

УДК 591.9:599.32

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Н. Рыбакова¹, Б. Майснер¹, С.Б. Лукьянов², О.А. Ермаков², С.В. Титов²

¹ Высшая техническая школа

Германия, 1013353, Берлин, Люксембургская, 10

² Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского
Россия, 440602, Пенза, Лермонтова, 37

Поступила в редакцию 22.05.03 г.

Современное состояние экосистем степного Заволжья. – Рыбакова Н., Майснер Б., Лукьянов С.Б., Ермаков О.А., Титов С.В. – На основании результатов дешифрирования разносезонных космических снимков за 2000 г. составлена геоинформационная система основных природных и антропогенных экосистем степного Заволжья и предложена карта их современного состояния.

Ключевые слова: геоинформационные системы, степные экосистемы, малая пищуха, степное Заволжье, Россия.

Modern state of the steppe Zavolzhie ecosystems. – Rybakova N., Meissner B., Lukjanov S.B., Ermakov O.A., Titov S.B. – A GIS of the basic natural and anthropogenic ecosystems of the steppe Zavolzhie has been compiled on the basis of deciphered cosmic different-season photos made in 2000. A map of their modern state is proposed.

Key words: geoinformational system, steppe ecosystems, Little pika, steppe Zavolzhie, Russia.

Степные ландшафты во всем мире испытывают сильнейшее хозяйственное воздействие. Их интенсивное сельскохозяйственное освоение приводит к разрушению природных ценозов. Крайне негативные последствия антропогенного вмешательства сказываются также и на самом сельском хозяйстве, на его экологической устойчивости. Вследствие этого изучение состояния современных природных и измененных человеком экосистем в пределах степной зоны имеет стратегическое значение.

В России уже на рубеже XIX и XX вв. бессистемная распашка степей наряду с уничтожением древесно-кустарниковой растительности привела к угрозе крупномасштабного экологического кризиса. Первобытные степные ландшафты на равнинах были практически полностью распаханы; сохранились они только в виде небольших участков в заповедниках и на непригодных для земледелия землях. Кульминация столь агрессивного отношения к степным ценозам в СССР наблюдалась в 1954 – 1963 гг., когда были приостановлены все научные исследования в области экологической реставрации степной зоны и началась массовая распашка целины в азиатской части страны (Чибилёв, 1998 а, б).

После распада Советского Союза, с 90-х гг. XX в. наметились тенденции некоторого улучшения экологической ситуации в степной зоне за счет стихийного сокращения посевных площадей в областях рискованного земледелия, уменьшения поголовья скота, снижения техногенных нагрузок на степные земли. Результатом такого «негативного» для экономики страны процесса, но положительного для

экологии стало постепенное восстановление степных экосистем, что выразилось в наблюдающихся в настоящее время процессах массового залужения и постепенно-го закустаривания брошенных распаханых полей, в восстановлении дерновинно-злаковых ценозов (Международный симпозиум ..., 1998; Миркин и др., 1998).

Цель настоящей работы – изучение, картографирование и оценка экологической устойчивости основных экосистем, сформировавшихся в степном Заволжье за последние 20 – 25 лет. Существует ряд методологических приемов, применяемых при оценке состояния и картографирования экосистем (Методология оценки состояния ..., 1993). При оценке степени антропогенного воздействия и экологической устойчивости наибольший интерес представляет изучение функционирования, динамики, саморегуляции, пластичности экосистем и их устойчивости к разным видам нарушений. Для определения степени устойчивости происходящих процессов восстановления степных ценозов очень важен выбор индикаторов, наиболее полно характеризующих данный процесс. При этом в процессе анализа важно избегать оценки состояния только одного компонента экосистемы, например растительного покрова, для которого характерны сукцессии, связанные с изменением климатических условий или каких-либо других природных экологических факторов. Наш подход основан на мониторинге растительности и модельных видов грызунов – важнейших компонентов экосистем.

Как показано в работе В.В. Неронова (2002), восстановление растительности и животного населения может идти разными темпами. На примере юга Калмыкии им были изучены изменения численности и пространственного распределения грызунов на разных стадиях восстановительной сукцессии растительного покрова, а также установлены определенные несоответствия наблюдаемых изменений в растительном покрове и населении грызунов в ходе восстановления экосистем, что свидетельствует о наличии некоторой инертности в ответной реакции зоологического компонента экосистем на направленно изменяющиеся условия среды.

Авторы статьи акцентировали свое внимание на тех природных комплексах, которые так или иначе связаны с малой пищухой (*Ochotona pusilla pusilla* Pallas, 1769) (Павлинов и др., 2002), а также на анализе современного состояния агроландшафтов.

Выбранные нами компоненты – растительность и ограниченная своим биотопическим распределением малая пищуха – очень достоверно, с нашей точки зрения, отражают современное состояние экосистем на территории степного Заволжья. Растительность является ведущим компонентом, хорошо отражает современное состояние экосистем и играет роль индикатора в процессе дешифрирования аэро- и космических снимков. Выбор малой пищухи обусловлен ее стенобионтной приуроченностью к кустарниковым зарослям, некогда широко распространенным на территории степного Заволжья. Закустаренность азиатских степей как заволжско-казахстанского, так и монгольско-даурского секторов степной области Евразии различными видами кустарников, полукустарников и полукустарничков родов *Caragana*, *Artemisia*, *Spiraea*, *Amygdalus* и др. дала основание некоторым авторам выделить их в особую группу кустарниковых степей и даже обособить эти степи в особый тип растительности (Бажа, 2002). Малая пищуха является индикатором этих природных, мало затронутых деятельностью человека экосистем. Кроме того,

использование малой пищухи в качестве индикатора удобно в процессе маршрутных обследований, поскольку места ее обитания определяются на основании обнаружения свойственных только ей особенностей поселений (помет, тропинки, песенные точки, стожки), а также характерной песни, что позволяет избежать отлова самих зверьков.

Настоящая работа является первой публикацией результатов изучения современных экосистем степного Заволжья, проводимого с 2001 г., в которой оценивается их состояние с точки зрения экологической устойчивости.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район работ охватывает более 2 миллионов гектар (2147905 га). Он расположен в Волго-Уральском междуречье к югу от р. Большой Ирғиз. Предположительно в пределах Общего Сырта проходит южная граница распространения европейского подвида малой пищухи (Соколов и др., 1994). Район расположен в Заволжской провинции степной зоны Евразии и охватывает три ее подзоны (рис. 1): северные сухие типчаково-ковыльные степи на южных черноземах, южные сухие ковыльно-типчаковые и типчаковые степи с примесью разнотравья на темно-каштановых почвах и небольшие участки северной настоящей разнотравно-типчаковой степи на обыкновенных черноземах (Распространенность СССР, 1990; Чибилёв, 1998 б).

Основным материалом для изучения современного распространения малой пищухи в степном Заволжье послужили экспедиционные сборы, проводимые сотрудниками кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного педагогического университета на территории Саратовской, Самарской и Оренбургской областей на протяжении 1993 – 2000 гг.

Изучение современного состояния экосистем степного Заволжья и их связь с ареалом малой пищухи проводилось в ходе

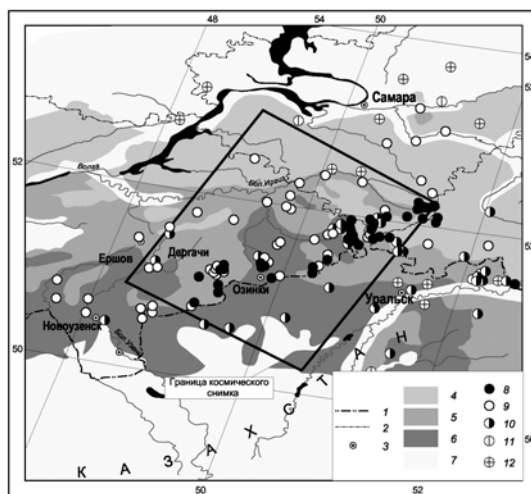


Рис. 1. Зональное положение изучаемого района (масштаб 1:4 000 000). *Административное деление:* 1 – государственная граница, 2 – границы областей, 3 – населенные пункты. *Зональное деление:* 4 – северные настоящие разнотравно-типчаковые степи, 5 – северные сухие типчаково-ковыльные степи, 6 – южные сухие ковыльно-типчаковые и типчаковые степи с примесью разнотравья, 7 – прочие растительно-ландшафтные зоны. *Распространение пищухи:* 8 – поселения пищухи, зарегистрированные в 1993 – 2002 гг. (собственные данные), 9 – обследованные в 1993 – 2002 гг. биотопы, где пищуха не была обнаружена, 10 – поселения пищух, зарегистрированные в 1900 – 1992 гг. (литературные и коллекционные данные), 11 – обследованные в 1900 – 1992 гг. биотопы, где пищуха не была обнаружена; 12 – места находок малой пищухи в XVIII – XIX вв.

экспедиционных поездок в 2001 и 2002 гг. совместно с Technische Fachhochschule (Berlin, Germany), а также на основании дешифрирования космических снимков за 2000 г., полученных со спутников Landsat-7 (2000) сканером ETM+ с пространственным разрешением 30 м и с полосой обзора около 180 км.

Для проведения дешифрирования использовали снимки, сделанные в один год, но в разные сезоны: летний (21 июля 2000 г.) и осенний (10 ноября 2000 г.). Дешифрирование разносезонных снимков с правильно подобранной комбинацией каналов позволяет с достаточно высокой степенью точности классифицировать природные и антропогенные экосистемы. Комбинация каналов 5 – 4 – 1 (RGB) соответствует естественным природным цветам: зеленый цвет присущ вегетирующим растениям с высоким содержанием хлорофилла, красный отражает инфракрасное излучение на поверхности почвы, темно-синий соответствует участкам с повышенной увлажненностью (водохранилища, реки и пр.). С помощью сезонных отличий на снимках можно, например, отделить травянистую растительность в ложбинах от древесно-кустарниковых зарослей по отбрасываемой последними тени в осенне-зимний период (на летнем снимке эти две ассоциации практически неотличимы). Четко разделяются природные растительные комплексы (злаковые и разнотравные степи) и сельскохозяйственные угодья.

Кроме того, удалось интерпретировать с определенной степенью точности другие природные и антропогенные объекты: населенные пункты и практически полностью деградированные окружающие их территории; нарушенные в результате перевыпаса степные экосистемы; территории, распахиваемые в настоящее время, и длительные залежи.

На первом этапе работ в камеральных условиях на снимках с помощью программ ERDAS и ArcView выделялись однородные по цвету и текстуре участки («экологически гомогенные угодья» по Чибилёву, 1998 б). Привязку к местности проводили с помощью топографических карт масштаба 1:200 000. Во время полевых работ выделенным на снимке участкам давали краткие геоботанические описания. По мере возможности (при опросах местного населения) вносили уточнения о интенсивности хозяйственного использования земель в течение последних 5 – 25 лет. Полученные данные экстраполировали на остальную территорию с учетом биотопических связей и размещения малой пищи.

Поселения малой пищи в степном Заволжье сосредоточены в основном в отдельных сохранившихся разрозненных степных кустарниковых массивах (карагана – *Caragana frutex*, спирея – *Spiraea crenata*, шиповник – *Rosa majalis*, миндаль низкий – *Amygdalus nana*, степная вишня – *Cerasus fruticosa*), главным образом по пересыхающим днищам оврагов и балок, или в небольших по площади кустарниковых массивах на плакоре у подножья склонов сыртов. Представляют интерес также заросли одного из видов древесных полыней – полыни высокой, или божьего дерева (*Artemisia abrotanum*), являющейся для пищи «станцией выселения» (Лукьянов, 2001). При классификации современных экосистем и составлении карты учитывалась биотопическая приуроченность малой пищи.

Обработка полученных данных и анализ природно-хозяйственных экосистем осуществлялись на основании результатов дешифрирования космических снимков с использованием программ ArcInfo и ArcView.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемый район относится к региону, в котором еще в начале XIX в. наряду с травянистыми (ковыльными и типчаковыми) степями – исконными, первичными угодьями степной зоны – изобиловали также и заросли степных кустарников (Кириков, 1959). Однако уже к 1990 г. практически все исконно-степные ландшафты на плакорах были распаханы. В настоящее время на фоне доминирующего агроландшафта природные экосистемы представлены как участками сохранившейся (и в различной степени измененной в процессе длительного выпаса) степной и лугово-степной растительности, так и островками древесно-кустарниковой растительности преимущественно вдоль овражно-балочной сети (Чибилёв, 1998 б).

В результате дешифрирования аэрофотоснимков и анализа распространения малой пищи мы разработали классификацию современных экосистем степного Заволжья, выделив 4 основные группы экосистем (рис. 2, 3):

I – природные практически неизмененные или восстановленные степные экосистемы;

II – экосистемы, измененные человеком, но имеющие потенциал к восстановлению;

III – сельскохозяйственные экосистемы;

IV – прочие, преимущественно интразональные, экосистемы.

К группе I относятся четыре типа экосистем:

- заросли степных кустарников на плоских поверхностях плакора (0.3% всей обследованной территории), представляющие собой остатки кустарниковых степей, некогда широко распространенных в степной зоне;

- заросли степных кустарников по ложбинам и балкам, охватывающие 1.2% всей обследованной территории;

- заросли полыни высокой (*A. abrotanum*), занимающие 1.5% от всей обследованной территории (при дешифрировании были объединены вместе с высокополынниками и высоким разнотравьем – шалфеем и др.);

- разнотравные и злаковые в разных сочетаниях натуральные и восстановленные степи, охватывающие 4% обследованной территории.

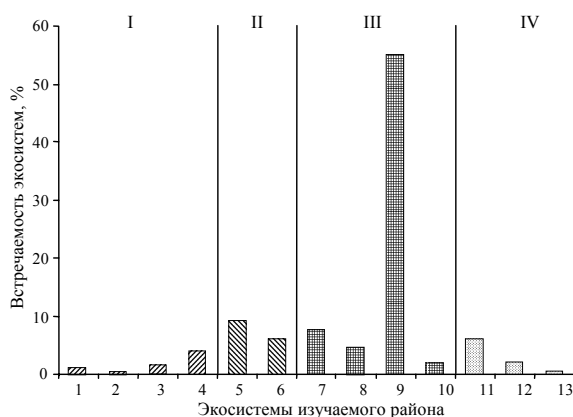


Рис. 2. Экосистемы изучаемого района: 1 – заросли степных кустарников в ложбинах и балках; 2 – заросли степных кустарников на плоских поверхностях плакора; 3 – заросли разнотравья и высокополынников (в том числе *Artemisia abrotanum*) по неглубоким депрессиям и по ложбинам; 4 – разнотравные и злаковые в разных сочетаниях натуральные и восстановленные степи; 5 – степи, длительное время используемые под выпас; 6 – длительно заброшенные залежи (10 – 25 лет); 7 – залежи возраста 5 – 10 лет; 8 – земли под паром (до 5 лет); 9 – распахываемые поля; 10 – сильно деградированные экосистемы; 11 – прочие экосистемы; 12 – населенные пункты; 13 – водохранилища

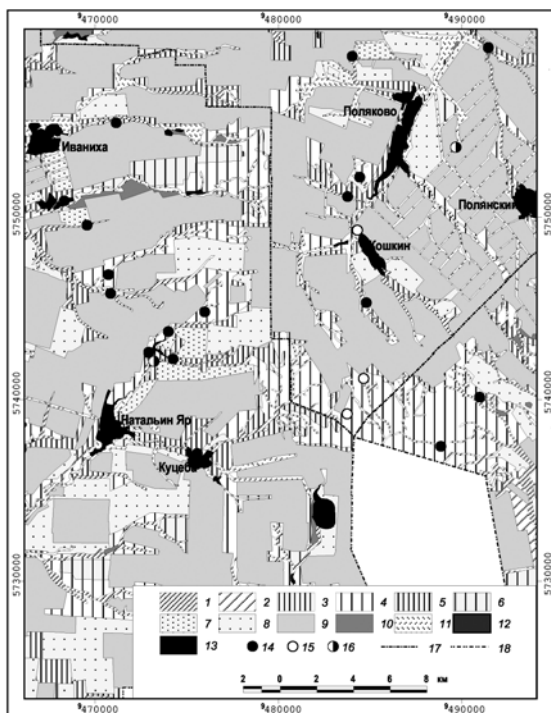


Рис. 3. Карта современных экосистем Заволжья (фрагмент), выполненная в проекции Гаусс-Крюгера, зона 9. Масштаб 1:200 000. *Экосистемы:* 1 – заросли степных кустарников в ложбинах и балках; 2 – заросли степных кустарников на плоских поверхностях плакора; 3 – заросли разнотравья и высокопопынников (в том числе *Artemisia abrotanum*) по неглубоким депрессиям и по ложбинам; 4 – разнотравные и злаковые в разных сочетаниях натуральные и восстановленные степи; 5 – степи, длительное время используемые под выпас; 6 – длительно заброшенные залежи (10 – 25 лет); 7 – залежи возраста 5 – 10 лет; 8 – земли под паром (до 5 лет); 9 – распаханые поля; 10 – сильно деградированные степные экосистемы; 11 – прочие экосистемы; 12 – населенные пункты; 13 – водохранилища. *Распространение пищухи:* 14 – поселения пищухи, зарегистрированные в 1993 – 2002 гг. (собственные данные); 15 – обследованные в 1993 – 2002 гг. биотопы, где пищуха не была обнаружена; 16 – поселения пищух, зарегистрированные в 1900 – 1992 гг. (литературные и коллекционные данные). *Административное деление:* 17 – границы областей; 18 – государственная граница

Экосистемы, входящие в группу II (измененные человеком, но имеющие потенциал к восстановлению), занимают большую территорию, чем экосистемы, входящие в группу I (15.3% и 7% соответственно). По выражению А.А. Чибилёва (1998 б), в экологическом отношении угоды этой группы играют роль стабилизатора хозяйственно освоенных ландшафтов. По нашей классификации к ним относятся степи, длительное время используемые под выпас (9.3%), а также длительно (примерно от 10 до 25 лет) заброшенные залежи, где доминируют дерновинно-злаково-белопопынковые растительные группировки (Огнев, 1951). В степях доминируют мелкие виды полевой и типчак. Именно здесь сохранились остатки сильно деградированных степных кустарников, свидетельствующих о некогда широком распространении кустарниковых степей. В настоящее время животноводство в степном Заволжье сократилось в 1.5 раза по сравнению с 80-ми годами прошлого столетия (Чибилёв, 1998 б). Можно предположить, что при менее интенсивной нагрузке на пастбища через определенный период эти степи могут вернуться к естественному состоянию. Полнейшее же исключение выпаса после многолетнего пастбищного использования, по мнению Л.Г. Динесмана и А.Б. Савинецкого (2000), приводит обычно к олуговению травостоя с господством рыхлокустовых и корневищных злаков.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ

К группе III мы относим как сельскохозяйственные земли, так и сильно деградированные степные экосистемы. Эта группа охватывает наибольшую площадь в обследуемом районе (69.3%).

В подгруппу сельскохозяйственных земель мы включаем распахиваемые (на момент космической съемки) поля, которые доминируют над всеми экосистемами (55.1%), а также земли под паром. По доминированию растительных группировок последние подразделяются на поля, не обрабатываемые в течение 5 лет (корневищно-злаково-бурьянная растительность), и заброшенные в течение 10 лет залежи (разнотравно-высокопольные группировки).

Сильно деградированные экосистемы наблюдаются в местах чрезмерного выпаса скота (скотобои), а также нередко вокруг населенных пунктов. Здесь доминируют преимущественно однолетние сорные растения и мелкие полыни.

К прочим экосистемам (группа IV) мы относим как интразональные комплексы (лесопосадки, в том числе лесозащитные полосы, гидрофитная и древесно-кустарниковая растительность по поймам рек и пр.), так и байрачные леса – те станции, где пищуха жить заведомо не может. В совокупности они занимают 5.9% от всей обследованной территории.

К сельским селитебным ландшафтам относятся населенные пункты с производственными центрами хозяйств, приусадебными огородами и искусственными водоемами (2.5% от всей территории).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате интенсивной хозяйственной деятельности к концу XX в. практически полностью было уничтожено разнообразие степного ландшафта, необходимое для поддержания экологического равновесия, для саморегулирования и самовосстановления экосистем. Тотальная распашка привела к деградации почвенного покрова, уничтожению естественной растительности, резкому сокращению численности типичных обитателей степи. В степях Заволжья резко снизилась (в 2.5 – 3 раза) продуктивность пастбищ и сенокосов, уменьшилась (на 40 – 50%) водность малых степных рек и т.д. (Чибилёв, 1998 б).

Только 22.3% обследованной нами территории заняты сохранившимися (7%) и частично измененными (15.3%) степными растительными группировками. К последним относятся деградированные, длительное время используемые под выпас степи, а также длительно заброшенные залежи (10 – 25 лет), которые при условии прекращения их использования в дальнейшем могут перейти в разряд восстановленных степей.

По нашим данным, в настоящее время в современной структуре земельных угодий в степном Заволжье процент забрасываемых земель невелик и динамику хозяйственного использования степных территорий предсказать невозможно. В соответствии с этим сложно прогнозировать спонтанное увеличение природных степных территорий за счет потенциально восстанавливаемых степей – длительно заброшенных залежей и степей, на которых прекратился выпас.

Работа выполнена при финансовой поддержке Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Germany) (проект № ME 896/3-1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бажа С.Н.* Эколого-биологическая оценка деградационных процессов экосистем южной части бассейна Байкала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 23 с.
- Динесман Л.Г., Савинецкий А.Б.* Влияние пастбищной дигрессии степей на млекопитающих Русской равнины // Зоол. журн. 2000. Т. 79, № 4. С. 388 – 396.
- Кириков С.В.* Изменение животного мира в природных зонах СССР. Степная зона и лесостепь. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. 176 с.
- Лукьянов С.Б.* История ареала, современное распространение и некоторые черты биологии европейской малой пищуи: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2001. 26 с.
- Международный симпозиум «Степи Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем» // Степной бюл. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1998. № 1. С. 28 – 30.
- Методология оценки состояния и картографирования экосистем в экстремальных условиях. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1993. 204 с.
- Миркин Б.М., Абрамова Л.М., Прокудина Е.И., Хазиахметов Р.М., Юнусбаев У.Б.* Степи Башкирии: стратегия неразрушительного использования // Степной бюл. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1998. № 2. С. 24 – 29.
- Неронов В.В.* Динамика растительности и населения грызунов на юге Калмыкии в изменяющихся условиях среды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 26 с.
- Огнев С.И.* Жизнь степей: Натуралист в русских степях. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1951. 132 с. (Среди природы / Моск. о-во испыт. природы; Вып. 28).
- Павлинов И.Я., Крусков С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В.* Наземные звери России: Справочник-определитель. М.: Изд-во КМК, 2002. 298 с.
- Растительность СССР. Карта м 1:4 000 000. М.: ГУГК, 1990. 1 л.
- Соколов В.Е., Иваницкая Е.Ю., Груздев В.В., Гептнер В.Г.* Млекопитающие России и сопредельных регионов: Зайцеобразные. М.: Наука, 1994. 272 с.
- Чибилёв А.А.* Целина, разделенная океаном // Степной бюл. Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1998 а. №1. С. 3 – 9.
- Чибилёв А.А.* Степи Северной Евразии / УрО РАН. Екатеринбург, 1998 б. 192 с.