

ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 581.9:581.52

А.З. Глухов, А.И. Хархота, С.И. Прохорова, И.В. Агурова

ФИТОАДАПТИВНАЯ ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ

техногенные экотопы, типизация, фитоэкологическое соответствие, адаптация, спонтанное зарастание

Введение

Интенсивное развитие промышленности в мире, наряду с позитивным эффектом, приводит к неблагоприятным последствиям, проявлением которых являются экологические проблемы. Наиболее актуальные из них – это гармонизация взаимоотношений между человеком и природой, ликвидация или уменьшение негативных изменений под влиянием антропо-техногенной нагрузки на окружающую среду, которые связаны с нарушением целостности биогеоценологического покрова, деградацией природных ландшафтов и сопровождаются возникновением техногенных земель, где спонтанно протекают сукцессии биологических сообществ. Они отличаются особенно высоким уровнем антропогенеза в дестабилизации окружающей среды. Один из основных источников этого влияния – добыча полезных ископаемых. На нарушенных горнодобывающей промышленностью территориях и прилегающих к ним участках происходит деструкция почв и растительного покрова, геологического строения, коренное изменение гидрогеологических и экологических условий. Причем масштабы косвенного воздействия зачастую превышают в несколько раз прямые нарушения.

Большие площади техногенных земель, их негативное влияние на окружающую среду ставят проблему оптимизации и фиторекультивации этих территорий в ранг очень важных и актуальных. В связи с этим большое значение приобретает определение современного состояния экологических условий, возможности, направления и темпов восстановления их растительного покрова. В результате техногенного вторжения человека в природные экосистемы формируются специфические экотопы, характеризующиеся неоднородностью и своеобразием экологических условий, особенно эдафотопов и аэротопов. Они представляют собой своеобразную арену для первичного становления и развития растительного покрова. Актуальным является исследование популяций, группировок спонтанно поселившихся видов растений, их адаптаций в контексте типизации техногенных экотопов по их фитоэкологическому соответствию с целью прогнозирования динамики их состояния, определения возможности и направления биологической рекультивации нарушенных земель.

Цель

Целью настоящей работы является определение концептуальных положений фитоадаптивной типизации техногенных экотопов и проведение их типизации по признаку фитоэкологического соответствия.

Объекты, материалы и методика исследований

Объект исследования – естественная растительность техногенных территорий. В основу работы положены материалы исследований и наблюдений авторов. Полевые исследования проводили в течение 1966–2012 гг. на территориях индустриальных регионов Украины и России (Донбасс, Кривбасс, Приднепровье, Львовско-Волынский угольный бассейн, Подмосковье, Урал). Материалы собирали в процессе рекогносцировочно-маршрутных, детально-маршрутных

и полустационарных исследований. Изучение растительного покрова техногенных территорий проводили в соответствии с общепринятыми методами флористики и геоботаники.

Процессы естественного зарастания породных субстратов горнорудных разработок относятся к сингенетическим сукцессиям растительности. При исследовании естественного зарастания различных неодафотопов особое внимание обращали на видовой состав, покрытие, встречаемость и насыщенность. Тщательное изучение указанных аналитических признаков позволило ближе подойти не только к выявлению качественного своеобразия, возрастных этапов сингенеза на различных стадиях становления растительного покрова, но и определить лимитирующие факторы, ограничивающие фитоэкологическое соответствие различных техногенных экотопов.

Исследование фитопригодности техногенных неодафотопов породных отвалов угольных шахт, карьерно-отвальных комплексов горнорудных разработок и других нарушенных земель проводили путем комплексного изучения их физико-химической и минералогической основы, естественного процесса самозарастания, эколого-биологического анализа видового состава [1, 2, 10] и индикационно-диагностической оценки формирующихся растительных группировок [7, 22, 24].

Результаты исследований и их обсуждение

К техногенным экотопам обычно относят экотопы, возникшие в процессе промышленной деятельности человека, вызвавшей катастрофические или коренные изменения в растительном покрове [3, 7, 12]. Они приурочены к территориям карьерно-отвальных комплексов, горнорудных разработок, промышленных предприятий, отвалов угольных шахт, шлакоотвалов, золоотвалов, шламоотстойников и т.п. В силу этого экологические условия их (в частности, эдафотоп, аэротоп), как правило, не имеют природных аналогов. Приведем в нашем понимании дефиницию «техногенный экотоп». Техногенный экотоп – это совокупность измененных техногенезом абиотических условий среды данного участка, представляющего собой первичное или вторичное местообитание для заселения растений и формирования растительных группировок.

Приоритетной задачей на современном этапе развития экологического направления промышленной ботаники является определение фитопригодности техногенных экотопов через установление биоэкологических адаптаций отдельных видов и растительных группировок к новым, часто экстремальным, экологическим условиям [6]. Это направление основывается на концепции специфичности и динамичности экологических параметров техногенно трансформированной среды как основополагающем факторе, с которым связана выработка стратегий выживания растений в стрессовых условиях местообитаний [7].

Несмотря на флористический и геоботанический интерес к техногенно трансформированным территориям [3, 4, 18–20, 25–29], проблема фитоэкологического соответствия техногенных экотопов, в частности вопрос типизации их большого разнообразия, не получила должного освещения. Ранее нами была предпринята попытка типизации техногенных территорий по фитоэкологическому соответствию их эдафотопов [7].

На основе специально проведенного анализа результатов многолетних широкомасштабных флористических и геоботанических исследований нарушенных промышленностью земель различных категорий нами определены основные концептуальные положения фитоадаптивной типизации техногенных экотопов.

- ❖ Основной постулат – единство растений и среды их обитания [5, 17].
- ❖ Необходимо исходить из биогеоценотических принципов и системного подхода при выделении и сведении различных техногенных экотопов в определённые типы по общим признакам их фитоэкологического соответствия.
- ❖ Фитоэкологическое соответствие техногенных экотопов – это наличие пригодных условий для роста и развития растений относительно их биоэкологических требований.
- ❖ Техногенные экотопы являются результатом непрерывного действия во времени и пространстве абиотических и биотических факторов и мощного трансформирующего влияния антропогенного фактора, отражающего промышленную деятельность человека.

- ❖ Существующая взаимосвязь между физико-химическими характеристиками субстратов и процессами сингенеза растительности на эдафотопх техногенного происхождения даёт возможность использовать фитокомпоненту как интегральный показатель состояния техногенных экотопов и формирующихся биогеоценозов в целом.
- ❖ Фитоэкологическое соответствие различных типов техногенных экотопов проявляется в их экологическом объёме и видовой ёмкости.
- ❖ Дифференцированная оценка фитопригодности техногенных земель проводится с учётом расположения их в различных природных зонах.

Наши многолетние фитоэкологические исследования в промышленных регионах дают возможность утверждать, что сосудистые растения проявляют свой биоэкологический потенциал в экстремальных условиях техногенной среды, приспосабливаясь к ней в соответствии со своими биологическими и экологическими особенностями. Так, в техногенных экотопах рост, развитие и даже внешний вид растений (габитус) зависят от того, в какой степени отвечают экологические условия местообитания требованиям тех или иных видов растений.

При определении типов техногенных экотопов по признаку фитоэкологического соответствия нами были приняты и обоснованы следующие критерии их обобщённой характеристики: основные лимитирующие факторы, ограничивающие рост растений; естественное зарастание; экологический объём и видовая ёмкость.

Лимитирующие факторы. Растения нельзя отделить от конкретной среды, которая окружает их и вместе с которой они образуют единую систему [30]. Жизненные возможности их обеспечиваются условиями местообитания и лимитируются комплексом экологических факторов, количество и разнообразие которых близко к необходимому организму минимуму [9, 11]. «Любое условие, приближающееся к пределу толерантности или превышающее его, называется лимитирующим условием, или лимитирующим фактором» [11, с. 248].

Исходя из закона единства «организм – среда», по В.И. Вернадскому [5], жизнь развивается в совокупном единстве среды и населяющих её организмов. А поскольку отношения организма и его среды системны, действует принцип экологического соответствия: форма существования организма всегда соответствует условиям его жизни [17]. С учетом этих закономерностей, на основе многолетних фитоэкологических исследований нарушенных промышленностью земель установлено, что с ними связано большое разнообразие специфичных местообитаний, представляющих собой неозафотопы для поселения различных видов растений, которые характеризуются неодинаковым соответствием экологических условий генетической предопределённости, биоэкологическому потенциалу растительных организмов. При этом были выявлены основные лимитирующие факторы, ограничивающие вегетацию растений в техногенных экотопах.

В техноэкосистемах совокупность лимитирующих факторов воздействует сильнее всего на те фазы развития растений, которые имеют «наименьшую экологическую валентность» (по Н.Ф. Реймерсу) [17, 21] – температура, вода, реакция почвенного раствора, засоление, токсические химические продукты выветривания (например, образование серной кислоты при окислении пирита) и находятся в зоне пессимума (угнетения).

Во всех вскрышных горных породах остро ощущается недостаток питательных веществ, особенно азота, и формируется нестабильный гидрологический режим. Выявлены и специфические ограничивающие условия. В глинистых породах к их числу относятся неблагоприятные физические свойства и солёность, а в некоторых их разновидностях – присутствие закисного железа и пирита. В неозафотопх, сложенных углистыми пиритсодержащими сланцами или глинами (на терриконах угольных шахт) процесс окисления сульфидов сопровождается не только образованием сильной минеральной кислоты, но и повышением температуры, часто наблюдается самовозгорание углистых пород. В песчаных отложениях особенно сильно выражены недостаток питательных веществ и крайне неблагоприятные водные свойства. Среди лессовидных и красных суглинков встречаются неблагоприятные засоленные разновидности.

Приведем в качестве примера экологический ряд вскрышных пород по мере возрастания количества и степени проявления ограничивающих факторов: лессовидные суглинки → красно-бурые суглинки → песчано-глинистые отложения → зеленовато-серые мергелистые глины → лессовидные и красно-бурые засоленные суглинки → красно-бурые глины → зеленовато-серые бескарбонатные плотные глины → чистые третичные и четвертичные песчаные отложения → третичные чёрные сланцевые глины [9]. Этот ряд показывает, что по мере возрастания напряженности лимитирующих факторов неоздафотопов, сложенных этими породами, сужается диапазон фитоэкологического соответствия техногенных экотопов.

Таким образом, проявление комплекса лимитирующих факторов может служить отличительным признаком фитоэкологического соответствия различных техногенных экотопов, характеризует их специфику и адаптивную дифференциацию для освоения определенными биоэкологическими группами растений с широким диапазоном толерантности к экстремальным условиям среды.

Естественное зарастание. Естественная растительность – это основной интегральный показатель при определении фитоэкологического соответствия техногенных экотопов различных типов. Под естественной растительностью мы понимаем формирующиеся в условиях данных экотопов растительные группировки из спонтанно поселяющихся видов растений. Саморазвитие фитоценозов в первичных экотопах антропогенного происхождения классифицировано нами как антропогенный сингенез [12, 22].

Колонизация растениями техногенных экотопов происходит в три фазы: попадание диаспор, прорастание их и выживание, формирование популяций и клонов. Эти фазы являются, по существу, первой стадией формирования растительности. Последующие стадии, характер и темпы естественного зарастания техногенных экотопов определяются их возрастом, физико-химическим состоянием эдафотопов, их лимитирующими факторами, особенностями рельефа, микроклимата, эрозией, флористическим окружением, возможностью миграции новых видов, их экотопическим отбором и адаптацией [7, 16, 17, 22].

Главной особенностью естественной растительности техногенных экотопов является сукцессионная динамичность с выраженным преобладанием процессов сингенеза. Для сингенетических процессов, происходящих в специфических условиях этих экотопов, характерны значительная продолжительность, определённая последовательность стадий и фаз, адаптивное размещение растений различных жизненных форм и экологических групп, формирование ценозов со специфическими структурно-функциональными особенностями [22]. По флористическому и фитоценозическому составу они носят зональный отпечаток [7, 18–20]. В формировании флористического состава принимают участие, кроме эвритопных сорных видов, типичные степные, петрофильные, опушечно-лесные и луговые растения. Одним из основных признаков флоры техногенных экотопов является её крайняя бедность, что свидетельствует о глубокой антропогенной трансформации аборигенных флор [3].

Следовательно, характер естественной растительности, видовой состав и пространственная приуроченность спонтанных растительных группировок к техногенным экотопам различных типов может отражать их потенциальную фитопригодность.

Экологический объём и видовая ёмкость. В геоботанической литературе достаточно обоснованным и общепринятым является положение, устанавливающее прямую зависимость экологического объёма местообитания и его видовой ёмкости на первых этапах формирования фитоценозов [8, 9, 13, 14]. Так, Л.Г. Раменский отмечал [13, 14], что чем суровее условия среды, тем большую роль для растений, внедряющихся на данную территорию, играет прямое влияние экологических условий и тем меньшее значение имеет конкуренция видов.

Уточним, что под экологическим объёмом местообитания понимается [8] совокупность всех факторов местообитания, обуславливающих возможность поселения в его пределах большего или меньшего количества видов растений с различными биоэкологическими особенностями. Видовую ёмкость местообитания определяет общее количество видов, нормально произрастающих в условиях данного местообитания.

Следовательно, если условия техногенного экотопа крайне суровы, т.е. он имеет весьма узкий экологический объём, то соответствие для развития может получить всего лишь один характерный вид одной экологической группы. Если условия экотопа менее суровы, т.е. имеют широкий экологический объём, то он оказывается благоприятным для нескольких или многих видов растений. В связи с этим в некоторых первичных техногенных экотопах с узким экологическим объёмом формируются в процессе сингенеза преимущественно чистые или маловидовые группировки, а в экотопах с широким экологическим объёмом – смешанные, многовидовые. В случае, если условия экотопа быстро меняются в направлении возрастания напряженности лимитирующих, ограничивающих факторов (засоление, повышение кислотности, накопление токсичных веществ при выветривании пород и т.п.), то количество видов здесь уменьшается и многовидовая группировка может перейти в маловидовую или одновидовую группировку. Освоение первичных экотопов с весьма узким экологическим объёмом и крайне значительным проявлением нескольких ограничивающих факторов, как правило, происходит с участием в сингенезе только специфических антропоотолерантных видов с узкой экологической амплитудой, которая наиболее полно соответствует количественному и качественному диапазону ограничивающих факторов. Например, на эдафотопках из соленосных глинистых отложений могут поселяться солеустойчивые гликофиты, гликогалофиты и псевдогалофиты с гидрологической амплитудой от мезофитов до ксерофитов.

Таким образом, фитоэкологическое соответствие различных техногенных экотопов проявляется в их экологическом объеме и видовой ёмкости. В целом, освоение сосудистыми растениями техногенных экотопов зависит от их деструкции и стрессово-адаптивных возможностей видов.

Исходя из приведенных концептуальных положений и критериев по выделению типов техногенных экотопов относительно их фитоэкологического соответствия, нами разработана фитоадаптивная типизация техногенных экотопов (рис.).

Выделено четыре типа техногенных экотопов по признаку их фитоэкологического соответствия: I тип – неадаптивные, II тип – узкоадаптивные, III тип – ограниченноадаптивные, IV тип – широкоадаптивные. Ниже приводим краткую характеристику этих типов.

I ТИП – *неадаптивные* – это экотопы, полностью непригодные для произрастания растений. Характеризуются неблагоприятными физическими свойствами субстрата, повышенной засоленностью, рН менее 3,5 или более 10. Сосудистые растения в таких условиях обычно полностью отсутствуют, либо представлены единичными, чаще всего нежизнеспособными, экземплярами. Неадаптивные экотопы распространены на техногенных новообразованиях, например, шламовые накопители, хвостохранилища и отстойники промышленных предприятий и т.д.

II ТИП – *узкоадаптивные*. Эти экотопы характеризуются специфическим субстратом (сильнокаменистой фракцией, сильно-, слабозасоленным или незасоленным субстратом), рН 5,5 – 9,0. Для данного типа характерны антропоотолерантные эвритопные пионерные виды, а также растения с узкой экологической амплитудой, индицирующие те или иные неблагоприятные параметры субстрата. Примеры: экотопы отвалов угольных шахт, по добыче мергеля, мела, глинистые соленосные отложения, шлаковые отвалы металлургических заводов на ранних (первых) стадиях зарастания. Так, на шлаковых отвалах металлургических заводов, «свежих» породных отвалах угледобывающих промышленных предприятий флора и растительность обычно не стабилизированы, наблюдаются инициальные фазы развития открытых ценозов. Более-менее устойчивые заросли образуют *Gypsophila paulii* Klokov, *G. perfoliata* L., *G. scorzonifolia* Ser., указывая на повышенное засоление и бедность субстрата. Встречаются также *Diploxys tenuifolia* (L.) DC., *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz, *Kali tamariscina* (Pall.) Akhani & E.H. Roalson и др.

III ТИП – *ограниченноадаптивные*. Данный тип характеризуется неблагоприятными физическими свойствами субстрата: низкая воздухообеспеченность; содержание каменной фракции > 10 %, содержание солей < 1 г / 100 г, рН = 4 – 5. Растительность представлена в основном пионерными видами (мало-, одновидовые простые группировки) с фрагментарным или групповым размещением растений. Это экотопы отвалов угольных шахт и других техногенных новообразований

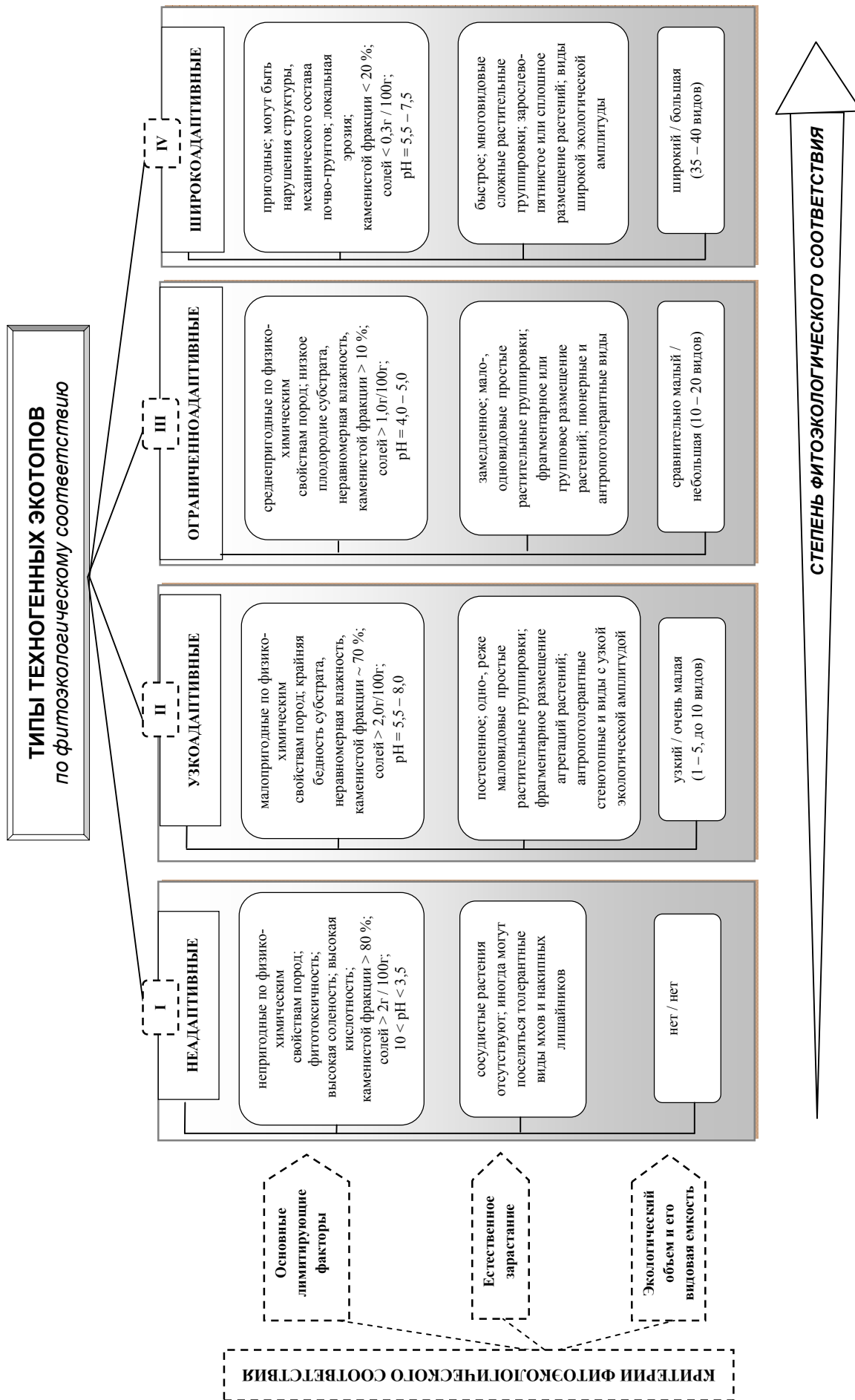


Рис. Обобщенная блок-схема фитоадаптивной типизации техногенных экотопов

на стадии вымывания; обочины автодорог; промплощадки предприятий, например, металлургических, коксохимических и химических заводов, ртутного комбината; участки после городского строительства (свалки строительного мусора, пустыри). Например, на 8–10-й год после прекращения использования золоотвалов тепловых электростанций там изредка поселяются некоторые представители травянистых растений: *Amaranthus blitoides* S. Watson, *Polygonum aviculare* L., *Echium vulgare* L., *Kali tamariscina*, *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Xanthium albinum*, которые встречаются отдельными особями и небольшими группами. Насыпи дорог спонтанно зарастают видами аборигенной флоры: *Poa compressa* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Tanacetum vulgare* L. К ним присоединяются другие степные и рудеральные виды, такие, как: *Plantago lanceolata* L., *Cichorium intybus* L., *Ajuga genevensis* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Artemisia absinthium* L., *Daucus carota* L. и др. Общее проективное покрытие травостоя насыпи 50–60 %, ближе к полотну дороги уменьшается до 2–5 %. На промплощадках, индустриальных пустырях и свалках повсеместно встречаются *Amaranthus blitoides*, *A. retroflexus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Diplotaxis tenuifolia*, *Xanthium albinum*, спорадически произрастает *Hyoscyamus niger* L., а также инвазивные адвентивные виды – *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Galinsoga parviflora* Cav. и др.

IV ТИП – широкоадаптивные. Группа экотопов с полным фитоэкологическим соответствием для произрастания растений. Наряду с такими признаками эдафотопы, как нарушение механического состава и наличие эрозии, характеризуется благоприятными свойствами – содержание каменистой фракции менее 20 %, отсутствие засоления, по значению pH – нейтральные или слабощелочные, отсутствие токсичности. Растительность представлена сложными многовидовыми группировками видов с разной экологической амплитудой. Это экотопы урбанизированных территорий – свалки, мусорники, пустыри, брошенные земли и газоны; транспортных – железнодорожные насыпи; промышленных предприятий – промышленные пустыри, промплощадки; техногенных новообразований на поздних стадиях самозарастания. Растительные группировки различаются в зависимости от того, на какой техногенной территории находится экотоп. Так, на «старых» отвалах угольных шахт доминирующую роль играют разные виды рудерантов. Можно выделить ассоциации с преобладанием *Polygonum aviculare*, *Amaranthus blitoides*, *Atriplex patula* L., *Xanthium albinum* и *Cyclachaena xanthiifolia*, *Atriplex patula* и *Picris hieracioides* L. Местами к ним присоединяются фитоценозы с доминированием *Artemisia absinthium* и *Melilotus officinalis*, *Cichorium intybus* и *Salvia verticillata* L., а также почти чистые заросли *Elytrigia repens* и *Ambrosia artemisiifolia* L. Для карьеров характерны специфические петрофильные виды растений, свойственные природным обнажениям. Например, карьеры, где проводилась разработка мергеля, со временем зарастают степными, петрофитными растениями, с долей участия редких, охраняемых, эндемичных видов родов *Thymus*, *Festuca*, *Elytrigia*, *Astragalus*, *Salvia*, *Jurinea* и др.

Рассмотренные типы техногенных экотопов существенно различаются по растительным условиям и требуют применения неодинаковых методов по их оптимизации. В зависимости от общей площади экотопов того или иного типа на определенной техногенной территории, можно делать обоснованные конкретные рекомендации по ее рекультивации и оптимизации. Так, если количество неадаптивных экотопов преобладает по площади в территориальном контуре техногенного новообразования, предварительно необходимо провести горнотехническую рекультивацию с тем, чтобы создать пригодные условия для существования растений. Если же на территории преобладают широкоадаптивные типы экотопов, с небольшой долей узко- и ограниченноадаптивных, данный участок в дополнительных мероприятиях по рекультивации, скорее всего, не нуждается, т. к. система, по-видимому, характеризуется достаточной функцией саморегуляции восстановления, иногда лишь целесообразна разработка мероприятий по интенсификации процессов естественного зарастания.

Заключение

Сосудистые растения как структурный элемент биогеоценозов характеризуются значительным индикационно-диагностическим потенциалом для оценки и мониторинга динамики фито-

экологического состояния техногенных экотопов. На основании фитоиндикационного оценивания их соответствия выделено четыре типа техногенных экотопов: неадаптивные, узкоадаптивные, ограниченноадаптивные, широкоадаптивные.

Предложенная фитоадаптивная типизация техногенных экотопов даёт возможность упорядочивать научные представления о биоэкологическом потенциале и экологических амплитудах видов сосудистых растений и их связи с экотопами различных типов, что позволяет составить прогноз о формировании возможных локальных флор нарушенных техногенезом местообитаний и тем самым создаёт прочную основу для реального целевого конструирования и моделирования в области промышленной ботаники, в частности в фиторекультивации техногенных земель.

Важным аспектом практического применения результатов исследования естественного застарения техногенных экотопов различных типов является прогнозирование направления рекультивационных работ и обоснованный подбор ассортимента видов растений для создания устойчивых искусственных фитоценозов в условиях техногенеза.

Актуальность фитоэкологических исследований различных типов экотопов техногенных территорий носит не только локально-региональный, но и глобальный характер в связи с современной тенденцией всевозрастающей антропогенной трансформации растительного покрова в различных географических областях. Учёт пространственной неоднородности экологических условий, оценка роли этого явления и структурно-функциональных особенностей биогеоценозов в пределах техногенных ландшафтов, а также разработка и реализация приёмов их оптимизации являются важнейшими задачами, решение которых обеспечит устойчивое развитие сложных техноэкосистем.

1. *Бельгард А.Л.* Лесная растительность юго-востока УССР / Александр Люцианович Бельгард. – Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1950. – 264 с.
2. *Бельгард А.Л.* К вопросу об экологическом анализе и структуре фитоценозов в степи / А.Л. Бельгард // Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетров. ун-та, 1980. – С. 11–42.
3. *Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры / Раиса Ивановна Бурда. – Киев: Наук. думка, 1991. – 168 с.
4. *Бурда Р.И.* Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі: Монографія / Р.И. Бурда, О.А. Ігнатюк. – К.: НЦЕМБ НАН України, ЗАТ «Віпол», 2011. – 112 с.
5. *Вернадский В.И.* Биосфера / Владимир Иванович Вернадский. – М.: Мысль, 1974. – 460 с.
6. *Глухов А.З.* Современная концепция развития промышленной ботаники / А.З. Глухов, А.И. Хархота // Промышленная ботаника. – 2006. – Вып.6. – С. 3–14.
7. *Глухов О.З.* Індикаційно-діагностична роль синантропних рослин у техногенному середовищі / О.З. Глухов, С.І. Прохорова, Г.І. Хархота. – Донецьк: Вебер (Донецька філія), 2008. – 232 с.
8. *Марков В.В.* Общая геоботаника / В.В. Марков. – М.: Высш.шк., 1965. – 211 с.
9. *Масюк Н.Т.* Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных породах в местах произведённой добычи полезных ископаемых / Н.Т. Масюк // Рекультивация земель: Труды Днепропетров. СХИ. – Днепропетровск, 1974. – Т. 26. – С. 62–105.
10. *Матвеев Н.М.* Оптимизация системы экоморф А.Л. Бельгарда в целях фитоиндикации экотопа и биотопа / Н.М. Матвеев // Вісник Дніпропетров. ун-ту. – 2003. – Вип. 11, т. 2. – С. 103–163.
11. *Одум Ю.* Экология: В 2-х т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.
12. *Промышленная ботаника* / [Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, В.И. Бакланов и др.]. – Киев: Наук. думка, 1980. – 260 с.
13. *Раменский Л.Г.* Введение в почвенно-геоботаническое исследование земель / Л.Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
14. *Раменский Л.Г.* О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии / Л.Г. Раменский // Сов. ботаника. – 1935. – № 4. – С. 25–42.
15. *Рева М.Л.* Рослинність деяких антропогенних форм рельєфу Донецького кряжу / М.Л. Рева, Г.І. Хархота // Інтродукція та експериментальна екологія рослин. – 1975. – Вип. 4. – С. 17–24.
16. *Рева М.Л.* Растительность техногенных земель в Донбассе / М.Л. Рева, А.И. Хархота // Растения и промышленная среда. – Свердловск: Изд-во Урал. гос. ун-та, 1978. – С. 33–43.

17. Реймерс Н.Ф. Экология. Теория, законы, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1975. – 367 с.
18. Тохтарь В.К. Сравнение локальных флор техногенных территорий Европы / В.К. Тохтарь, А.И. Хархота, А. Ростански, Р. Виттиг // Промышленная ботаника. – 2003. – Вып. 3. – С. 7–13.
19. Тохтарь В.К. Анализ флористического состава растительных группировок в техногенных экотопах юго-востока Украины / В.К. Тохтарь, А.И. Хархота // Збереження біорізноманітності на південному сході України: матер. наук. конф. (Донецьк, 14 вересня 2004 р.). – Донецьк: Лебідь, 2004. – С. 94–95.
20. Тохтарь В.К. Флори техногенних екотопів та їх розвиток: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / В.К. Тохтар. – К., 2005. – 32 с.
21. Узбек И.Х. Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэко-систем: Монография / И.Х. Узбек, А.С. Кобец, П.В. Волох и др.; под ред. И.Х. Узбека. – Днепропетровск: Пороги, 2010. – 263 с.
22. Хархота А.И. Становление и структурно-функциональные особенности растительных сообществ в техногенных экотопах / А.И. Хархота // Проблемы устойчивости биологических систем: Тез. докл. Всесоюз. шк. (Севастополь, 15 – 20 окт. 1990 г.). – Харьков, 1990. – С. 416–417.
23. Хархота А.И. Об особенностях виталитета популяций растений в техногенных экотопах / А.И. Хархота // Интродукция и акклиматизация растений. – 1993. – Вып. 20. – С. 47–51.
24. Хархота А.И. Адаптация популяций растений в техногенных экотопах / А.И. Хархота // Интродукция и акклиматизация растений. – 1996. – Вып. 26. – С. 34–37.
25. Ellis E. C. Measuring long-term ecological changes in densely populated landscapes using current and historical high resolution imagery / E. C. Ellis, H. Wang, H. Xiao, K. Peng, X. P. Liu, S. C. Li, H. Ouyang, X. Cheng, and L. Z. Yang // Remote Sensing of Environment. – 2006. – № 100 (4). – P. 457–473.
26. Ellis E. C. Long-term change in village-scale ecosystems in China using landscape and statistical methods / E. C. Ellis, S.C. Li, R. G. Yang, L. Z., & Cheng, X. // Ecological Applications. – 2000. – № 10. – P. 1057–1073.
27. Ellis E. C. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000 / E. C. Ellis, K. K. Goldewijk, S. Siebert, D. Lightman and N. Ramankutty // Global Ecology and Biogeography (Global Ecol. Biogeogr.). – 2010. – № 19. – P. 589–606.
28. Klijn F. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification / F. Klijn, & Udo De Haes, H. A. // Landscape Ecology. – 1994. – № 9. – P. 89–104.
29. Natuhara Y. Landscape evaluation for ecosystem planning / Y. Natuhara // Landscape Ecol Eng. – 2006. – P. 3–11.
30. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms / A.G. Tansley // Ecology. – 1935. – № 16. – P. 284–307.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 05.09.2012

УДК 581.9:581.52

ФИТОАДАПТИВНАЯ ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ

А.З. Глухов, А.И. Хархота, С.И. Прохорова, И.В. Агурова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Определены концептуальные положения и предложена обобщенная блок-схема фитоадаптивной типизации техногенных экотопов; выделено четыре типа техногенных экотопов по фитоэкологическому соответствию: неадаптивные, узкоадаптивные, ограниченноадаптивные, широкоадаптивные; приведена их краткая характеристика.

UDC 581.9:581.52

PHYTOADAPTIVE TYPIZATION OF TECHNOGENIC ECOTOPES

A.Z. Glukhov, A.I. Kharkhota, S.I. Prokhorova, I.V. Agurova

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

Conceptual issues are defined and a generalized block diagram of the phytoadaptive typization of technogenic ecotopes is suggested; four types of technogenic ecotopes are determined in relation to their phytoecological suitability: non-adaptive, narrow-adaptive, limited-adaptive, broad-adaptive ones; their brief description is given.