

Русанов А.М.¹, Шейн Е.В.², Прохорова Н.В.³, Алехина Г.П.¹¹Оренбургский государственный университет²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова³Самарский государственный университет

E-mail: soilec@esoo.ru

ЭКОЛОГИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ К ЛЕСУ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Представлены материалы комплексных исследований степных биогеоценозов, расположенных вблизи Бузулукского бора. Установлено, что вокруг соснового леса сформировался экотон, территория которого по совокупности признаков (гидротермический и водный режимы, свойства почв, видовой состав растений, почвенная и наземная фауна) соответствует показателям экосистем лесостепной зоны.

Ключевые слова: мезоклимат, растительные сообщества, черноземы, почвенная фауна, герпетобионтные жесткокрылые.

В последние годы проблема сохранения биологического разнообразия и связанные с ней вопросы экологического состояния ландшафтов, в связи с их важностью, находятся в сфере постоянного внимания экологов, биологов, географов и представителей целого ряда других научных специальностей. В этой связи важное значение приобретают исследования зональных экотонов, переходных территорий между двумя биомами. Особый научный и практический интерес представляют собой процессы и явления, происходящие на границе двух контрастных по происхождению, составу и свойствам экосистем – леса и степи.

Исследовано влияние Бузулукского бора, крупного лесного массива (111 тыс. га), расположенного в пределах настоящих степей Высокого Заволжья, на прилегающие к нему степные пространства. Работа проводилась на шести стационарных почвенно-геоботанических площадках, расстояние между которыми составляло 6–9 км, а общая протяженность катены равнялась 34 км.

Известна способность лесных биогеоценозов аккумулировать в своих границах значительное количество влаги. За счет высокой теплопроводности и теплоемкости она не только формирует своеобразный мезоклимат покрытого лесом пространства, но под влиянием движения приземных слоев атмосферы распространяет его на соседние территории.

Установлено, что высота снежного покрова на опушке леса за период наблюдений составила в среднем 55 см, на последнем участке наблюдения она не превышала 13–17 см. Запасы влаги в метровом слое почвы на начало и конец вегетационного периода постепенно снижались с 385 и 197 мм соответственно на первом участ-

ке катены до 217 и 134 мм на последнем. Замеры температуры почв, выполненные на глубине 20 см, показали, что на последней наблюдательной площадке она оказалась на 2,5–3,0°С выше, чем на первой.

Под влиянием смены гидротермических условий формируется растительный покров окружающего лес пространств. На расстоянии 3–4 километров бор окаймляют разные по площади лиственные леса – дубняки, ольшаники, липняки. Общая площадь лесопокрытой территории составляет здесь 10–12%.

Как следует из представленной таблицы, по мере удаления от соснового леса меняются видовой состав растительных группировок и геоботанические показатели естественного травостоя. Постепенно снижается средняя высота слагающих травостой растений с 65–70 до 40–45 см. Почти в два раза уменьшается величина общего проективного покрытия, а также количество ярусов и подъярусов. Наблюдается тенденция к сокращению биомассы, как подземной, так и надземной. Возрастает отношение подземной биомассы к надземной, что является признаком аридизации ландшафта. Пробные площадки 1, 2 и 3 представляют соответственно кострецово-разнотравный, разнотравно-кострецовый и разнотравно-тонконоговый фитоценозы. По своему облику они в наибольшей степени соответствуют травянистым фитоценозам лесостепи – остепненным лугам и луговым степям. На наблюдательных площадках 1 и 2 среди злаков преобладает кострец безостый (*Bromopsis inermis*), встречаются также мятлик луговой (*Poa pratensis*), мятлик степной, или забайкальский (*P. transbaicalica*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), но особенно большим ко-

личеством видов представлено разнотравье. В нем наиболее широко представлены подмаренник настоящий (*Galium verum*), клевер-белоголовка горный (*Amoria montana*), адонис весенний (*Adonis vernalis*), лабазник шестилепестный, или обыкновенный (*Filipendula vulgaris*), ветреница лесная (*Anemone sylvestris*), герань кроваво-красная (*Geranium sanguineum*), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), змееголовник Рюйша (*Dracocephalum ruyschiana*), козлобородник восточный (*Tragopogon orientalis*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum*), земляника зеленая (*Fragaria viridis*) и др.

Для пробной площадке 3, наряду с уже отмеченными злаками, характерно заметное участие келерии гребенчатой (тонконога) (*Koeleria cristata*).

Территория четвертой площадки в большей степени подвержена остепнению, преобладающими здесь являются типично степные злаки ковыль перистый (*Stipa pennata*) и овсяница валисская, или типчак (*Festuca valesiaca*), но доля и разнообразие разнотравья еще достаточно велики, поэтому лесостепные черты данного фитоценоза просматриваются весьма отчетливо.

Среди разнотравья, кроме названных выше видов, встречаются подмаренник настоящий (*Galium verum*), лютик многоцветковый (*Ranunculus polyanthemos*), короставник полевой

(*Knautia arvensis*), шалфей степной (*Salvia stepposa*), прозаннык пятнистый (*Achyrophorus maculatus*), клевер альпийский (*Trifolium alpestre*), шалфей луговой (*Salvia pratensis*), лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa*), чабрец Маршалла (*Thymus marschallianus*), тысячелистник щетинистый (*Achillea setacea*) и др.

Пробные площадки 5 и 6 по характеру фитоценозов относятся уже к настоящим степям. Пробная площадка 5 наиболее соответствует их типчакowo-ковыльному типу, а территория 6 – его полынно-типчакowo-ковыльной разновидности.

Для настоящих степей на обыкновенном черноземе (пробная площадка 5), фитообразию обычно ограничивается 35-65 видами. Основным фон в них составляют ковыль перистый (*Stipa pennata*), красивейший (*S. pulcherrima*), Лессинга (*S. lessingiana*) и Залесского (*S. zaleskii*), а также овсяница валисская (типчак) (*Festuca valesiaca*), овсец пустынный (*Helictotrichon desertorum*), тимфеевка степная (*Phleum phleoides*), келерия гребенчатая (*Koeleria cristata*). Видовой состав разнотравья относительно обеднен и представлен зопником клубненосным (*Phlomis destuberosa*), тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium*), лапчаткой распростертой, или приземистой (*Potentilla humifusa*), полынью широколистной и шелковистой (*Artemisia latifolia*, *A. sericea*), подмаренником настоящим (*Galium verum*), васильком русским (*Centaurea ruthenica*),

Таблица. Состав и свойства естественных фитоценозов прилегающих к Бузулукскому бору биогеоценозов

Геоботанические показатели	Номер наблюдательной площадки – фитоценоз					
	Кострецово-разнотравный	Разнотравно-кострецовый	Разнотравно-тонконговый	Разнотравно-ковыльно-типчакowy	Ковыльно-типчакowy	Полынно-ковыльно-типчакowy
Общее проективное покрытие, %	60-70	75-85	70-75	65-70	55-65	55-60
Средняя высота травостоя, см	55-60	65-70	50-65	50-60	45-50	40-45
Число ярусов	5	6	5	5	5	4
Фитомасса, ц/га:						
надземная	80,4	107,7	72,3	51,6	30,1	25,8
подземная (в слое 0-20 см)	160,9	301,6	224,1	175,5	141,4	142,1
общий запас	241,3	409,3	296,4	227,1	171,5	167,9
подземная	2,0	2,8	3,1	3,4	4,7	5,5
надземная						

шалфеем степным (*Sakvia stepposa*), коровяком фиолетовым (*Verbascum phoeniceum*) и др.

Пробная площадка 6 также относится к настоящим степям и представляет собой полынково-ковыльно-типчачовый фитоценоз, обычно характерный для юга Оренбургской области. Условия здесь наиболее ксерофитные, фиторазнообразии еще более снижено и в основном представлено ковылями тырса и Лессинга (*S. capillata*, *S. lessingiana*), типчаком (*Festuca valesiaca*) и полынью австрийской (*Artemisia austriaca*).

Таким образом, растительные сообщества изученных пробных площадок 1–4 в большей степени отражают характер лесостепи и представляют собой остепненные луга или луговые степи, а более удаленные наблюдательные площадки (5 и 6) уже имеют более ксероморфный облик настоящих степей.

Изменения в мезоклиматических и биологических факторах почвообразования, наблюдаемые по мере движения от соснового леса к степным территориям, не могли не найти своего отражения в свойствах почв. В свою очередь свойства почв во многом определяют видовой состав фитоценозов [7].

Морфологические исследования черноземов исследуемого пространства показали, что мощность гумусово-аккумулятивного горизонта А+АВ снижается с 66–76 см на первых двух участках, приближенных к лесному массиву, до 40 и 37 см на пятой и шестой соответственно.

Исследование интенсивности биологической активности почв по уменьшению веса льняной ткани, помещенной на глубину 20 см на период 30 дней, показало, что черноземы первых трех участков почти на 60% превосходили по этому показателю почвы, расположенные на противоположном крае катены.

Установлено также, что рН почвенного раствора по мере удаления от леса изменяется от слабокислого (6,6), свойственного лесному типу почвообразования, до слабощелочного (7,6), типичного для степных черноземов; а сумма обменных оснований уменьшалась от 41,5 до 32,4 мг/экв.

Для оценки направленности процессов гумусообразования по ферментативной активности почв используется показатель гумификации, определяемый по отношению активности полифенолоксидазы (играющей важную роль в явлениях новообразования гумуса) к перок-

сидазе (участвующей в процессах его минерализации). Выявлено, что на пятом и шестом участках максимальное значение этот показатель принимает в первой декаде апреля, а в почвах территорий, граничащих с лесом, его максимум приходится на конец апреля, что, вероятно, связано с различиями в наступлении оптимального гидротермического режима почв и с фазой вегетации доминирующих видов растений, влияющих на скорость трансформации органического вещества почв в гумус. Содержание гумуса в верхнем двадцатисантиметровом слое горизонта А+АВ наибольшего значения достигает на второй площадке наблюдений (8,7%) и, постепенно снижаясь, составляет 5,6% в черноземах последнего участка. Степень гумификации органического вещества в почвах всех исследованных образцов соответствует очень высокому уровню (>40), а судя по отношению Сгк/Сфк гумус проанализированных черноземов имел гуматный тип (>2) с тенденцией к повышению по мере удаления от соснового леса [1]. Определение амфифильных свойств органического вещества почв [3] показало, что на близких к лесу массивах присутствует выраженное преобладание гидрофобных фракций, участвующей в формировании почвенной структуры; по мере дальнейшего продвижения в сторону типично степных ландшафтов отмечается увеличение доли гидрофильных компонентов, представляющих собой запасы легкодоступных питательных веществ, и амфифильно нейтрального гумуса.

Результатами исследования физических свойств целинных черноземов доказано, что по таким важнейшим признакам, как структурное состояние, плотность и водопроницаемость почвы близких к лесу ландшафтов имели лучшие показатели, чем их аналоги, расположенные на противоположном крае катены. Так коэффициент структурности в слое 0–30 см равнялся 2,1 – 3,3 в почвах первых двух участков и 1,6 в черноземах последней площадки исследования; плотность тех же почв при этом менялась от 1,01 – 1,04 до 1,17 г/см, а водопроницаемость от 235 – 172 до 111 мм/час соответственно. Следует отметить, что структурное состояние почв второй и третьей наблюдательных площадок соответствуют структуре типичных черноземов под лесной растительностью [4].

Изучение почвенной фауны, которую можно рассматривать одновременно как условием почвообразования, так и его результатом, позволили зарегистрировать в пределах катены представителей 4 отрядов и 11 семейств. Наиболее разнообразным оказался видовой состав отряд *Coleoptera*. Выявлено, что первый и последний участки по видовому разнообразию отличаются между собой максимальной обособленностью. Особенно контрастно это явление проявляет себя внутри семейства *Elateridae*, представители которых встречаются во всех точках отбора, но разнятся в видовом отношении. Обязательными для всех ключевых участков явились куколки долгоносика (*Curculionidae*) и проволочники (*Agriotes sputator*). Представители *Lumbricidae* в значительном количестве встречаются на последних трех площадках, на остальных они представлены единично. Отмеченные виды по экологическому предпочтению при движении в направлении лес – степь можно объединить в следующие группы – лесные, луговые, лугово-полевые и степные мезофилы. Подобная динамика отмечена и в пищевых предпочтениях. Так, на участке с кострцово-разнотравным сообществом преимущество получили сапрофаги, с полынково-ковыльно-типчачковым фитоценозом стенотопными являются хищные представители, а на 3–4 участках встречаются и те, и другие [2].

Исследован состав фауны беспозвоночных прилегающих к сосновому лесу территорий [8]. Структура населения герпетобионтных жесткокрылых состоит из 83 видов, среди которых наиболее широко представлены *Sarabidae* – 40 видов, *Silphidae* и *Curculionidae* – по 7 видов, *Tenebrionidae* – 5 видов. Лесные виды представлены на первых двух участках. Наибольшее число видов зарегистрировано в пределах 3 наблюдательной площадке на расстоянии 12 км от леса. По видовому составу жуки на этом удалении от бора занимают переходную позицию

между прилегающими к лесу 1 и 2 площадками и удаленными от него 5 и 6, где ландшафты перестают испытывать влияние бора и являются характерными для настоящей степи. По мере удаления от соснового леса происходят изменения в соотношении жизненных форм жуков. Заметно снижается доля зоофагов и возрастает (до 78%) присутствие миксофитофагов. Разнообразием жизненных форм отличается территория третьей площадки. Показательно распределение видов по широтным группам ареалов. На близких к бору участках преобладают виды, имеющие лесные и лесостепные ареалы, на удаленных точках возрастает доля жесткокрылых, ареалы которых расположены в субаридной зоне [5].

Исследование экологической структуры населения хортобионтных долгоносикообразных показало сходные с герпетобионтными жесткокрылыми изменения в пределах исследованной территории [6].

Таким образом расположенные в степной зоне леса способны в значительной степени менять экологию окружающих биогеоценозов. Такое явление стало возможным из-за непосредственного соседства двух контрастных экосистемных комплексов (биомов) – лесного и степного. Под влиянием относительно влажного мезоклимата леса, который выполняет в данном случае роль ведущего фактора трансформации степных биогеоценозов, между лесом и степью сформировалась переходная экосистема, экотон, шириной до 20 км, в пределах которой, по всей совокупности абиотических и биотических показателей, произошла локальная инверсия географических зон, выразившаяся в образовании вокруг соснового леса территории лесостепи. При дальнейшем движении от описываемого экотона биогеоценозы полностью соответствуют всем признакам степной зоны.

20.08.2013

Список литературы:

1. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М.: Изд-во МГУ. 1986. 244 с.
2. Ищанова Г.У. Влияние почвенных беспозвоночных на свойства сопредельных с лесом степных черноземов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – №6. – С. 73–77.
3. Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения. М.: ГЕОС. 2009. 186 с.
4. Милановский Е.Ю., Шейн Е.В., Русанов А.М., Засыпкина Д.И., Николаева Е.И., Анилова Л.В. Почвенная структура и органическое вещество типичных черноземов Предуралья под лесом и многолетней пашней // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – №2. – С. 113–117.
5. Рукавов А.В., Калиева Г.У., Христина К.А. Влияние Бузулукского бора на структуру населения герпетобионтных жесткокрылых (*Insecta, Coleoptera*) прилегающих территорий // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2008. Вып. 182. С. 254–260.

6. Русаков А.В., Христина К.А. Эколого-фаунистическая характеристика долгоносикообразных жуков (Coleoptera, Curculionoidea) экотонной зоны Бузулукский бор – степь // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2013. – №2(6). – С.28–34.
7. Русанов А.М. Почва как фактор восстановления растительности естественных пастбищ // Экология. 2011. №1. С.34 – 42.
8. Русанов А.М., Русаков А.В. Влияние Бузулукского бора на биоразнообразии Высокого Заволжья // Вестник Российской академии естественных наук. 2007. №2. С.70-73.

Сведения об авторах:

Русанов Александр Михайлович, декан химико-биологического факультета
Оренбургского государственного университета, заведующий кафедрой общей биологии,
доктор биологических наук, профессор, e-mail: soilec@esco.ru

Шейн Евгений Викторович, заведующий кафедрой физики и мелиорации почв МГУ,
доктор биологических наук, профессор

Прохорова Наталья Владимировна, профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы
Самарского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

Алехина Гелена Петровна, доцент кафедры общей биологии
Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

UDC 504.5.062

Rusanov A.M.¹, Shein E.V.², Prokhorova N.V.³, Alechina G.P.¹

Orenburg state university; Moscow state university. Lomonosov M.V.; Samara state university,
e-mail: soilec@esco.ru

ADJACENT TO THE FOREST ECOLOGY STEPPE ECOSYSTEM

The materials comprehensive research steppe biogeocenosis located near Buzuluksky boron. Found that around a pine forest ecotone formed, the territory on which a set of attributes (hydrothermal and water regimes, soil properties, plant species composition, soil and terrestrial fauna) corresponds Ecosystem Indicators forest-steppe zone.

Key words: mesoclimate, plant communities, black soil, soil fauna, Herpetobiont beetles

Bibliography:

1. Grishina L.A. Humification and humus soil conditions. Moscow: Publishing House of the MGU.1986.244 with.
2. Ischanova H.W. Effect of soil invertebrates on properties adjacent to the forest steppe chernozems // Bulletin of the Orenburg State University. Of 2013. Number 6. P. 73 – 77.
3. Milanovsky E.J. Humic substances of soils as natural hydrophobic-hydrophilic compounds. M. GEOS.2009.186 with.
4. Milanovsky E.J., Shein E.V., Rusanov A.M., Zasykina D.I., Nikolaeva E.I., Anilova L.V. The soil structure and organic matter Urals typical chernozem under forest and long-term arable // Bulletin of the Orenburg State University. 2005.Number 2. P.113-117.
5. Rusakov A.V., Kaliyeva G.U., Christina K.A. Effect of boron on Buzuluksky population structure Herpetobiont beetles (Insecta, Coleoptera) of adjacent territories // Proceedings of the St. Petersburg Forest Technical Academy. 2008. Вып.182. P.254 – 260.
6. Rusakov A.V., Christina K.A. Ecological and faunistic characteristic of weevils (Coleoptera, Curculionoidea) ecotone zone Buzuluksky forest – steppe // Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University. Of 2013. Number 2 (6). P.28 – 34.
7. Rusanov A.M. Soil as a factor in re-vegetation of natural pastures // Ecology., 2011. Number 1. P.34 – 42.
8. Rusanov A.M., Rusakov A.V. Effect of boron on biodiversity Buzuluksky High Volga // Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. 2007. Number 2. P.70-73.