

С.П. Жуков

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В РАЗНЫХ ТИПАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ

сукцессия, фитоценоз, разнообразие, организация сообществ

При проведении рекультивационных работ в техногенных экотопах часто приходится сталкиваться с тем, что в результате естественных сукцессионных процессов там уже образовался в какой-то степени сформированный растительный покров. При этом становится необходимым дать оценку степени такого самовосстановления, а на этой основе необходимости и направления проведения фиторекультивации в отношении конкретных экотопов. Цель данной работы – проанализировать возможности применения различных индексов для оценки степени самовосстановления растительного покрова на примере основных типов техногенных экотопов Донбасса. Из техногенных экотопов в Донбассе распространены различные отвальные образования, в том числе отвалы угольных шахт, вскрышных пород, золоотвалы и др., карьеры и пути сообщения.

Оценить степень самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах возможно на основании как показателей, характеризующих сами формирующиеся фитоценозы, так и системных индексов, показывающих степень развития фитоценозов как систем безотносительно к их индивидуальным особенностям. Некоторые фитоценологические показатели, очевидно, могут иметь низкую дифференцирующую способность (например, общее проективное покрытие может иметь сходное значение на разных стадиях сукцессии и повышаться и понижаться вне зависимости от степени восстановления растительного покрова, а скорее в зависимости от эдафических факторов), или же их трудно формализовать для сравнительного анализа больших рядов данных. В какой-то степени индексы разнообразия являются такой формализующей процедурой для учета обилия видов. Сравнение нескольких показателей позволит избежать ошибок, связанных с различной реакцией индексов на специфику структуры анализируемых фитосистем. Поэтому нами выбраны наиболее информативные в плане нашего исследования показатели, такие как: видовое богатство (S), индекс разнообразия сообщества (мера беспорядка системы) Шеннона (Шеннора-Уивера) (D), выравненность данного индекса разнообразия (I) и организация фитосистемы в целом (O) [1, 2, 5].

Выявленные в ходе предыдущих исследований [3, 4] особенности структуры растительного покрова техногенных экотопов, например пятнистость ценозов отвалов вскрышных пород, в определенной степени обусловленная неоднородным складированием литоземов различного состава (в первую очередь механического), ставит несколько вопросов с методическим подтекстом, разрешение которых позволит корректно интерпретировать полученные результаты.

1. На основании каких показателей обилия видов растений лучше рассчитывать индексы разнообразия и организации растительных сообществ: численность, проективное покрытие, встречаемость?

2. Необходим ли при этом одинаковый размер пробной площади, и какой именно, и возможно ли сравнение описаний неодинаковых по размеру площадей?

3. Оценивает ли индекс организации организующее влияние внешних факторов среды по отношению к фитоценозу и не может ли из-за этого дать более высокую оценку менее сформированному по фитоценотическим критериям сообществу?

Выбор показателей обилия видов растений диктуется их способностью отражать специфику изучаемого растительного покрова. Но значения индексов (например Шеннона) меняются в зависимости от используемых форматов исходных данных. В наших условиях, при различных размерах особей вида и их количестве в разных техногенных экотопах, и наличии видов с разнообразными размерами, видимо, неэффективно использование численности как характеристики обилия. Балльные оценки довольно субъективны, но возможен их формальный пересчет в проективное покрытие. Покрытие и встречаемость изменяются в стандартных пределах (общее покрытие видов из-за перекрытия может быть больше 100%), методически их определение хорошо разработано, но проективное покрытие обычно определяется глазомерно, а встречаемость строго формально, но отражает кроме обилия еще и распределение видов в пространстве. Учитывая, что в большинстве исследований чаще используется проективное покрытие, невысокую трудоемкость его определения, этот показатель представляется более приемлемым, но желательно провести сравнительное изучение проективного покрытия и встречаемости видов растений на моделях с заданной структурой.

Размер необходимой пробной площади определяется тем, насколько при этом отражается структура растительного покрова, и может меняться для разных сообществ. В природных, хорошо сформированных сообществах возможно использование площадок меньшего размера, чем стандартный (100 м²) [5]. В слабо сформированных, с незначительным покрытием и состоящих из отдельных очагов формирования сообществах на эдафотопках большого отвала отходов переработки минерального сырья (фракционирования щебня) в г. Докучаевске показатели определяли на площади очень большого размера (порядка гектара), здесь заметно увеличены, по сравнению с другими объектами, видовое богатство и индекс Шеннона (табл. 1). Показатель же организации сообществ при этом оказался стабильным. В то же время при объединении описаний отдельных участков малого отвала в одно сводное индекс Шеннона тоже не увеличился по сравнению со значением для этих участков. Организация растительного покрова для сводного описания находится на уровне организации растительности на южном склоне, где, возможно, высокий уровень организации задается жесткими гидротермическими условиями. На последнем примере видно и влияние внешней структурированности и организующего воздействия абиотических факторов, которое более заметно отражается в показателе организации. Если же посмотреть на показатели участков 2-го яруса у с. Раздольное (одного более однородного краевого участка, а другого – с буграми и заросшими промежутками) то тоже заметно влияние образовавшейся комплексности растительного покрова на его организацию. Но при сравнении более и менее каменистых участков вскрышных пород организация практически не изменилась (табл. 2 и 3). Контрольным участком служит участок петрофитной растительности недалеко от отвалов, испытывающий такое же сильное пылевое воздействие от деятельности предприятий, как и растительность отвалов. На отвале шахты № 6-14 (табл. 4) шток спекшейся породы имеет при небольшом размере участки с разной экспозицией, механическим составом, глубокими трещинами, экспериментальными посадками, с чем, видимо, и связана аномально высокая организация его растительности (1,55). Отвалы шахт «Кучерова» и «Ганзовка» имеют направление отсыпки с востока, где находится их хвостовая, наиболее старая часть, на запад, куда обращена самая молодая фронтальная часть. Поэтому на представленных в таблице

Таблица 1. Параметры оценки степени самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах отвалов мелкофракционных отходов переработки минерального сырья в г. Докучаевске

Параметры	Малый гребневидный отвал					Большой отвал
	южный склон	северный склон	верх	низ восточного склона	по всему отвалу	
S*	4	7	13	13	18	25
D	0,86	1,59	2,29	2,38	2,37	2,84
I	0,62	0,82	0,89	0,93	0,82	0,88
O	0,52	0,36	0,28	0,18	0,52	0,38

* здесь и в таблицах 2–5: S – видовое богатство, D – индекс разнообразия сообществ Шеннона, I – выравнивание индекса разнообразия Шеннона, O – организация растительного сообщества.

Таблица 2. Параметры оценки степени самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах отвалов вскрышных пород и карьера у г. Докучаевска и пгт. Новотроицкое

Параметры	Контроль степной участок возле карьера	Отвал вскрыши		Карьер			
		нижний ярус	каменный участок	осыпь у стены карьера	старый участок террасы	свежее нарушение	более заросший участок
S	31	14	10	21	18	4	13
D	2,17	2,00	1,67	2,10	2,22	0,87	2,09
I	0,63	0,76	0,73	0,69	0,77	0,63	0,81
O	1,26	0,64	0,63	0,94	0,67	0,51	0,47

Таблица 3. Параметры оценки степени самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах отвалов вскрышных пород Старобешевского района

Параметры	Комсомольское			Участки отвала у с. Раздольное			
	1 ярус	2 ярус	3 ярус	склон 1 яруса	2 ярус	2 ярус, бугры	1 ярус, старый
S	14	12	9	5	17	15	19
D	1,95	1,87	1,73	1	2,44	2,2	1,99
I	0,74	0,75	0,79	0,62	0,86	0,81	0,68
O	0,69	0,61	0,47	0,61	0,39	0,51	0,95

Таблица 4. Параметры оценки степени самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах породных отвалов угольных шахт

Параметры	№ 6-14		«Кучерова», север			«Ганзовка», север		
	склон	шток	фронт	центр	хвост	фронт	центр	хвост
S	3	14	18	11	13	17	10	19
D	0,55	1,09	2,13	1,71	1,75	2,30	1,54	2,18
I	0,50	0,41	0,74	0,71	0,68	0,81	0,67	0,74
O	0,55	1,55	0,76	0,69	0,81	0,53	0,76	0,77

данных по растительности северных склонов этих отвалов от хвостовой к фронтальной части время формирования сообществ и их организация должны уменьшаться. Индекс же разнообразия Шеннона дает высокую оценку на фронтальных участках. Постоянное воздействие антропогенного характера, видимо, оказывает организующее влияние и на участок железнодорожных путей на станции Донецк-2 (табл. 5). То есть сравнение разновеликих участков в принципе возможно, хотя надо учитывать при этом их структурную сложность и внешние влияния.

Таблица 5. Параметры оценки степени самовосстановления растительного покрова в экотопах транспортных путей и золоотвала Кураховской ГРЭС

Параметры	Автодороги		Ж-д станция Донецк-2			О.п. 544 км	Золоотвал	
	Лисичье	Успенка, обочина	пути	раздел полос	нару- шение		дамба	зола
S	21	15	7	12	13	19	17	4
D	2,37	2,05	1,113	1,66	1,17	2,48	2,25	1,15
I	0,78	0,76	0,57	0,67	0,46	0,84	0,79	0,95
O	0,67	0,66	0,83	0,83	1,40	0,46	0,58	0,24

Примечание. Ж-д – железнодорожная, О.п. – остановочный пункт

Если выбрать данные по двум типам техногенных экотопов с наивысшим уровнем организации, то в случае штока на отвале шахты № 6-14 это вызывается разнообразием экологических условий на этом небольшом участке (разные экспозиции, углы наклона, связность субстрата) и, возможно, проведением экспериментальных посадок ранее. На нарушенном участке разделительной полосы на железнодорожной станции (табл. 5) сочетаются участки более сформированной злаковой растительности с восстанавливающимися после недавних нарушений. В обоих этих случаях причиной «выскакивающих» по величине из общего ряда значений является комплексность экосистем, сочетание на одном участке фрагментов ценозов различной организации, но в отличие от фронтального участка на отвале шахты «Кучерова», тут есть еще и внешнее влияние (хождение, выпас, палы), что и обеспечивает такое повышение показателя организации. Это дает нам еще один критерий, который необходимо учитывать при выборе пробных площадей и сравнении процессов самовосстановления растительного покрова.

Таким образом, рассмотрены возможности и методические сложности применения различных индексов, характеризующих степень самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах. Различные индексы с несколько разных сторон характеризуют этот процесс. Рассматривая индексы, характеризующие различные типы техногенных экотопов в Донбассе, можно заметить, что наиболее интегральным и помехоустойчивым показателем для оценки самовосстановления растительности является организация сообществ. Его значения самые низкие (0,24) у испытывающего сильное техногенное воздействие участка золоотвала, а внутри различных объектов меньше на относительно молодых участках с более сильным последствием техногенных факторов, вызвавших их формирование. По сравнению с организацией фитоценоза на контрольном участке с естественной растительностью (1,24), испытывающем фоновое (пылевое) техногенное воздействие рядом находящегося объекта, уровень организации сообществ

в техногенных экотопах более низкий даже на наиболее сформированных участках (0,69 – 0,95). Наибольшее значение организации растительного сообщества отмечено на старом участке отвала вскрышных пород у с. Раздольное (0,95), что, например, позволяет выбрать его для экспериментов по ускоренному восстановлению близкого к естественному растительного покрова. При интерпретации значения показателя организации растительного покрова необходимо учитывать структурированность и различные внешние влияния на структуру фитоценозов.

1. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем. – Киев: Наук. думка, 1977. – 260 с.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяції и сообщества– Т.2: В 2-х т.– Пер с англ. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
3. Жуков С.П. Состояние и перспективы лесной рекультивации породных отвалов центральной части Донбасса // Проблемы лісової рекультивації порушених земель України: Міжнар. наук. конф. (м. Дніпропетровськ, 19-22 вересня 2006 р.). – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропет. нац. ун-ту, 2006. – С. 20 – 21.
4. Жуков С.П., Баишатов В.Г., Торохова О.М., та ін. Нові підходи до рекультивації промислових відвалів на сході України //Матер. XII зїзду Укр. ботан. т-ва./ Відп. ред. К.М. Ситник – Одеса: Альянс-Юг, 2006. – С. 441.
5. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. – М.: Наука, 1978. – 212 с.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 24.04.2007

УДК 581.524(477.60)

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В РАЗНЫХ ТИПАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ

С.П. Жуков

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Рассмотрены возможности и методические аспекты применения различных индексов, характеризующих степень самовосстановления растительного покрова в техногенных экотопах. Наиболее интегральным и помехоустойчивым показателем оказалась организация сообществ (как систем). Ее значения самые низкие (0,24) у испытывающего сильное техногенное воздействие участка золоотвала электростанции, а внутри различных объектов меньше на относительно молодых участках с более сильным последствием техногенных факторов, вызвавших их формирование. Неоднородность растительности и внешнее воздействие оказывают влияние и на организацию сообществ, но в меньшей мере, чем на другие параметры. На наиболее сформированных участках организация сообществ достигает 0,69 – 0,95, что ниже значения для контрольного участка (1,24). Наибольшее значение организации сообществ отмечено на старом участке отвала вскрышных пород у с. Раздольное (0,95). Это позволяет выбрать его для экспериментов по ускоренному восстановлению близкого к естественному растительного покрова. При интерпретации значения показателя организации растительного покрова необходимо учитывать его структурированность и различные внешние влияния на структуру фитоценозов.

UDC 581.524(477.60)

CRITERIA OF ESTIMATION OF VEGETATIVE COVER SELF-RESTORATION IN DIFFERENT TYPES OF TECHNOGENIC ECOTOPES

S.P. Zhukov

Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. of Sci. of Ukraine

Opportunities and methodical aspects of application of the various indices describing a degree of self-restoration of a vegetative cover in technogenic ecotopes are considered. Organization of communities proved to be the most integrated and antijamming index. Ash dump site of electric station, which is under strong technogenic effect, has the lowest (0,24) values of organization of communities. It is less inside of various objects on rather young sites with stronger afteraction of technogenic factors that have caused their formation. On the most formed sites the organization of communities achieves 0,69 – 0,95 that is lower than value for a control site (1,24). The greatest value of the organization is noted on the old site of overburden dump at Razdolnoye settlement (0,95). It allows to choose it for experiments on the accelerated restoration close to natural vegetative cover. At interpretation of the index value of the plant cover organization it is necessary to consider its structuring and various external effects on the structure of phytocenoses.