоциация с горичником – *Peucedanum morisonii*, жабрица – *Seseli ledebourii* и солодкой – *Glycyrrhiza uralensis*. Основную массу травостоя образуют степные дерновинные злаки с примесью рыхлокустовых и степное разнотравие. На средне-столбчатом солонце развита типчаково-полынная ассоциация с *Artemisia austriaca* и *A. nitrosa*. Понижения с луговой осолоделой почвой, очень небольшие по площади, заняты лугово-степной растительностью с осокой ранней – *Carex praecox*, лабазником обыкновенным – *Filipendula vulgaris*, тысячелистником благородным – *Achillea nobilis*, луком – *Allium lineage* и вейником – *Calamagrostis epigeios*.

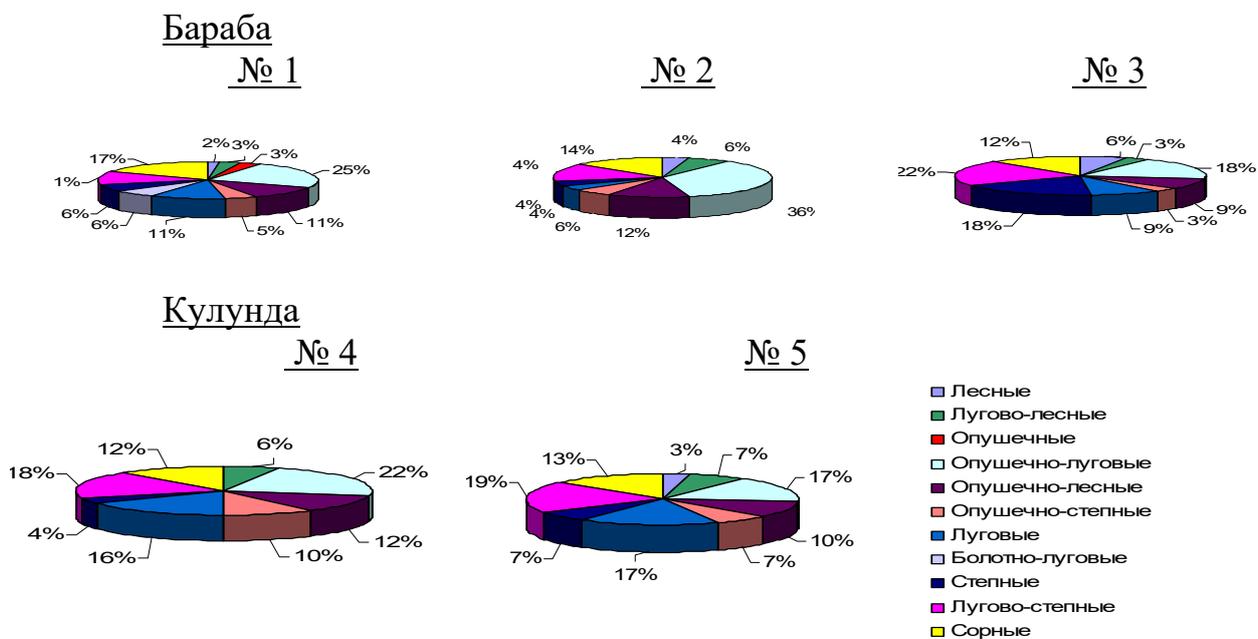


Рис.1. Распределение видов флоры экотонов по основным эколого-фитоценотическим группам

Ниже по склону лежат глубокостолбчатые солонцы в комплексе со средне-столбчатыми, еще ниже они сменяются комплексом средне-столбчатых высоко- и корковостолбчатых солонцов. Растительный покров глубоких солонцов представлен злаковыми степями с солодкой. Средние и высокие солонцы характеризуются типчаково-полынными, полынно-шелковицевыми и типчаково-волоснецовыми ассоциациями. Ближе к болоту преобладают корковостолбчатые солонцы, постепенно сменяющиеся солончаками. Растительность корковых солонцов и солончаков представляет всевозможные варианты шелковицевых, полынно-шелковицевых и лебедовых ассоциаций.

Солончаки, расположенные по периферии болота, покрыты выпотами солей, в сухое время лета имеют глубокие трещины; растительность состоит из кустарничков: сарсазана – *Holochetum strobilaceum*, поташника – *Kalidium foliatum*, между которыми встречаются офайстон – *Ofaiston monandrum*, петросимония – *Petrosimonia litwinowii*, сведа – *Suaeda corniculata*, *S. linifolia* и солерос – *Salicornia herbacea*.

Солончаки резко переходят в приболотный луг, узкой полосой окаймляющий тростниковое болото. Травостой луга довольно густой, образован шелковицей – *Puccinellia distans* с примесью мятлика болотного – *Poa palustris*, ситника Жерарда – *Juncus gerardi* и лисохвоста – *Alopecurus arundinaceus*. Почва солончаково-лугово-болотная. Ближе к болоту появляется много осоки двурядной *Carex dioica* и тростника *Phragmites australis*.

После сбора образцов и обработки геоботанических описаний все полученные данные были детально проанализированы и обобщены как по геоботаническим описаниям, так и по запасам фитомассы и мортмассы растительных сообществ экотонов в многолетнем режиме функционирования. Изучение динамики растительного вещества позволило оценить и выявить устойчивость сообществ, которая обеспечивается многолетними циклах флуктуации видов растительного сообщества.

Полученные в ходе исследования данные по распределению растительности и растительного вещества в условиях экотонов на границе перехода Барабинской лесостепи (точки 1, 2, 3 – лесостепные экотоны) в степные экосистемы Кулунды (точка 4 лугово-степной экотон, 5 – лугово-болотный экотон) позволяют сделать вывод о флористическом единстве экотонных участков. Фитоценогруппы в пяти исследованных переходных экосистемах распределились следующим образом опушечно-луговые > лугово-степные > сорные > луговые > опушечно-лесные > степные > опушечно-степные > лугово-лесные > лесные (рис.1).

Для выявления краевого эффекта в области контакта растительных сообществ заложены трансекты, общая протяженность которых составила 50 м. Пробные площадки 10×10 м размещались по трансекту, что позволило охарактеризовать фоновые растительные сообщества леса (травяной ярус), луга, степи и болота, а также выявить их изменения в области контакта. По количеству видов лидируют экосистемы экотонов – степь-луг (64 вида). Запас растительного вещества как надземного так и подземного лугово-степного и лесостепного экотонов

в сравнении с экосистемами луга и степи отличается незначительно и колеблется в пределах 2175-2650 г/м<sup>2</sup> (рис. 2. А, В).

Количественные характеристики запасов лугово-болотного экотона резко отличаются от запасов лесного луга в колке, приколочного остепненного луга и степи. Запас фотосинтезирующей фитомассы и живых корней наименьший в луговой экосистеме – 1367 г/м<sup>2</sup>, в экосистеме влажного луга (лугово-болотный экотон) ее количество возросло в 1,3 раза, в травяном болоте – в 2,5 раза по сравнению с лугом и в 1,3 раза по сравнению с влажным лугом (рис. 2 С).

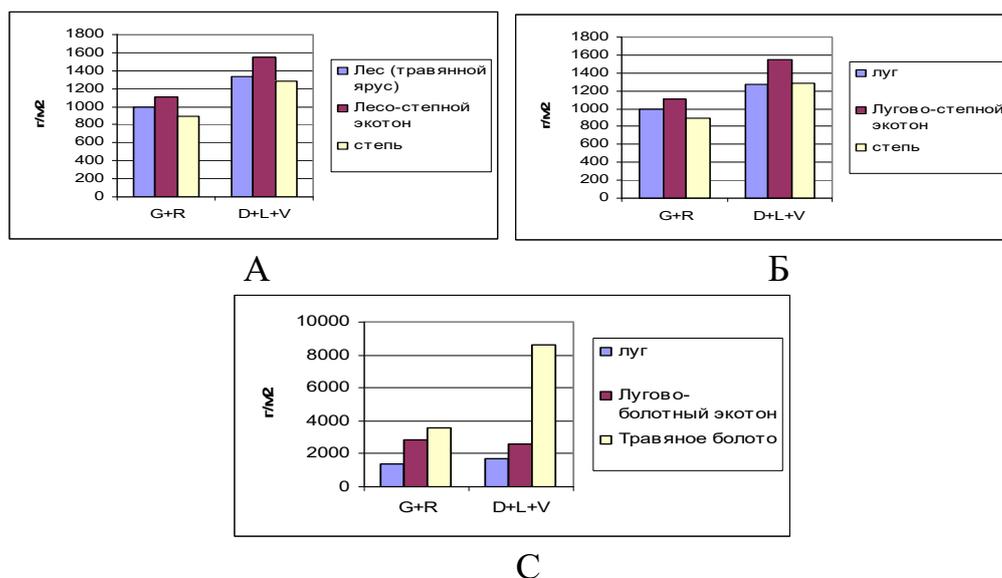


Рис. 2. Сравнительная характеристика запасов растительного вещества в экосистемах экотонов (среднее за три года) г/м<sup>2</sup>:

А – запасы живого и мертвого растительного вещества по трансекту лес – лесостепной экотон – степь; В – запасы живого и мертвого растительного вещества по трансекту луг – лугово-степной экотон – степь; С – запасы живого и мертвого растительного вещества по трансекту луг – лугово-болотный экотон – болото

### Заключение

Полученные в ходе исследования данные по распределению растительности и растительного вещества в условиях экотонов на границе перехода Барабинской лесостепи в степные экосистемы Кулунды, позволяют сделать вывод о флористическом единстве экотонных участков. Фитоценогруппы в пяти исследованных переходных экосистемах распределились следующим образом опушечно-луговые > лугово-степные > сорные > луговые > опушечно-лесные > степные > опушечно-степные > лугово-лесные > лесные. По количеству видов лидируют экосистемы экотонов – степь-луг (64 вида).

Количественные характеристики запасов лугово-болотного экотона резко отличаются от запасов лесного луга в колке, приколочного остепненного луга и степи. Запас фотосинтезирующей фитомассы и живых корней наименьший в луговой экосистеме – 1367 г/м<sup>2</sup>, в экосистеме влажного луга (лугово-болотный экотон) ее количество возросло в 1,3 раза, в травяном болоте – в 2,5 раза по сравнению с лугом и в 1,3 раза по сравнению с влажным лугом

Работа выполнена в рамках проекта ИПА СО РАН «Разработка научных основ воздействия изменений климата и антропогенеза на экологические и утилитарные функции почв, менеджмент и прогноз».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арманд А.Д., Кушнарера Г.В. Переход экосистем через критические состояния в пространстве // Экосистемы в критических состояниях. М.: Наука, 1989. – С. 75-138.
2. Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.
3. Воронков О.А., Тарасов А.О., Сукачев В.С. Некоторые особенности лесных опушек как экотонов // Вопросы ботаники Нижнего Поволжья. – Саратов, 1993. – С. 8-15.
4. Геоэкологические проблемы степного региона: под ред. А.А. Чибилева. //Екатеринбург: Изд-во УрО Института степи РАН, 2005. – 378 с.
5. Горчаковский, П.Л., Золотарева Н.В. Фиторазнообразии реликтовых степных анклавов на Урале: опыт сравнительной оценки // Экология. 2006. № 6. С. 415-423.
6. Залетаев В.С. Экотонные экосистемы, как географическое явление и проблемы экотонизации биосферы.-М.: Изд-во МГЦ, 1984. – 53 с.
7. Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. 1997. – С.11-30.
8. Коломыц, Э.Г. Геосистемы зонального экотона леса и степи в условиях глобального потепления (локальный экологический прогноз) // Изв. РАН. Сер. геогр. 2007. № 2. С. 55-68.
9. Красовская Г.М. Экотоны как показатели динамики северных экосистем высокого ранга // Экотоны в биосфере. – М.: РАСХН, 1997. – С.90-96.
10. Кукарина С.В., Миркин П.М., Соломец А.И. Фитосоциологический градиентный анализ лесных опушек как экотонов // Бюл. Моск. ос-ва испытателей природы. Отд. Биология. 2001.Т.106. Вып.1 – С.61-69.
11. Миркин П.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. – М.: Наука, 1978. – 125 с.
12. Миркин П.М., Розенберг Г.С. Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии . М.: Наука, 1989. – 224 с.
13. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов–Новосибирск: Наука. Сиб. предпр. РАН ,1998. 169 с.
14. Сизых А.П., Воронин В.И Структурно-динамическая организация растительных сообществ, формирующихся в зоне контакта леса и азональных (экстразональных) степей, а также внутри зональных лесостепей в бассейне оз. Байкал // Изв. ИГУ. Биология. Экология. 2011. – Т. 4. № 3. – С. 36-40.

© Е. В. Миляева, Н. П. Миронычева-Токарева, 2023