



УДК 504.54

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭДАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УЧАСТКЕ С ТЕХНОГЕННО ИЗМЕНЕННЫМ РЕЛЬЕФОМ (НА ПРИМЕРЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА БЕЛГУ)<sup>1</sup>

**П.В. Голеусов**  
**В.К. Тохтарь**  
**Е.Г. Афанасьев**  
**М.Н. Юрьева**  
**А.А. Толкачева**

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85*

*e-mail: Goleusov@bsu.edu.ru,  
tokhtar@bsu.edu.ru*

Рассмотрены особенности формирования почвенного и растительного покрова антропогенно нарушенной территории ботанического сада Белгородского государственного университета. Выявлены признаки пространственной неоднородности эдафотопы в условиях техногенного рельефа.

Ключевые слова: геостатистика, техногенные ландшафты, самовосстановление растительности, воспроизводство почв, экологическая реставрация.

Разработка проектов экологической реставрации антропогенно нарушенных территорий должна осуществляться на основе результатов исследования условий формирования регенерационных экосистем. При этом особое внимание следует уделять оценке эдафических факторов нарушенных участков, определяемых свойствами субстрата и/или нарушенного почвенного покрова. На территории ботанического сада Белгородского государственного университета в качестве объекта исследования использована 67-летняя техногенно нарушенная поверхность с происходящими на ней процессами регенерации почвенно-растительного покрова. Она представляет собой выемку воронковидной формы, образовавшуюся в 1943 году при разминировании склада боеприпасов. Поверхность изначально была сформирована днищем и откосами мелового карьера, разрабатываемого в довоенные годы, а затем была нарушена взрывом. Тип субстрата объекта исследования – элювий мела. На рис. 1 представлено расположение участка исследования.

Целью исследования было выявление закономерностей пространственного распределения эдафических факторов, значимых для протекания регенерационных процессов в экосистеме, находящейся в режиме самовосстановления. Проведено пространственное моделирование значимых факторов на основе цифровой модели рельефа участка, построенной по результатам тахеометрической съемки (рис. 2).

Съемка производилась цифровым тахеометром Topcon GTS 230N по сети опорных точек, для которых также проводились измерения микроклиматических факторов, описание профилей и отбор образцов новообразованных почв, учеты фитоценологических параметров. Измерения влажности и температуры почвы (субстрата) производили в весенний и летний периоды портативным влагомером TR 46908, анализ почвенных образцов – общепринятыми методами (рН – потенциометрическим методом, содержание гумуса – методом мокрого сжигания по Тюрину). Флористические описания проводили на площадках 1 м<sup>2</sup>, учеты фитомассы – в период ее максимума, методом укосов с площадок 50х50 см, с последующим высушиванием в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105 оС. Полученные результаты обработаны средствами геостатистики в программе Surfer v. 7.0. Статистические параметры распределений исследуемых величин представлены в табл. 1.

<sup>1</sup> 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. Участок техногенно нарушенной поверхности на территории Ботанического сада БелГУ

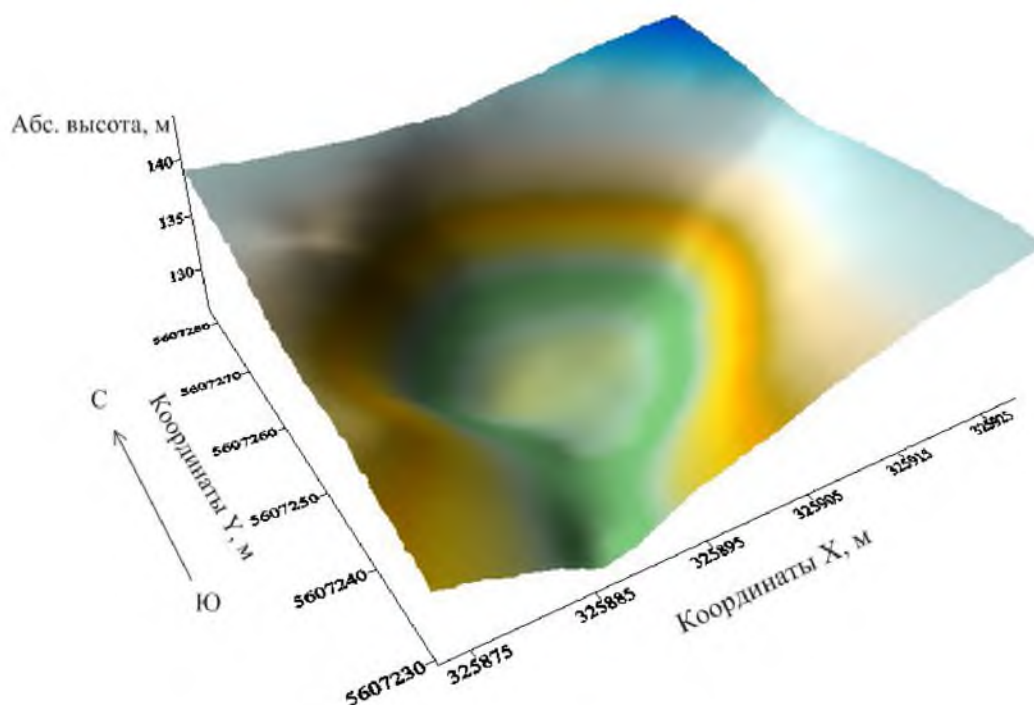


Рис. 2. Цифровая модель рельефа объекта исследования



Таблица 1

## Статистические характеристики исследуемых величин

Параметры экосистемы	Температура почвы на глубине 10 см (весна), °С	Температура почвы на глубине 10 см (лето), °С	Влажность почвы на глубине 10 см (весна), %	Влажность почвы на глубине 10 см (лето), %	Мощность гумусового горизонта, см	pH	Гумус, %	ОПШ, %	Надземная фитомасса, г/м <sup>2</sup>	Число видов на 1 м <sup>2</sup>
Статистические характеристики										
Среднее	15,33	23,84	5,58	3,31	121,86	8,11	3,04	43,19	96,52	9,30
Стандартное отклонение	2,24	1,88	3,43	3,84	56,58	0,12	1,09	19,94	41,92	3,80
Коэффициент вариации, %	14,59	7,90	61,46	115,95	46,43	1,45	35,76	46,16	43,43	40,93
Коэффициент асимметрии	0,03	0,53	1,04	3,40	1,35	0,05	0,43	-0,06	0,38	1,58
Коэффициент эксцесса	-0,48	1,50	1,39	13,29	1,69	-0,47	-0,61	-0,64	-0,57	5,93
Коэффициент корреляции с рельефом	0,28	0,47	-0,02	0,07	-0,61	-0,39	0,46	-0,49	-0,14	-0,20

Для оценки микроклиматических и эдафических условий участка проведены исследования пространственного распределения факторов температуры субстрата и его увлажнения по развернутой сети точек в весенний (май) и летний (июль) сезоны, что позволило выявить сезонные отличия в пространственном распределении почвенно-климатических параметров (рис. 3 и 4).

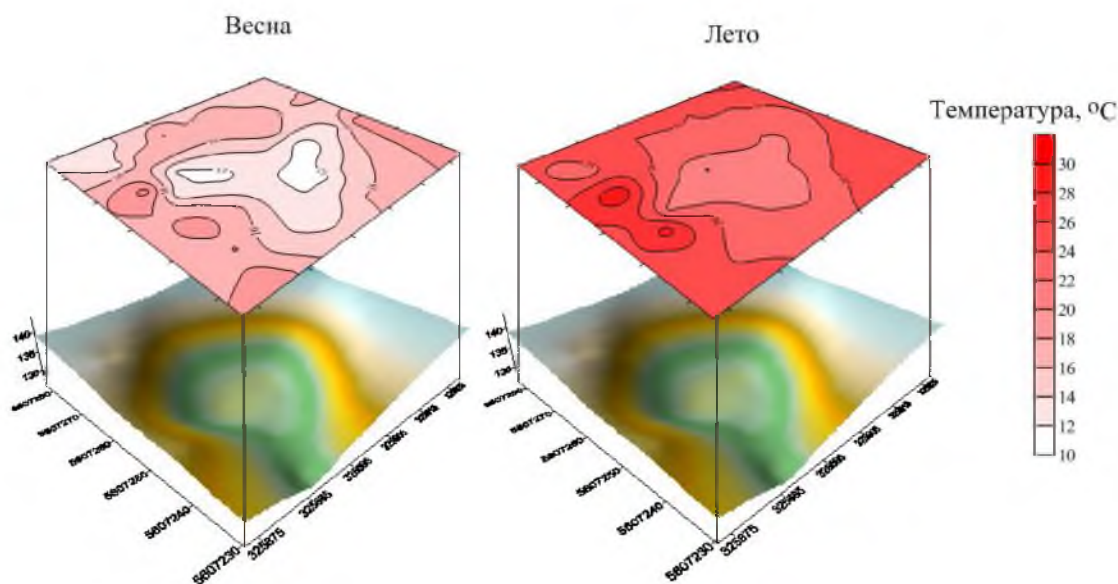


Рис. 3. Температура субстрата на глубине 10 см в весенний и летний периоды наблюдений

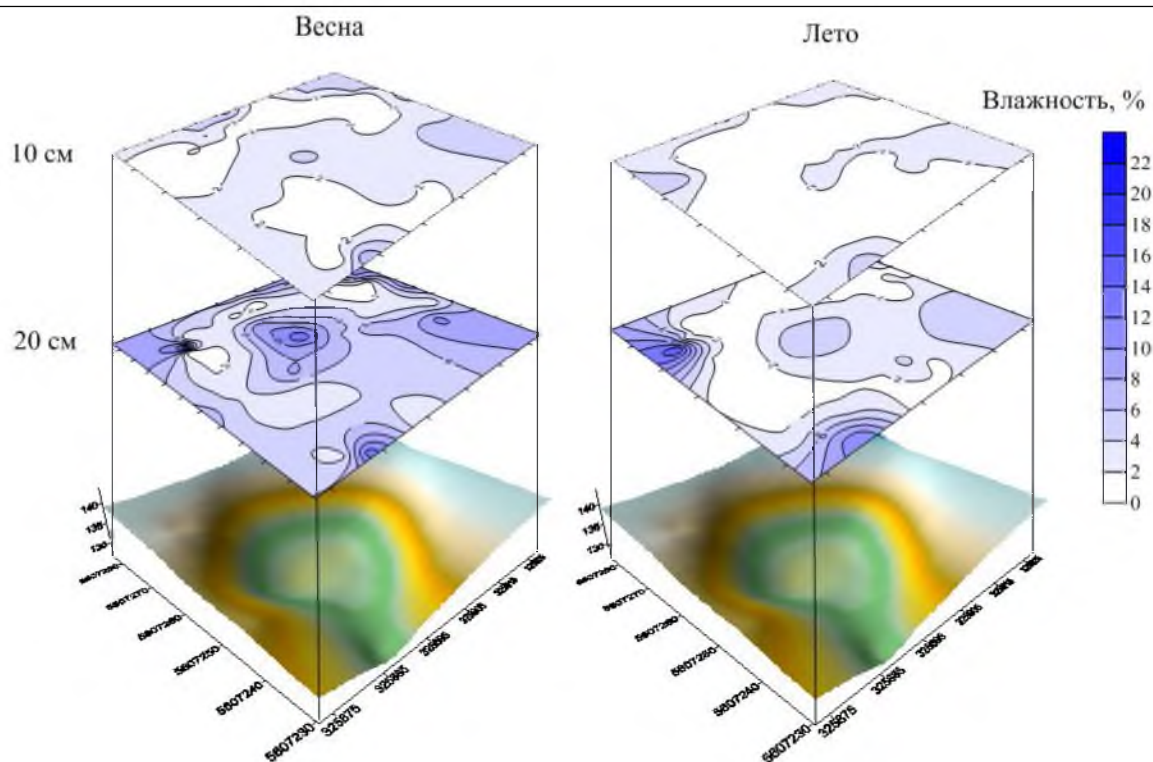


Рис. 4. Влажность субстрата на глубине 10 и 20 см в весенний и летний периоды наблюдений

В целом объект отличается закономерным различием параметров температуры и влажности в весенний и летний периоды. В летний период возрастает пространственная дифференциация влажности почвы (по коэффициенту вариации), особенно на глубине 20 см. При этом наибольшие значения влажности характерны для днища выемки, наименьшие – для склонов солнечных экспозиций. Пространственная изменчивость температуры почвы незначительна, распределения ее величины ближе к нормальному, по сравнению с влажностью почвы. Вместе с тем, температура почвы в большей степени зависит от рельефа, чем влажность. Анализ пространственных распределений температуры и влажности почвы показал, что в летний период днище выемки меньше отличается по этим параметрам от склонов, по сравнению с весенним периодом. Элювий мела характеризуется неблагоприятными водно-физическими свойствами, в связи с чем возрастает роль рельефа в формировании участков с более благоприятными свойствами для роста растений.

Эдафические свойства объектов с техногенно преобразованным рельефом зависят также от свойств формирующегося почвенного покрова. Проведенные ранее исследования [1, 2] свидетельствуют о значительной роли рельефа в формировании пространственного распределения свойств почвенного покрова при его самовосстановлении. 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 сообщества. На рис. 5 приведены картограммы распределения некоторых почвенных свойств, значимых для протекания биотических регенерационных процессов.

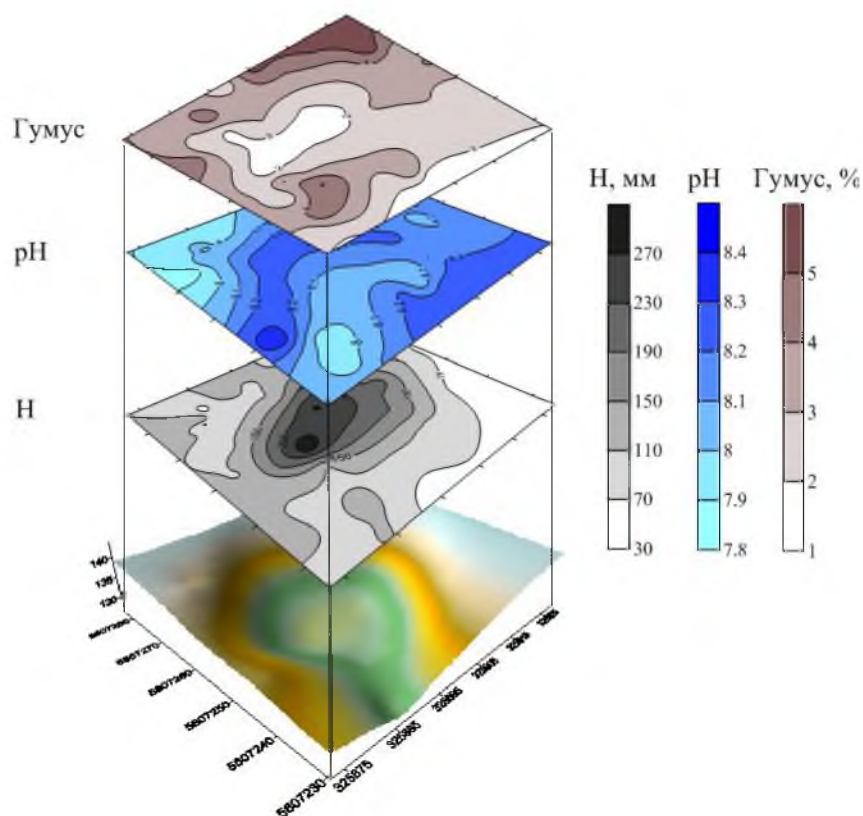


Рис. 5. Пространственное распределение почвенных свойств: мощности гумусового горизонта (Н), реакции среды (pH), содержания гумуса

В основании склонов почвенный покров формирует более благоприятные эдафические условия для роста растений, что связано с большей мощностью гумусового горизонта почв и условиями увлажнения. Здесь произрастают эумезофильные виды, относящиеся преимущественно к олиго- и мезотрофам. На склонах незначительная мощность плодородного слоя отчасти компенсируется более высоким содержанием гумуса. В этих условиях преимущества получают виды следующих биотипов: сциогелиофиты, ксеромезофиты, олиготрофы, анемохоры, эу- и полигемеробы. В некоторых случаях здесь способны произрастать кретофильные виды, охраняемые на федеральном уровне: проломник Козо-Полянского (*Androsace koso-poljanskii* Ovcz.), иссоп меловой (*Hyssopus cretaceus* Dubjan.), копеечник крупноцветковый (*Hedysarum grandiflorum* Pall.), левкой душистый (*Matthiola fragrans* Bunge) и другие.

Анализ распределения надземной фитомассы и общего проективного покрытия фитоценоза показал (рис. 6), что в понижениях рельефа формируется более сомкнутый растительный покров, его биомасса больше, чем на склонах. Вместе с тем, пространственное распределение параметра общего проективного покрытия в большей степени определяется условиями рельефа, по сравнению с запасом надземной фитомассы, которая в значительной степени зависит от пространственного распределения растительных группировок и от формирующегося в почвах банка семян. Основания склонов и днище выемки отличаются более высоким флористическим разнообразием, по сравнению со склонами. Это подтверждается присутствием в понижениях рельефа видов растений с широкими экологическими нишами.

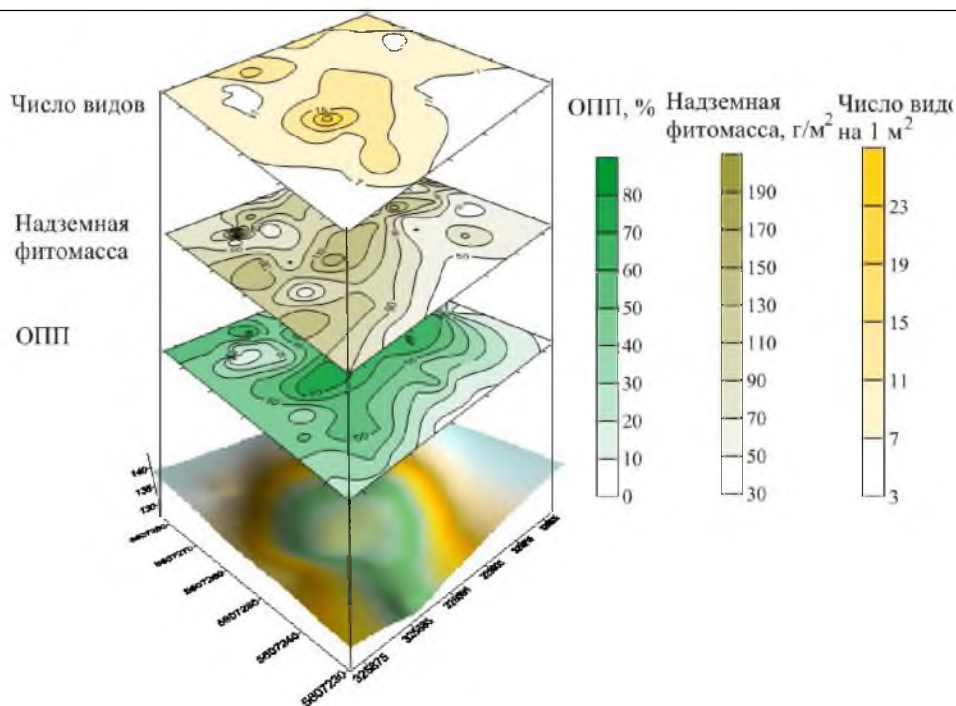


Рис. 6. Пространственное распределение параметров фитоценоза: общего проективного покрытия (ОПП), надземной фитомассы и количества видов на учетных площадках

Регенерационные изменения экосистемы в целом направлены на снижение неоднородности геотопа, изначально «программируемой» субстратно-топологическими факторами. Условия рельефа в большей степени определяют неоднородность почвенного покрова, по сравнению с пространственной структурой фитоценоза. Из микроклиматических показателей большее значение для пространственной структуры почвенно-растительного покрова имеет фактор температуры и влаги, что может быть связано с особенностями субстрата (в частности, с высокой отражающей способностью меловых обнажений). Параметры фитоценоза определяются в наибольшей степени почвенными характеристиками, нежели другими микроклиматическими параметрами. Таким образом, на данной стадии регенерационной сукцессии топологические условия произрастания опосредованы эдафическими условиями, то есть степенью развития почвенного покрова.

Техногенные формы рельефа (выемки, возвышенности) способствуют перераспределению в пространстве регенерационных процессов, концентрируя вещественно-энергетические потоки. В итоге формируется пространственная неоструктура регенерационной антропогенно трансформированной экосистемы, изначально «программируемая» типом субстрата и формами рельефа. Таким образом, исследуя пространственное распределение данных факторов, можно прогнозировать интенсивность протекания регенерационных процессов [3].

### Список литературы

1. Голеусов, П.В. Пространственная неоднородность новообразованного почвенного покрова в условиях техногенного рельефа / П.В. Голеусов // Проблемы региональной экологии. – 2009. – №1. – С. 37-41.
2. Голеусов П.В. Афанасьев Е.Г. Использование пространственных моделей почвенного покрова в экологической реставрации нарушенных земель // Відновлення порушених природних екосистем: Матеріали Третньої міжнародної наукової конференції (м. Донецьк, 7-9 жовтня 2008 р.). – Донецьк, 2008. – С. 135-138.



3. Тохтарь В.К. Прогнозирование формирования флор техногенных экотопов в степной зоне // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. - 15 (86). - 2010. - Вып. 12. - С. 13-19.

## **PECULIARITIES OF EDAFOTOP CONDITIONS FORMATION WITHIN THE SITE WITH TECHNOGENOUSLY CHANGED RELIEF (ON THE EXAMPLE OF BOTANICAL GARDEN BELSU)**

**P. V. Goleusov**

**V.K. Tokhtar'**

**E.G. Afanasev**

**M.N. Jurieva**

**A.A. Tolkacheva**

*Belgorod National  
Research University  
308015, Belgorod, Pobeda-str., 85*

*e-mail: Goleusov@bsu.edu.ru,  
tokhtar@bsu.edu.ru*

Peculiarities of the spatial structure of anthropogenically disturbed soil cover and vegetation in the Botanical Garden of the Belgorod State University studied. Special features of the spatial heterogeneity of edaphic conditions in a man-made habitat have been revealed.

Keywords: geostatistics, technogenic landscapes, self-regeneration of vegetation, regeneration of soils, ecological restoration