УДК 911.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ УНИКАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ СУДЖАНСКОГО РАЙОНА

© 2015 Е.А. Батраченко, И.А. Гонеев, О.П. Лукашова, И.Ю. Сошникова

Курский государственный университет

Поступила в редакцию 26.05.2015

Исследование устойчивости естественных ландшафтов в настоящее время является одной из важнейших задач. Для оценки естественного уровня устойчивости может быть использовано математическое моделирование, которое позволит выявить наиболее оптимальные параметры для функционирования геосистемы.

Ключевые слова: ландшафт, устойчивость, уникальные природные территории

Проблема оценки устойчивости природных систем относится к числу наиболее актуальных в геоэкологических исследованиях. При изучении уровня устойчивости естественных ландшафтов можно выделить несколько аспектов для его оценки. На наш взгляд, наиболее репрезентативными являются количественные показатели, характеризующие соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих компонентов, а также качественные показатели, отражающие химические и физические характеристики почвенного покрова. Актуальным направлением в решении проблем оценки устойчивости является исследование потенциальной устойчивости природных систем, которая определяется естественными процессами. Особенно важно при этом исследование серии однотипных геосистем одного иерархического уровня, находящихся в разных условиях использования, измененных и изменяемых, постоянно испытывающих антропогенное влияние и охраняемых в разных режимах [1]. Подходы к оценке устойчивости природных систем разнообразны, но, на наш взгляд, наиболее приемлемым является подход, всесторонне характеризующий устойчивость и основанный на анализе геофизических показателей ландшафта и, в первую очередь, процессов на положении, что все компоненты равноправны, поэтому изучение устойчивости должно быть построено на оценке каждого компонента в равной степени.

Следует отметить, что особое внимание в механизмах устойчивости нужно уделить

Батраченко Екатерина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры физической географии и геоэкологии. E-mail: ostkat@yandex.ru

Гонеев Игорь Александрович, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и геоэкологии. E-mail: goneev@gmail.com

Лукашова Ольга Павловна, кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой физической географии и геоэкологии. E-mail: olga\_lukashova@mail.ru

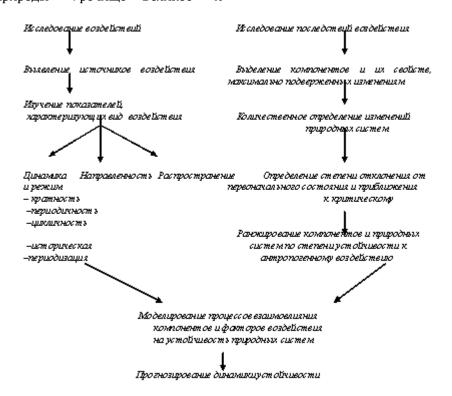
Сошникова Ирина Юрьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и геоэкологии. E-mail: irina-ozerova@yandex.ru

биоэнергетическим механизмам, так как растительный покров и почва являются важнейшими элементами, стабилизирующим состояние геосистемы. Средообразующие и каталитические свойства в данном случае связаны не только с энергетической функцией растений, но и с их способностью изменять физические и химические параметры среды, определять ход почвообразования, выполняя роль регулятора состояния геосистемы.

Условия для формирования высокого уровня устойчивости компонентов ландшафтов могут быть определены различными способами, в том числе и с помощью математического анализа факторов, влияющих на функционирование природно-антропогенных систем. Определение взаимовлияния факторов и компонентов природных систем на их устойчивость к сельскохозяйственному воздействию и прогнозирование ее динамики предполагает: моделирование процесса влияния факторов и взаимосвязей компонентов на сохранение уровня устойчивости. Моделирование может быть представлено следующими видами: математическое, картографическое, графическое. Результаты исследования целесообразно применять для создания практических рекомендаций по оптимизации сельскохозяйственного природопользования и снижения негативного влияния. Обобщенная схема методики исследования представлена на рис. 1.

Для выявления взаимосвязи и особенностей взаимодействия факторов устойчивости построена и проанализирована математическая модель, в качестве которой использовано множественное линейное уравнение плоскости регрессии. В качестве объекта исследования выступают ландшафты территорий, находящиеся в условиях охраняемого режима. Изучаемые участки в определенные период времени (2010-2013 гг.) использовались в хозяйственной деятельности. Изъятие их из хозяйственного использования предоставляет возможность исследовать естественные механизмы формирования устойчивости компонентов в режиме «поантропогенного следействия» использования.

Объектами нашего исследования выступили ландшафты уникальных природных территорий: памятники природы «Урочище Великое» и «Урочище «Меловое». Изучаемые участки находятся в Суджанском районе [7].



**Рис. 1.** Обобщенная схема оценки устойчивости природных систем к антропогенному воздействию

Памятник природы «Урочище Великое» расположен в Суджанском районе, в 12 км к югу от г. Суджа. Территория условно делится на три части: река Псёл, ее левобережье (ур. Круполово) и правобережье (ур. Великое). Общая площадь составляет 93 га. Отличительная особенность пойменных лесных сообществ ур. Круполово - отсутствие лесных культур и наличие практически по всему урочищу отдельных старовозрастных деревьев дуба, ясеня, клена остролистного, вяза гладкого, ив белой, ломкой и других пород [7]. На территории памятника природы «Урочище Великое» выявлено 310 видов сосудистых растений из 70 семейств, из которых 4 вида внесены в Красную книгу Курской области (страусник обыкновенный, зубянка луковичная, лук медвежий и шпажник тонкий). На территории памятника природы и в его окрестностях было отмечено 52 вида птиц. Из охраняемых видов отмечены орёл-карлик, средний дятел и серый сорокопут, из них два последних внесены в Красную книгу РФ [8]. На опушке пойменной дубравы в ур. Круполово обнаружен махаон - вид, занесенный в Красную книгу РФ и Курской области. В ур. Круполово часто встречается довольно редкий в области гриб лангерманния гигантская или дождевик гигантский. В одном из местообитаний обнаружено около 20 плодовых тел.

Урочище «Меловое» расположено в Суджанском районе Курской области, между хутором

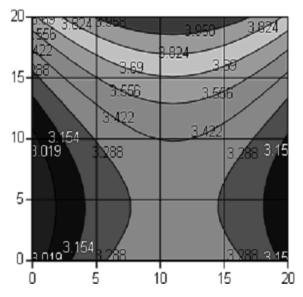
Меловой и селом Куриловка. Статус «памятника природы» урочищу присвоено постановлением Администрации Курской области от 30.12.2013 г. № 1055-па. Памятник природы создан с целью сохранения уникального комплекса степной растительности с участками ковыльных степей, являющегося местом обитания редких видов флоры и фауны Курской области, в том числе внесенных в Красную книгу Российской Федерации. Особо охраняемая природная территория занимает 2 участка обшей площадью 184,6 га. Территория «Урочища «Меловое» представляет собой склоны балки южной экспозиции различной крутизны, расположена с правого берега долины реки Суджа. В средней части балки расположен хутор Меловой. Верховья балки заняты байрачным лиственным лесом. Почвенный покров представлен эродированными черноземами разной степени смытости. Нередко на поверхность выходят подстилающие лесовидные суглинки или мела. Участки ковыльных степей приурочены к склонам южных экспозиций, не подвергающихся выпасу. Популяции редких и охраняемых видов на невыпасаемых территориях находятся в хорошем состоянии [9]. Памятник природы имеет научное, учебное и эстетическое значение. Научное и учебное значение памятника природы заключается в том, что на его территории произрастает (обитает) комплекс редких степных видов растений и животных Курской области, нуждающихся в дальнейшем изучении и охране. Памятник входит в единую сеть особо охраняемых степных природных территорий, созданных в рамках международного проекта ПРООН/ГЭФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России». Эстетическое значение памятника природы заключается в том, что он является фрагментом уникального для Суджанского района степного ландшафта. На сегодняшний день это единственный, хорошо сохранившийся участок перистоковыльных степей в Суджанском районе.

На территории урочища отмечено 163 вида сосудистых растений, из которых 21 вид внесен в Красную книгу Курской области: лук желтеющий, миндаль низкий, ракитник австрийский, ветрени¬ца лесная, ковыль перистый, астрагал шерстистоцветковый, касатик безлистный, лен желтый, лен многолетний, синяк русский, гвоздика Андржейовского и др., а 2 вида: касатик безлистный, ковыль перистый занесены в Красную книгу России. На территории урочища зарегистрировано 132 вида насекомых, два из которых — махаон и богомол обыкновенный внесены в Красную книгу Курской области. За период исследования обнаружены: 1 вид пресмыкающихся, 30 видов птиц и 2 вида млекопитающих.

Как ранее отмечалось, для оценки естественного уровня устойчивости можем быть использовано математическое моделирование, которое позволит выявить наиболее оптимальные параметры для функционирования геосистемы, и соответственно степень трансформации ландшафта при изменении физико-географических условий[1]. Для выявления взаимосвязи и особенностей взаимодействия факторов устойчивости построена и проанализирована математическая модель, в качестве которой использовано множественное линейное уравнение плоскости регрессии. В данном случае параметром оптимизации в построенной модели выступает уровень устойчивости ландшафтов. В основе решения задачи оптимизации нами использовано многомерное квадратичное планирование эксперимента с последующим решением задачи многомерной аппроксимации.

Анализируемыми параметрами, определяющими естественную устойчивость ландшафтов, выступили гидротермические показатели, физико-химические свойства педоценозов, продуктивность фитоценозов, геоморфологическая характеристика территории. Исследование полученной математической модели позволил выявить следующие особенности: уровень естественной устойчивость компонентов исследуемых ландшафтов в большей степени зависит от величины продуктивности фитоценозов (величины надземной фитомассы). Область оптимальных значений функции параметра оптимизации (устойчивости экосистем) варьировании х<sub>1</sub>(запасы при

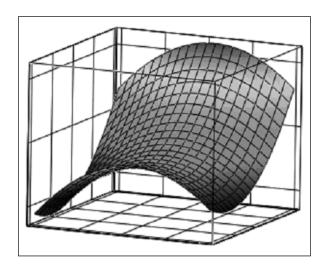
надземной фитомассы) и  $x_2$  (общее содержание гумуса в почвенном слое) при фиксировании  $x_3$  (запасы влаги в почве),  $x_4$  (уклоны поверхности) показана на рис. 2a, 2б.



 $M_{12}$ 

Условные обозначения:  $x_1$ (запасы надземной фитомассы) и  $x_2$  (общее содержание гумуса в почвенном слое) при фиксировании  $x_3$  (запасы влаги в почве),  $x_4$  (уклоны поверхности)

**Рис. 2а.** Линии равного уровня функции отклика в пространстве параметров  $X_1$  и  $X_2$  при  $X_3$ = $X_3$ <sup>opt</sup> и  $X_4$ = $X_4$ <sup>opt</sup>.



 $M_{12}$ 

Условные обозначения:  $x_1$ (запасы надземной фитомассы) и  $x_2$  (общее содержание гумуса в почвенном слое) при фиксировании  $x_3$  (запасы влаги в почве),  $x_4$  (уклоны поверхности)

**Рис. 26.** Поверхность функции отклика в пространстве параметров  $X_1$  и  $X_2$  при  $X_3$ = $X_3$ <sup>opt</sup> и  $X_4$ = $X_4$ <sup>opt</sup>.

Таблица 1. Обобщенные результаты величины энергетического потенциала педоценозов исследуемых территорий (ГДж/га)

Местоположение в рельефе		Урочище Великое	Урочище Меловое
склон	северной	3103,4	3259,7
экспозиции			
склон	южной экс-	2630,4	2685,8
позиции			

Положительный эффект на выходной параметр (устойчивость компонентов ландшафтов) определяется средними показателями гидротермических показателей без отклонений от многолетних трендов. Запасы влаги в слое почвы в течение вегетационного периода не должны быть ниже оптимального значения по массиву (35-45%), содержание гумуса в почвенном слое 0-40 см не должно снижаться ниже 6,0 % порога. Тип геоморфологической структуры территории также определяет как уровень энергетического потенциала геосистемы (табл. 1) и соответственно уровень устойчивости. Для достижения положительного эффекта на выходной параметр (уровень устойчивости) уклоны поверхности не должны превышать минимального значения по массиву. Предложенная модель позволяет прогнозировать изменение уровня устойчивости ландшафтов при динамике физико-географических условий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Батраченко, Е.А.* Использование экспериментального моделирования устойчивости компонентов агроландшфтов как этап ландшафтного планиро-

- вания // Теоретические и практические аспекты науки и образования: Сборник науч. трудов по матлам Межд. научно-практ. конференции 10 апреля 2014 г. Волгоград: СМИ «Научный руководитель», 2014. С.19-28.
- 2. Гонеев, И.А. Оценка основных морфометрических характеристик рельефа для дифференциации ландшафтов / И.А. Гонеев, И.Н. Ковтунова // Студенческий научный поиск науке и образованию XXI века. Мат-лы VI-й межрегиональной студенческой научно-практ. конф. СТИ. Рязань, СТИ, 2012. С. 328-330.
- Лукашова, О.П. Прогнозирование погодных условий как элемент метеорологических исследований. // Геология, география и глобальная энергия. 2009. № 4. С. 104-108.
- 4. *Озерова, И.Ю.* Антропогенное воздействие на особо охраняемые природные территории Курской области // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.г.н. Курск, 2004. 24 с.
- 5. Остапенко, Е.А. Оценка устойчивости луговых экосистем сопредельных территорий Центрально-Черноземного заповедника им. проф. В.В. Алехина к сельскохозяйственному воздействию (на примере Стрелецкого участка) // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.с.х.н. – Курск, 2005. 20 с.
- 6. Сошникова, И.Ю. Динамика содержания тяжелых металлов в почвах уникальных природных территорий Курской области // Теоретические и практические аспекты науки и образования: Сборник науч. трудов по мат-лам Межд. научно-практ. конф. 10 апреля 2014 г. Волгоград: СМИ «Научный руководитель», 2014. С.11-19.
- 7. Паспорт на памятник природы Сужданского района Курской области «Урочище Великое». Курск, 2003.
- Урочище «Меловое» // Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории курской области в 2013 году. – Курск, ООО «Мечта», 2014. С. 65-67.

## MODELING THE SUSTAINABILITY OF NATURAL TERRITORIES UNIQUE LANDSCAPES COMPONENTS ON THE EXAMPLE OF SUDZHANSKIY REGION

© 2015 E.A. Batrachenko, I.A. Goneev, O.P. Lukashova, I.Yu. Sochnikova

Studying the sustainability of natural landscapes is currently one of the most important problems. For the estimation the natural level of sustainability it can be used the mathematical modeling, which can allowed the most optimal parameters for geosystem functioning.

Key words: landscape, sustainability, unique natural territories

Ekaterina Batrachenko, Candidate of Agriculture, Associate Professor at the Department of Physical Geography and Geoecology. E-mail: ostkat@yandex.ru

Igor Goneev, Candidate of Geography, Associate Professor at the Department of Physical Geography and Geoecology. E-mail: goneev@gmail.com

Olga Lukashova, Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Head of the Department of Physical Geography and Geoecology. E-mail: olga lukashova@mail.ru

Irina Soshnikova, Candidate of Geography, Associate Professor at the Department of Physical Geography and Geoecology. E-mail: irina-ozerova@yandex.ru