

П.В. Голеусов, В.К. Тохтарь

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ НА УЧАСТКАХ С АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ\***

геостатистика, регенерационные сукцессии, рецентное почвообразование, новообразованные почвы, эдафические факторы, пространственная структура фитоценоза

### **Введение**

Естественные регенерационные процессы, протекающие на участках земной поверхности с антропогенно нарушенным почвенно-растительным покровом, могут быть исследованы с точки зрения почвоведения, геоботаники и других биологических наук. Но более продуктивным правомерно считать эколого-генетический подход, который подразумевает рассмотрение этих процессов как составляющие континуального процесса экологической ренатурации нарушенных экосистем [1], т. е. самовосстановления экологического баланса вещественно-энергетических потоков, формируемых в ходе протекания регенерационных сукцессий, рецентного (нового) почвообразования, стабилизации рельефа и др. Современные методы цифрового моделирования рельефа (ЦМР) земной поверхности, возможности ГИС-технологий, методы математической статистики и геостатистики позволяют провести комплексный анализ результатов протекания регенерационных процессов в антропогенно нарушенных экосистемах. В ходе такого анализа могут быть выявлены закономерности, имеющие концептуальное значение для разработки эколого-реставрационных мероприятий [1, 2, 3].

### **Объект и методы исследований**

В качестве модельного объекта для реализации комплексного эколого-генетического подхода в исследовании естественных регенерационных процессов был выбран участок земной поверхности, нарушенной в 1943 г. взрывом склада боеприпасов, расположенный на склоне юго-восточной экспозиции левобережной части долины р. Гостенка, на территории Ботанического сада НИУ «БелГУ». Географические координаты объекта (WGS 84): 50°35'28.69" с.ш., 36°32'25.98" в.д. Субстрат – перемешанные взрывом горизонты фоновой дерново-карбонатной почвы и чернозема остаточного карбонатного и обнажения меловых пород. В 2010 году нами начаты стационарные исследования процесса формирования почвенно-растительного покрова данного объекта, который расположен в пределах участка естественной растительности ботанического сада [4]. Проведена тахеометрическая съемка объекта, произведено 55 почвенных и фитоценологических описаний и учет надземной фитомассы (июнь, 2010 г.). Кроме того, был сделан отбор почвенных образцов для последующего физико-химического анализа. Съемку производили цифровым тахеометром Topcon GTS 230N, почвенные и фитоценологические исследования – по стандартным методикам. Построение ЦМР и картограмм распределения почвенных и фитоценологических параметров производили в программе Surfer v. 8.0. Статистическая обработка данных, в том числе канонический корреляционный анализ, – в программе Statistica v. 6.0.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Формирование почвенно-растительного покрова происходит под влиянием вещественно-энергетических потоков, направление которых определяется рельефом нарушенного участка (рис. 1).

В понижении рельефа формируются более развитые почвы, чем на склонах, вследствие дополнительного поступления влаги, мертвого органического вещества и продуктов почвообразования, а также, более развитого и продуктивного растительного сообщества (рис. 1, А) [2].

\* Работа выполнена при финансовой поддержке государственного контракта № 14.740.11.0298 в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы

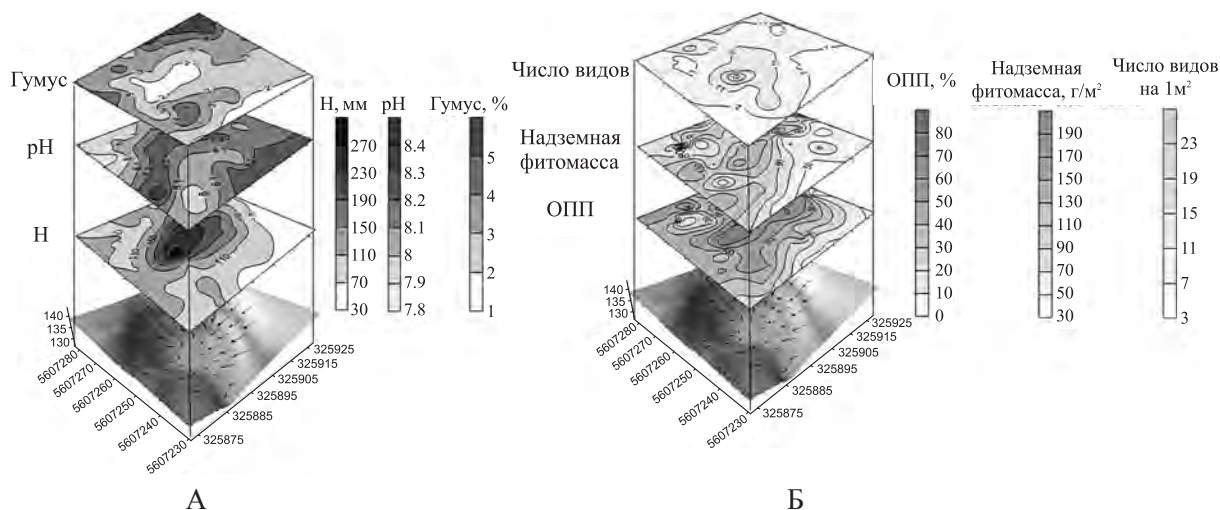


Рис. 1. Пространственное распределение:

А – почвенных свойств (мощность гумусового горизонта (Н), рН, содержание гумуса) и Б – фитоценологических параметров (общее проективное покрытие (ОПП), надземная фитомасса, число видов) в пластике рельефа модельного участка. Стрелками указано направление латеральных вещественно-энергетических потоков

Анализ распределения надземной фитомассы и общего проективного покрытия фитоценоза показал (рис. 1, Б), что в понижениях рельефа образуется более сомкнутый растительный покров, чем на склонах, что часто является характерной чертой подобных квазиприродных ландшафтов региона [5]. Вместе с тем, пространственное распределение параметра общего проективного покрытия в большей степени определяется условиями рельефа, по сравнению с запасом надземной фитомассы, который в значительной степени зависит от пространственного распределения растительных группировок. Основания склонов и днище выемки отличаются более высоким флористическим разнообразием по сравнению со склонами. Это обусловлено формированием более широких экологических ниш в понижениях рельефа.

В таблице 1 представлены результаты корреляционного анализа статистических распределений абсолютной высоты точек описаний, почвенных показателей и параметров фитоценоза.

Как показывают результаты корреляционного анализа, существует выраженная связь между такими показателями, как мощность гумусового горизонта и общее проективное покрытие растительности, а также между надземной фитомассой и общим проективным покрытием. Отрицательная связь с положением в рельефе характерна для мощности гумусового горизонта, общего проективного покрытия, и, в меньшей степени, – для надземной фитомассы.

Таблица 1. Корреляционная матрица распределений параметров почвенно-растительного покрова

	Рельеф	Н*	рН	Гумус	ОПП**	Надземная фитомасса	Число видов
Рельеф	1						
Н*	-0,58	1					
рН	-0,40	0,31	1				
Гумус	0,45	-0,25	-0,58	1			
ОПП**	-0,41	0,59	0,10	0,12	1		
Надземная фитомасса	-0,04	0,22	-0,13	0,31	0,47	1	
Число видов	0,00	0,36	-0,09	0,30	0,41	0,19	1

Примечание. Здесь и в табл. 2: Н\* – мощность гумусового горизонта; ОПП\*\* – общее проективное покрытие.

Таким образом, продукционная способность фитоценоза на данной стадии сукцессии в меньшей степени зависит от положения в пределах рельефа, чем его проективное покрытие. Сделанный вывод подтверждается анализом неоднородности почвенного и растительного покровов, выраженной коэффициентом вариации, в сравнении с неоднородностью рельефа (табл. 2). Пространственная вариабельность фитоценологических параметров менее выражена, чем мощность гумусового горизонта. Показатель фиторазнообразия в наименьшей степени зависит от рельефа.

Таблица 2. Статистические характеристики распределений параметров почвенно-растительного покрова и рельефа

Признак	Относительное превышение, м	Н, мм	ОПП, %	Надземная фитомасса, г/м <sup>2</sup>	Число видов
Среднее	-8,45	121,86	43,19	96,52	9,30
Стандартное отклонение	4,49	56,58	19,94	41,92	3,80
Коэффициент вариации	-53,13	46,43	46,16	43,43	40,93

Методом канонической корреляции установлено, что между группой почвенных свойств и параметрами фитоценоза существует положительная связь ( $R = 0,71$ ,  $P = 0,00001$ ). График зависимости канонических переменных представлен на рис. 2. Достоверно выделение канонического корня, определяемого, с одной стороны, мощностью гумусового горизонта и содержанием гумуса (канонические веса, соответственно, 0,94 и 0,67), а с другой стороны, общим проективным покрытием и числом видов (0,63 и 0,44). Параметры рН и надземной фитомассы оказались наименее значимы для выделения канонической корреляции в системе «почва ↔ фитоценоз». Наличие положительной связи параметров фитоценоза и некоторых почвенных показателей (мощности гумусового горизонта и содержания гумуса) свидетельствует об установлении связей в системе «почва ↔ фитоценоз» к 67-летнему возрасту. Эти связи становятся более значимыми, чем действие гравитационных процессов, обусловленных рельефом экотопа.

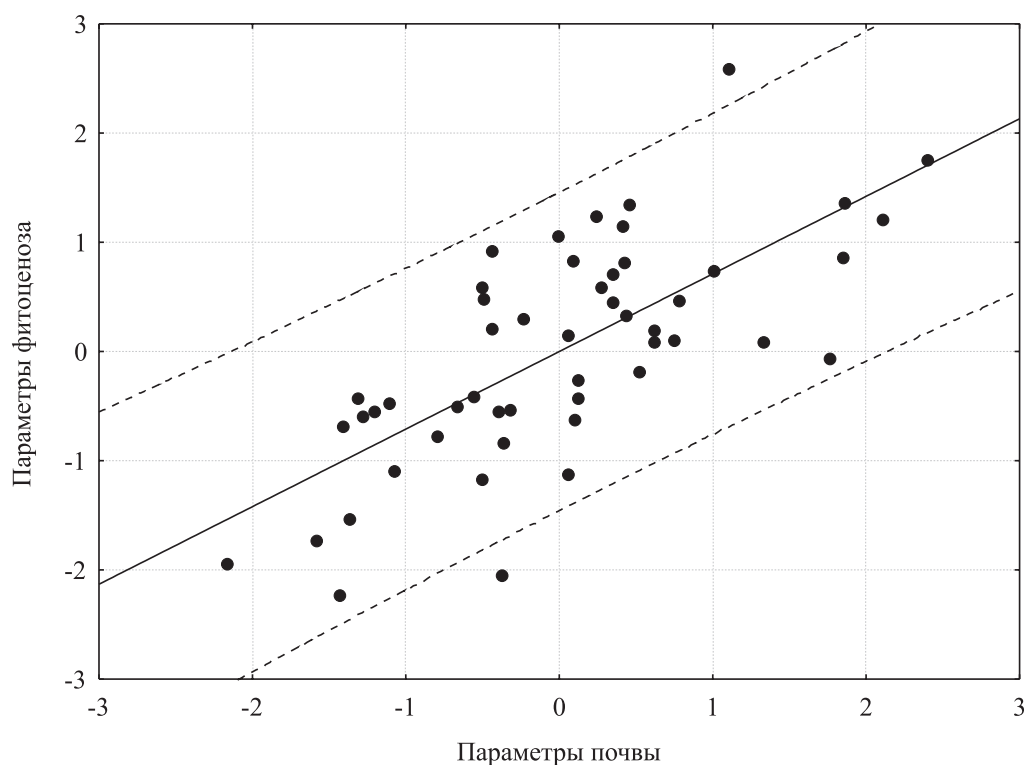


Рис. 2. График взаимосвязи канонических переменных параметров почвы и фитоценоза

По результатам геоботанических описаний на участке выделено 5 доминирующих ценопопуляций: качимово-бедреницевая (*Gypsophila paniculata* L.+ *Pimpinella saxifraga* L.), володушковая (*Bupleurum falcatum* L.), раkitникова (*Chamaecytisus austriacus* L.), тимьяновая (*Thymus cretaceus* Klokov et Schost.), пупавковая (*Anthemis tinctoria* L.). Первая имеет наибольшее распространение. Все перечисленные виды – обычны для данного типа субстрата – дерново-карбонатной почвы с выходами меловых обнажений. Ведущая роль в сообществе принадлежит травянистым многолетникам, преимущественно стержнекорневым и корневищным. На склоне западной экспозиции отмечено большое количество 2 – 5-летних экземпляров *Pinus sylvestris* L., что связано с близостью искусственных насаждений данного вида. Пространственное распределение ценопопуляций зависит от экспозиции склонов. На склонах южной экспозиции четко выражены две ценопопуляции: качимово-бедреницевая и пупавковая. Это многолетние растения, виды группы разнотравья. Тимьян меловой приурочен, в основном, к участкам на вершинах воронки или солнечным пологим склонам с обнажениями мела. Раkitник австрийский предпочитает крутые склоны северной экспозиции и в значительной степени способствует их закреплению. Наряду с названными видами здесь произрастают рыхлокустовые (*Poa pratensis* L.) и дерновинные злаки (*Festuca valesiaca* Gaudin, *Stipa capillata* L.). Это позволяет сделать вывод о том, что данный этап сукцессии растительного сообщества, характеризующийся остепнением его видового состава, отличается стабилизацией пространственной и видовой структуры. В дальнейшем, вероятно, будет происходить постепенное вытеснение травянистых группировок древесно-кустарниковой растительностью, особенно на склонах теневых экспозиций.

### Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что регенерационные изменения модельной экосистемы в целом направлены на снижение неоднородности экотопа, изначально «запрограммированной» субстратно-топологическими факторами. Условия рельефа способствуют перераспределению в пространстве вещественно-энергетических потоков, и, как следствие, регенерационных процессов, в большей степени определяя неоднородность почвенного покрова, по сравнению с пространственной структурой фитоценоза. Новообразованный почвенный покров к 67-летнему этапу развития биогеоценоза способствует формированию связей в системе «субстрат ↔ почва ↔ растение». В этой связи, в практике экологической реставрации участков с уничтоженным почвенно-растительным покровом необходимо на начальных этапах создавать условия для ускоренного воспроизводства почвенного покрова путем интродукции адаптированных видов. При этом следует учитывать, что пространственная структура реставрируемого сообщества будет во многом зависеть от структуры новообразованного почвенного покрова.

1. Голусов П.В. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи / П.В. Голусов, Ф.Н. Лисецкий. – М.: ГЕОС, 2009. – 210 с.
2. Голусов П.В. Пространственная неоднородность новообразованного почвенного покрова в условиях техногенного рельефа / П.В. Голусов // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 1. – С. 37 – 41.
3. Тохтарь В.К. Перспективы использования новых методов многомерной статистики для создания моделей мозаичных антропогенно трансформированных флор / В.К. Тохтарь // 12-й съезд Рус. ботан. о-ва (Петрозаводск, 22 – 26 окт. 2008 г.). – Петрозаводск, 2008. – С. 183 – 186.
4. Тохтарь В.К. Природный парк «Нежеголь» Белгородского государственного университета как центр сохранения, изучения и интродукции растений / В.К. Тохтарь, В.Н. Сорокопудов, А.Н. Петин и др. // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 1. – С. 94 – 98.
5. Чернявских В.И. Видовое разнообразие и продуктивность степной растительности на эродированных землях в Белгородской области / В.И. Чернявских, В.К. Тохтарь, О.В. Дегтярь // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 5 (20). – С. 110 – 114.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Получено 05.10.2011

УДК 504.54

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ  
НА УЧАСТКАХ С АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

П.В. Голеусов, В.К. Тохтарь

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Рассмотрены особенности формирования почвенного и растительного покровов участка с антропогенно нарушенной поверхностью на территории Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета. Выявлены признаки пространственной неоднородности эдафических условий, формируемых субстратом и новообразованными почвами в условиях техногенного рельефа. Установлена взаимосвязь пространственной структуры регенерационного фитоценоза и почвенного покрова.

UDC 504.54

**INTERRELATION OF SOIL AND VEGETATION COVER FORMATION ON AREAS  
OF ANTHROPOGENICALLY DISTURBED SURFACE**

P.V. Goleusov, V.K. Tokhtar

Belgorod State National Research University

The features of the soil and vegetation cover formation on areas of anthropogenically disturbed surface on the territory of the Botanical Garden of Belgorod State University (Belgorod, Russia) are considered. Spatial heterogeneity of edaphic conditions formed by substrate and newly formed soil has been revealed under the technogenous relief conditions. The interrelation of the spatial structure of soil cover and regenerated phytocenosis has been established.