

**В.К. Тохтарь, А.И. Хархота**

## **ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ФЛОР ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ**

флора, динамика, структура, техногенные экотопы

Донбасс является одним из самых экологически неблагоприятных регионов Европы. На территории всего лишь 1/20 части Украины работает более 800 крупных предприятий. В настоящее время здесь наиболее развиты черная и цветная металлургия, тяжелое машиностроение, химическая промышленность, добыча угля, каменной соли, ртути, гипса, мергеля, мела, песка, доломитов, ценных глин, легкая и пищевая промышленность и энергетика. Промышленное производство приводит к возникновению большого количества разнообразных техногенных территорий, в пределах которых формируется своеобразная флора и растительность.

Одной из наиболее актуальных задач общества и науки в настоящее время становится «спрямування еволюції життя планети по шляху ноогенезу (антропогенезу), тобто розумного управління розвитком біосфери і людства» [6]. Основным приоритетом в этой проблеме является управление эволюцией биосферы при ее переходе в стадию ноосферы. Очевидно, что для достижения этих целей необходимо детальное изучение процессов формирования антропогенно трансформированных систем биоты, а в случае познания флоры – установление закономерностей ее флорогенеза.

В этом отношении изучение развития растительного покрова во времени в пределах техногенных территорий является наиболее важным с точки зрения выявления закономерностей флорогенеза в данных условиях, что необходимо для прогноза и экспертной оценки флористической ситуации, складывающейся при строительстве и функционировании техногенных объектов.

Такая научная цель является очень сложной из-за комплексного характера объекта исследования, недостатка данных, связанных с состоянием флоры в прошлом и невозможности полной реконструкции ее облика. До настоящего времени закономерности формирования растительного покрова во времени были детально изучены лишь на отвалах угольных шахт в силу возможности выявления терриконников различного возраста [5, 7, 8-11]. Здесь были всесторонне изучены, главным образом, особенности автогенных сукцессионных преобразований растительного покрова. Исследование же временной динамики флор промышленных площадок предприятий, карьеров, железнодорожных станций, породных отвалов горнодобывающей промышленности, исключая угольную, до настоящего времени остается малоисследованной научной проблемой. Отдельные вопросы флорогенеза в искусственных экотопах, созданных человеком, изучались ранее [7, 8, 10, 11], однако комплексного анализа проблемы до сих пор проведено не было.

Классические ботанические исследования, проводившиеся на юго-востоке Украины, не затрагивали нарушенные техногенезом территории. Только начиная с момента основания Донецкого ботанического сада НАН Украины в 1964 г. появились первые результаты исследований техногенных территорий. В связи с тем, что флора техногенных территорий исследовалась ранее, опубликовано большое количество данных, сохранились гербарные сборы с техногенных экотопов, нам представилась возможность проанализировать закономерности временной динамики данных флор с использованием современных методов исследования.

Целью нашего исследования было выявление особенностей формирования и временной динамики флор различных техногенных территорий на юго-востоке Украины.

Для достижения этой цели нами была проведена оценка разновременных состояний флор техногенных территорий с 1965 г. по настоящее время. Нами использовались данные многоазовых ботанических исследований, гербарные материалы Донецкого ботанического сада НАН Украины (DNZ), опубликованные работы [1, 3, 5, 7, 8]. Объектами анализа были предковые состояния локальных флор и производных от них флор техногенных территорий, сформировавшихся на их фоне в результате строительства промышленных предприятий. Для анализа были включены следующие объекты: 1. «Донецкая» локальная флора; 2. «Никитовская» локальная флора; 3. «Старобешевская» локальная флора; 4. «Зуевская» локальная флора; 5. «Луганская» локальная флора; 6. «Славянская» локальная флора; 7. Донецкая обл., г. Донецк, терриконники; 8. Донецкая обл., г. Докучаевск, пгт. Новотроицкое, флюсово-доломитные отвалы, предковое состояние флоры (псф); 9. Там же, современное состояние флоры (ссф); 10. Донецкая обл., Никитовка, отвалы разработок по добыче ртути, (псф); 11. Там же, (ссф); 12. Донецкая область, Старобешевский р-н, пгт. Комсомольское, недействующий карьер по добыче известняка; 13. Там же, действующий карьер «Северный»; 14. Донецкая обл., г. Зуевка, территория ЗуГРЭС-2, (псф); 15. Донецкая обл., г. Зуевка, золоотвал Зуевской ГРЭС; 16. Донецкая обл., г. Зуевка, территория ЗуГРЭС-2, (ссф); 17. Донецкая обл., Старобешевский р-н, пгт. Старобешево, действующий золоотвал Старобешевской ГРЭС, (ссф); 18. Донецкая обл., Старобешевский р-н, пгт. Старобешево, недействующий золоотвал Старобешевской ГРЭС, (ссф); 19. Донецкая обл., Старобешевский р-н, пгт. Старобешево, территория Старобешевской ГРЭС, (ссф); 20. Луганская обл., г. Счастье, рекультивированный золоотвал Счастьинской ГРЭС, (ссф); 21. Луганская обл., г. Счастье, действующий золоотвал Счастьинской ГРЭС, (ссф); 22. Луганская обл., г. Счастье, недействующий золоотвал Счастьинской ГРЭС, (ссф); 23. Донецкая обл., г. Харцызск, территория Харцызского трубного завода, (псф); 24. Донецкая обл., г. Харцызск, территория Харцызского трубного завода, (ссф); 25. Донецкая обл., г. Славянск, территория керамического комбината, (псф); 26. Донецкая обл., г. Славянск, территория керамического комбината, (ссф); 27. Донецкая обл., г. Донецк, железнодорожная станция, (псф); 28. Донецкая обл., г. Донецк, железнодорожная станция, (ссф); 29. Донецкая обл., г. Дружковка, территория фарфорового завода, (псф); 30. Донецкая обл., г. Дружковка, территория фарфорового завода, (ссф); 31. Донецкая обл., г. Донецк, территория металлургического завода, (псф); 32. Донецкая обл., г. Донецк, территория металлургического завода, (ссф); 33. Донецкая обл., г. Донецк, территория завода камнелитых изделий «Магма», (псф); 34. Донецкая обл., г. Донецк, территория завода камнелитых изделий «Магма», (ссф); 35. Донецкая обл., г. Макеевка, территория Ясиновского коксохимического завода, (псф); 36. Донецкая обл., г. Макеевка, территория Ясиновского коксохимического завода, (ссф); 37. Донецкая обл., г. Авдеевка, территория коксохимического завода, (псф); 38. Донецкая обл., г. Авдеевка, территория коксохимического завода, (ссф); 39. Луганская обл., г. Северодонецк, территория химического комбината СПО «Азот», (псф); 40. Луганская обл., г. Северодонецк, территория химического комбината СПО «Азот», (ссф). Эти объекты были выбраны нами для изучения, поскольку мы имели возможность для сравнения данных по разновременным состояниям флор. Кроме того, большинство из них формировались в течении приблизительно равного промежутка времени, так как они были созданы в результате антропогенной деятельности в момент интенсивного освоения промышленностью Донецкого бассейна.

Наряду с традиционными сравнительными таксономическими и типологическими анализами флор, степень сходства и различия между их разновременными состояниями оценивалась с помощью методов многомерной статистики, в частности факторного анализа и анализа соответствий. Первый позволяет выделить оси максимального варьирования корреля-

ционных матриц флористических данных на основе коэффициентов сходства Жаккара, а также определить степень вклада изучаемых флор в эти факторы [4]. Суть этого метода состоит в расположении сравниваемых массивов данных в факторном пространстве, что позволяет визуально оценить степень их сходства и различия. Использовали традиционный подход, при котором учитывали только присутствие или отсутствие видов, считающихся равноценными во флоре [4, 9]. Оценку всех флористических списков производили на основе предварительно рассчитанной корреляционной матрицы с индивидуальными для каждой пары флор коэффициентами Жаккара.

Анализ соответствий способствует визуальной и количественной оценке структуры таблиц сопряженности признаков большой размерности на основе вычисления расстояний  $\chi$ -квадрат между категориальными данными. С помощью этого метода можно связать между собой частоты встречаемости биотипов видов в различных флорах, расположив их в факторном пространстве. Нами этот метод впервые применен для анализа структур флор.

Успешный анализ флор посредством факторного анализа может быть осуществлен при наличии разнородных контрастирующих данных. Чтобы наиболее полно выявить их различия, мы ввели в анализ гипотетические варианты степных локальных флор, существовавших в местах строительства техногенных объектов. Для воссоздания первоначального облика и видового состава таких предковых или природных анцестральных флор, на основе которых сформировались локальные флоры техногенных территорий, нами был использован следующий подход. Наряду с изученными флорами техногенных территорий были выделены и исследованы расположенные рядом с ними слабонарушенные антропогенным воздействием флоры-изоляты. Очевидно, что в них сохранились основные черты флоры, на основе которой сформировались флорнеокомплексы техногенных экотопов. Здесь произрастает большое количество местных видов анцестральных флор, которые являются адаптированными для изучаемых территорий. Присутствие адвентивных видов в таких сообществах крайне незначительно. Виды флор-изолятов избирательно вносились нами в список анцестральных флор. Кроме того, нами учитывалось общее распространение и встречаемость видов в различных условиях на основании наших предыдущих исследований и экспедиционных выездов, гербарных материалов DNZ, флористического районирования юго-востока Украины, литературных данных, касающихся генезиса флоры юго-востока Украины в историческом аспекте [1, 2, 3] и анализа флористических списков близлежащих заповедных территорий. Виды, распространенные в регионе повсеместно, часто и с высокой частотой встречающиеся в регионе, также вносились в эти списки. Преимущества при этом получали степные и лесостепные виды, наиболее характерные для растительного покрова конкретного района. Вместе с этим учитывались данные по соответствующим парциальным флорам, выделенным Р.И. Бурдой [1] ранее в зависимости от условий, в которых формировалась флора: типа местности, рельефа, степени влагообеспеченности местообитаний. В большинстве случаев мы имели дело с равнинно-водораздельными и овражно-балочными парциальными флорами различных флористических районов.

Формирование флоры зависит от флористической ситуации в конкретном экотопе. Поэтому первоначальной основой для воссоздания вероятностного обобщенного облика природной локальной флоры были материалы, полученные при изучении антропогенно изолированных в современных условиях естественных флор-изолятов конкретных местообитаний. Несмотря на то, что исследованные нами флоры относятся к различным флористическим районам и подрайонам, в них присутствует большое количество одинаковых видов. Это объясняется тем, что ботанико-географическое деление осуществляется на основании поиска различий в видовых составах эндемичных и специфичных, дифференцирующих и кодифицирующих видов, которые обычно встречаются лишь локально. В нашу же задачу,

наоборот, входил поиск некоего обобщающего облика предковых степных локальных флор до момента интенсивного антропогенного воздействия, связанного со строительством и производственной деятельностью предприятий. Воссоздание точного облика предковых флор является делом сложным и часто невозможным. Однако, с точки зрения статистического анализа, наличие любой достоверной, хотя и имеющей вероятностный характер, совокупности данных по присутствию видов во флоре является именно той отправной точкой, необходимой для сравнения разнородных контрастирующих данных. Конечно, восстановленный обобщающий облик анцестральной флоры не претендует на точность и полную достоверность, но отражает общую региональную тенденцию растительного покрова степей, который господствовал в недалеком прошлом на территории юго-востока Украины, и позволяет выявить тенденции формирования растительного покрова при его антропогенной трансформации. Вероятностный характер таких анцестральных флор не препятствует, а лишь способствует выявлению общих закономерностей генезиса флор, поскольку сравниваемые флоры обладают совершенно разными чертами и именно поэтому могут быть дифференцированы в многомерном пространстве с помощью статистического анализа.

Флористическая ситуация в конкретных местообитаниях может существенно отличаться от общей тенденции в формировании флоры более крупного хориона. Поэтому для анализа мы воссоздали обобщенный облик нескольких локальных предковых флор для сравнения их с антропогенными производными в различных местообитаниях. Это обобщенная «Донецкая» локальная анцестральная флора, которая сравнивалась с флорами техногенных территорий гг. Донецка, Макеевки, Авдеевки, Харцызска, пгт. Новотроицкое [2]. Выделенная нами «Старобешевская» предковая флора относится к степным вариантам флор и расположена на границе Донецко-Донского и Приазовского гранитного округов. Нами обследовалась флора территорий, не подвергшихся существенному антропогенному нарушению. Некоторые из них хотя и не имеют статус заповедных, вполне могут быть к ним отнесены. Эта флора сравнивалась нами с флорой, формирующейся в условиях Старобешевской ГРЭС, в пределах карьеров по добыче известняка в пгт. Комсомольское Донецкой обл. «Зуевская» флора-изолят была выявлена детально, поскольку мы располагали данными ботанической оценки в 1972 г. территории, отведенной под строительство Зуевской ГРЭС-2. Флора здесь формируется в пределах Верхне-Миусского флористического подрайона, который является наиболее высоким участком Донецкого кряжа. «Никитовская» локальная флора анализировалась нами для сравнения флоры, сформированной на отвалах ртутных разработок Никитовского рудоуправления (г. Горловка, Донецкая обл.), с остальными флорами. «Луганская» флора, сформированная в условиях долины р. Северский Донец (Луганский флористический подрайон), относится к Донецко-Донскому округу [3] и имеет в своем составе специфичные виды. Здесь нами исследовались флоры промышленной площадки Северодонецкого химкомбината и золоотвалы Счастынской ГРЭС (Луганская обл.). «Славянско-Дружковская» анцестральная локальная флора (Торецкий флористический подрайон по О.Н. Дубовик) [2] хотя и относится к варианту степной флоры, все же, имеет некоторые отличия. Они определяются особенностями формирования растительного покрова в условиях поймы р. Казеный Торец, а также наличием здесь засоленных местообитаний, близостью меловых и известняковых обнажений и, вследствие этого, своеобразным видовым составом растений. Флора поймы р. Казеный Торец достаточно полно представлена в заказнике «Клебан Бык». В то же самое время необходимо отметить близость всех изученных нами предковых природных флор различных флористических районов и подрайонов между собой, поскольку доминирующую роль в их формировании играли широкораспространенные виды типчаково-ковыльных степей и характерные для равнинно-водораздельных и овражно-балочных парциальных флор.

Необходимо отметить, что видовой состав всех изученных нами локальных флор техногенных объектов почти за 40-летний период развития достаточно существенно увеличился. Причем увеличилось также количество родов и семейств, что свидетельствует об общем повышении биоразнообразия флор. Соотношение видов, родов и семейств в локальных флорах техногенных экотопов, находящихся на разных этапах развития, позволяет судить о темпах и направлениях таких изменений. В большинстве случаев такие соотношения в различных флорах были близки для таксономических единиц различного уровня, что может быть опосредованным показателем равномерности развития флор на разных уровнях. Исходя из этих данных, можно отметить, что достаточно высокой была скорость изменения флоры известняковых карьеров пгт. Комсомольское (отношения для видов, родов и семейств за разные годы соответственно 2,8; 2,5; 2,7). Наиболее изменившейся флорой за исследуемый период времени была флора железнодорожной станции «Донецк» (соответствующие отношения были 6,8; 5,8; 3,8), что очевидно объясняется заносом большого количества видов по железным дорогам. К наименее изменившимся по таксономической структуре флорам относятся флоры золоотвалов Старобешевской ГРЭС (0,47; 0,49; 0,43) и Авдеевского коксохимического завода (0,75; 0,8; 0,96).

Ведущий техногенный фактор способствует вычленению экологически своеобразных флор, адаптированных к крайне разнообразным экстремальным условиям их развития. Это позволяет говорить об обособлении отдельной группы техногенно-парциальных флор среди парциальных флор юго-востока Украины. Все они формируются благодаря тому, что виды находят экологическое соответствие своим биоэкологическим и адаптивным потенциалам в конкретных техногенно трансформированных условиях развития.

Анализ флористических данных с помощью факторного анализа позволил нам дифференцировать все изученные флоры в многомерном пространстве и визуализировать значительный объем статистических данных, основанных на 1599-ти коэффициентах сходства Жаккара между изученными флорами (рис. 1 – 2). При статистическом анализе были выделены три фактора, объясняющие около 70 % варьирования флористических данных, а также основные нагрузки, вносимые флорами в эти факторы (табл.). Анализ значений, вносимых флорами в выделенные факторы, свидетельствует о том, что первый фактор связан с преобладанием техногенной нагрузки во флорах. Второй фактор может быть идентифицирован как «фактор анцестральных флор», поскольку значительные нагрузки вносят в него именно они (флоры №№ 1-3, 5-6). Учитывая то, что значимые нагрузки в формирование третьего фактора вносят лишь флоры золоотвалов (флоры № 17, № 22), он может быть назван «фактором первичных техногенных экотопов».

Изучение диаграммы разброса статистических данных на рисунке 1 позволяет нам сделать интересные выводы о структуре изученных флор, степени их взаимосвязи и особенностях динамики флор за изученный нами временной период. Из рисунка 1 видно, что все данные четко разбиты на четыре основные группы. В первую группу входят плотно расположившиеся анцестральные природные флоры, что свидетельствует об их значительном сходстве. Во второй группе объединились флоры карьеров и отвалов. Золоотвалы формируют третью, четко обособленную группу, а остальные, в основном флоры промышленных площадок предприятий, – четвертую группу. Таким образом, расположение всей совокупности флористических данных в факторном пространстве свидетельствует о существовании четких различий между изученными флорами, которые определяются их специфичностью и могут быть отнесены к флорам, отличающимся по степени их антропогенной трансформированности.

Визуализация данных позволяет нам также сделать определенные выводы об особенностях динамики развития флор в различных экотопах. Анцестральные природные флоры наиболее отличаются от остальных и больше всего связаны между собой, поскольку точки на диаграмме

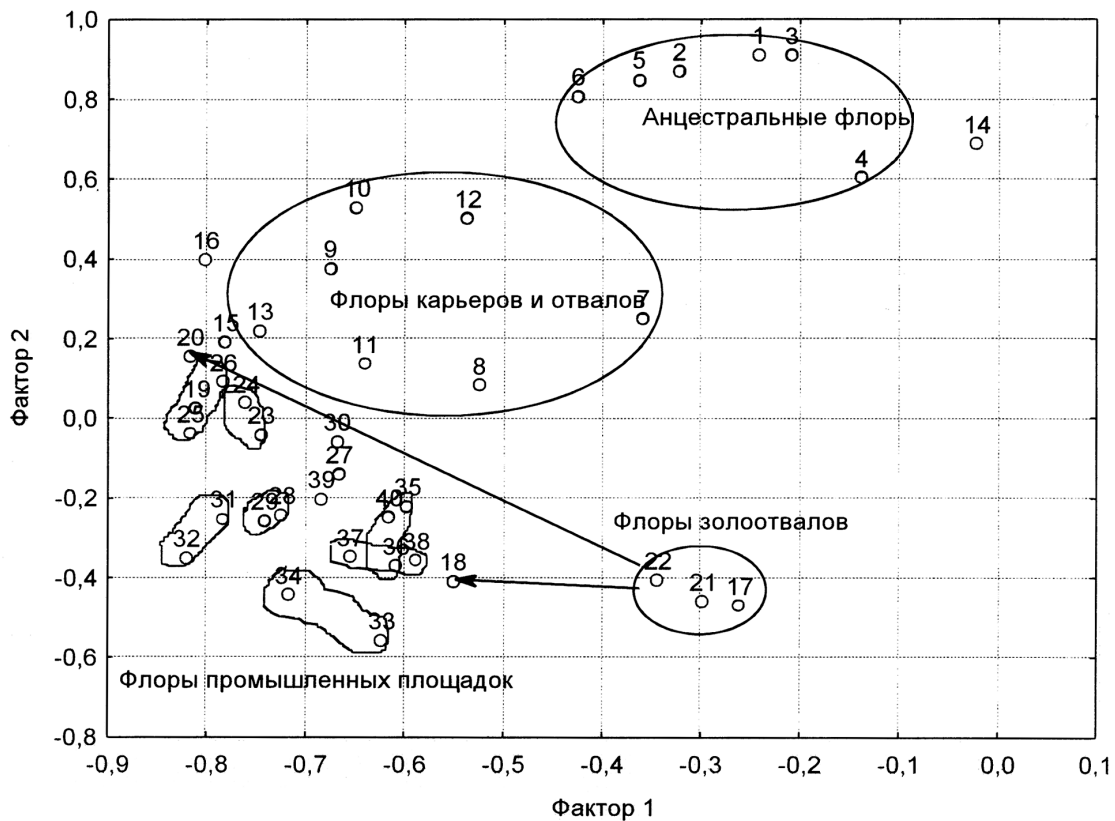


Рис. 1. Взаиморасположение изученных флор в факторном пространстве:  
1-40 - номера флор согласно тексту

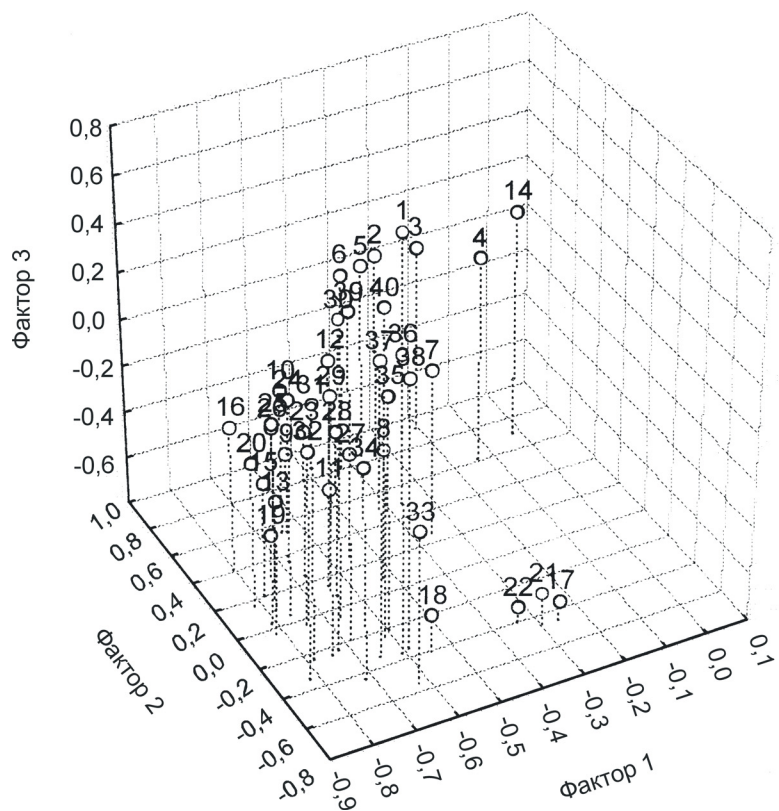


Рис. 2. Взаиморасположение флор в факторном пространстве:  
1-40 - номера флор согласно тексту

Таблица. Значения факторных нагрузок для флор техногенных территорий юго-востока Украины

Флоры	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
1	-0,24181	<b>0,910687</b>	0,094876
2	-0,32290	<b>0,869186</b>	0,054371
3	-0,20881	<b>0,909578</b>	0,010263
4	-0,13875	0,604305	0,089469
5	-0,36395	<b>0,848767</b>	0,038823
6	-0,42533	<b>0,808440</b>	0,055497
7	-0,35907	0,252124	-0,081698
8	-0,52481	0,082903	-0,233231
9	-0,67647	0,376565	-0,341617
10	-0,65002	0,528585	-0,169873
11	-0,64132	0,136986	-0,370107
12	-0,53747	0,501554	-0,082244
13	<b>-0,74755</b>	0,221236	-0,419713
14	-0,02255	0,689171	0,186958
15	<b>-0,78201</b>	0,191374	-0,298068
16	<b>-0,80236</b>	0,397996	-0,168950
17	-0,26125	-0,468164	<b>-0,706912</b>
18	-0,55138	-0,408556	-0,639946
19	<b>-0,81109</b>	0,024572	-0,408363
20	<b>-0,81769</b>	0,155226	-0,174942
21	-0,29830	-0,458016	-0,661176
22	-0,34416	-0,405041	<b>-0,728752</b>
23	<b>-0,74556</b>	-0,040519	0,034000
24	<b>-0,76124</b>	0,037603	0,128933
25	<b>-0,81673</b>	-0,037414	0,104568
26	<b>-0,78421</b>	0,091960	-0,009207
27	-0,66696	-0,139855	-0,046090
28	<b>-0,72451</b>	-0,241425	0,137861
29	<b>-0,74192</b>	-0,256271	0,302431
30	-0,66901	-0,058118	0,462621
31	<b>-0,78366</b>	-0,250196	0,284590
32	<b>-0,82104</b>	-0,349587	0,174088
33	-0,62357	-0,555856	-0,149379
34	<b>-0,71778</b>	-0,442667	0,104033
35	-0,59758	-0,220254	0,204677
36	-0,60956	-0,369745	0,466383
37	-0,65578	-0,348355	0,450836
38	-0,58885	-0,356488	0,352005
39	-0,68487	-0,201259	0,579813
40	-0,61607	-0,247521	0,586368

разброса расположены компактно. Наименее антропогенно трансформированными и близко расположенными к предковым флорам являются флоры карьерно-отвалных территорий. Динамика флор, которую мы можем анализировать на основании расстояний между их разновозрастными состояниями, диффузна. Флористические точки разбросаны довольно широко, что свидетельствует об интенсивности сукцессионных процессов, направленных на формирование своеобразных техногенно-парциальных флор, по своему составу и структуре близких к анцестральным флорам. Флоры промышленных площадок предприятий занимают промежуточное положение между слабо трансформированными флорами карьерно-отвального типа и флорами первичных техногенных экотопов золоотвалов. Флоры промышленных площадок характеризуются широким спектром экологических условий и поэтому, располагаясь достаточно компактно, они занимают большую зону на диаграмме разброса. Часть их очень близка к флорам карьерно-отвалных территорий, а часть к наиболее трансформированным флорам золоотвалов. Анализ разновременных состояний флор свидетельствует о том, что формирование флор в таких экотопах происходит при значительном влиянии антропогенных факторов, детерминирующих динамику их развития. Именно поэтому разброс между этими разновременными состояниями флор незначителен. Это, очевидно, объясняется небольшими изменениями флористического состава во времени, наличием здесь более жестких антропогенных условий для произрастания видов, детерминирующих динамику флор. Очевидно, что в таких условиях произрастают виды, биоэкологические особенности которых наиболее им соответствуют. Интересно, что одни из наиболее антропогенно трансформированных флор территорий коксохимических заводов расположены очень компактно, практически рядом. В этой же части факторного пространства находятся разновременные состояния флоры химического предприятия СПО «Азот». Незначительно изменились и остальные флоры промышленных предприятий юго-востока Украины: Донецкого металлургического завода, Донецкого завода камнелитых изделий «Магма», Славянского керамического комбината, Харцызского трубного завода, Дружковского фарфорового завода. Значительно отличаются временные состояния флор Зуевской ГРЭС-2.

Из-за отсутствия исторических данных для растительного покрова золоотвалов нами были изучены флоры, формирующиеся на действующих, заброшенных и рекультивированных золоотвалах разного возраста (5, 10, 20 и 30 лет). В силу наличия здесь токсичных субстратов динамика флор незначительна. Здесь отмечено большое количество общих видов, которые встречаются в этих местообитаниях на протяжении длительного периода времени. В то же время рекультивированный золоотвал Счастынской ГРЭС отклонился от собственно флор золоотвалов в сторону флор коксохимической и химической промышленности (см. рис. 1, 2), а флора небольшого золоотвала Зуевской ГРЭС-2, который функционирует около пяти лет, вообще значительно отличается от остальных, очевидно в силу своих размеров, начального этапа развития и наличия вблизи берегов глинистых и песчаных пород, смешивающихся с золой и уменьшающих антропогенный фактор при развитии растительного покрова в этих условиях.

Исходя из анализа полученной диаграммы разброса статистических данных в факторном пространстве, нельзя сделать четкий вывод о направленности флорогенетических изменений. Можно только констатировать факт разнонаправленности этих процессов в различных флорах. Чтобы проанализировать динамику флор различных техногенных объектов, необходим традиционный анализ их систематической и типологической структур. Во всех изученных флорах преобладали представители семейств *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Chenopodiaceae*. Лишь на железнодорожной станции «Донецк» и на территории Ясиновского коксохимического завода первоначально господствовали представители однодольных. Систематическая структура изученных техногенно-парциальных флор региона в целом имеет



зональный отпечаток. Однако семейства *Scrophulariaceae*, *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Boraginaceae*, *Apiaceae* занимают в спектрах семейств последние позиции или вообще отсутствуют. В то же время семейства *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae* занимают значительно более высокое положение в этих флорах. Динамика систематической структуры флор техногенных территорий проявляется в обогащении спектров семейств и родов. Наименьшим изменениям систематической структуры подвержены наименее антропогенно трансформированные флоры, которые постепенно стабилизируют свои таксономические спектры. Наиболее интенсивная динамика изменений в систематической структуре флор отмечена во флорах карьерно-отвальных территорий, развивающихся по типу автогенных сукцессий и приближающихся с течением времени к спектрам, характерным для флоры юго-востока Украины. Наибольшей специфичностью и консервативностью динамичных процессов формирования флор отличаются золоотвалы. В процессе развития наиболее трансформированных флор территорий коксохимических, химических, металлургических комбинатов, золоотвалов на первые места с течением времени выходят виды родов *Artemisia* L., *Atriplex* L., *Gypsophila* L., *Amaranthus* L., *Lactuca* L., *Echinochloa* L., *Hieracium* L., *Chenopodium* L., *Kochia* Roth., *Setaria* Beauv., *Poa* L., *Achillea* L. В то же время изменения родовых спектров этих флор с течением времени отличаются между собой, поскольку условия формирования флор на металлургических заводах, золоотвалах и коксохимических предприятиях существенно отличаются. Например, виды родов *Chenopodium*, *Kochia*, *Cirsium* Mill. успешно произрастают на территориях металлургических заводов, но намного хуже они проникают на территории коксохимических комбинатов, где в родовых спектрах господствуют представители родов *Lactuca*, *Rumex* L., *Poa*.

Типологический анализ исследованных флор свидетельствует об изменении соотношений биотипов при динамичном их развитии. Такие изменения легче проанализировать, рассматривая их процентные соотношения. В целом можно говорить о том, что во флорах карьерно-отвального типа с течением времени увеличивается или остается на прежнем уровне количество видов древесных растений, травянистых поликарпиков, полукустарников и двулетников, уменьшается количество однолетних видов. Эти процессы отражают автогенно-сукцессионную динамику растительного покрова в этих экотопах. На заброшенных и действующих золоотвалах Старобешевской и Счастынской ГРЭС количество деревьев незначительно. В процентном отношении оно не изменяется с течением времени в силу, очевидно, эдафических условий, хотя также как и во флорах карьерно-отвального класса увеличивается количество травянистых поликарпиков и уменьшается представительство однолетников. Количество видов деревьев несколько увеличивается лишь на рекультивированном золоотвале. Поэтому динамика развития флор золоотвалов идет здесь по отличному от автогенно-сукцессионного типа карьерно-отвальных флор. Целенаправленное антропогенное вмешательство в естественное формирование техногенно-парциальных флор, осуществляемое во время фиторекультивации, способствует ускорению темпов и изменению направленности флорогенеза.

Увеличение количества видов деревьев, кустарников, полукустарников и монокарпиков характерно для флорогенетических изменений на территориях промышленных площадок большинства предприятий. При этом процентное количество однолетников почти не изменяется во времени и в большинстве случаев остается почти неизменным. С течением времени они продолжают играть важную роль в формировании этих флор в отличии от карьерно-отвальных флор. Подобные особенности отмечены и при развитии флоры на железнодорожной станции «Донецк». Однако здесь в силу заноса адвентивных видов количество видов однолетников несколько увеличивается. По типам надземных побегов во всех флорах преобладали безрозеточные и полурозеточные биотипы, их соотношения изменялись во времени незначительно. По типам подземных побегов в группе карьерно-отвальных флор увеличивается

процентное присутствие каудексовых, коротко- и длиннокорневищных биотипов и уменьшается число растений без подземных побегов. Лишь на действующем известковом карьере «Северный» (Донецкая обл., пгт. Комсомольское) количество растений без подземных побегов больше, чем на подобном недействующем карьере. Все эти результаты подтверждают автогенно-сукцессионную динамику в этих экотопах. На золотвалах количество каудексовых видов с течением времени уменьшается. Количество длиннокорневищных видов на Старобешевских золоотвалах увеличивается, а на Счастыинском – уменьшается, соотношения короткокорневищных биотипов близки, а видов без подземных побегов на Счастыинском золоовале значительно больше. Различия в структуре биотипов флор золоотвалов могут быть обусловлены некоторыми эдафическими особенностями золоотвалов. Флора Счастыинского золоотвала формируется на чистой золе, в то время как флора Старобешевских золоотвалов в некоторых местах присыпана почвами, что создает более благоприятные эдафические условия. Формирование флор промышленных предприятий приводит к увеличению присутствия в них видов каудексовых, длинно- и короткокорневищных биоморф. Лишь на Донецком заводе камнелитых изделий число каудексовых биоморф уменьшается. Количество растений без подземных побегов либо остается на почти том же уровне, либо уменьшается, а луковичные не играют существенной роли и отмечены лишь в некоторых техногенно-парциальных флорах.

Очевидно, что наиболее информативным для понимания сложных процессов динамического развития техногенно-парциальных флор может быть анализ биотипов по среде обитания, степени адвентизации растительного покрова и участия во флоре видов различных флороценофитов. Чтобы отразить комплексный характер таких изменений, данные были проанализированы с помощью методов многомерной статистики – анализа соответствий. Результаты представлены на рисунках 3–4.

В представленном анализе сравнивались между собой только техногенно-парциальные флоры без анцестральных флор, использованных для сравнения ранее. По частоте встречаемости биотипов, выделенных на основании типологического анализа в различных флорах, они расположились в факторном пространстве в зависимости от степени корреляции друг с другом. Из диаграмм видно, что большинство флор расположились в факторном пространстве между категориями «ксеромезофит» и «мезоксерофит» (рис. 3, А), хотя в основном все они занимают промежуточное положение между различными категориями биотипов. Это свидетельствует о том, что большинство видов в изученных флорах относятся к ксеромезо- и мезоксерофитам. Из рисунка 4, А видно, что происходит изменение структур флор действующего (№ 9) и самозарастающего (№ 11) золоотвалов Старобешевской ГРЭС, которые можно рассматривать как разновременные состояния одной флоры. При этом, в процессе развития флоры исчезают гидромезофиты и увеличивается доля ксеромезо- и мезоксерофитов (рис. 3, А). Подобная тенденция наблюдается и во флорах золоотвалов Счастыинской ГРЭС (№№ 14, 15, 16), где в процессе их развития также происходит ксерофитизация флор и уменьшение количества эумезофитов. В современных флорах Ясиновского коксохимзавода и Донецкого завода камнелитых изделий в процессе развития происходит увеличение видов-эумезофитов за счет уменьшения ксеромезофитов. В процессе своего развития флора территории Донецкого металлургического завода смещается в направлении от категории «эуксерофит» к категории «ксеромезофит». Наиболее обособлены в своем формировании по рассматриваемым признакам являются флоры Счастыинского недействующего и действующего золоотвалов (№№ 15, 16).

Большинство структур флор по среде жизни близки к категориям «аэропедофит». Как видно из рисунка 3, Б, узкоспециализированные псаммофитные, гигрофитные жизненные формы нехарактерны для изученных флор. Структуры техногенно-парциальных флор наименее

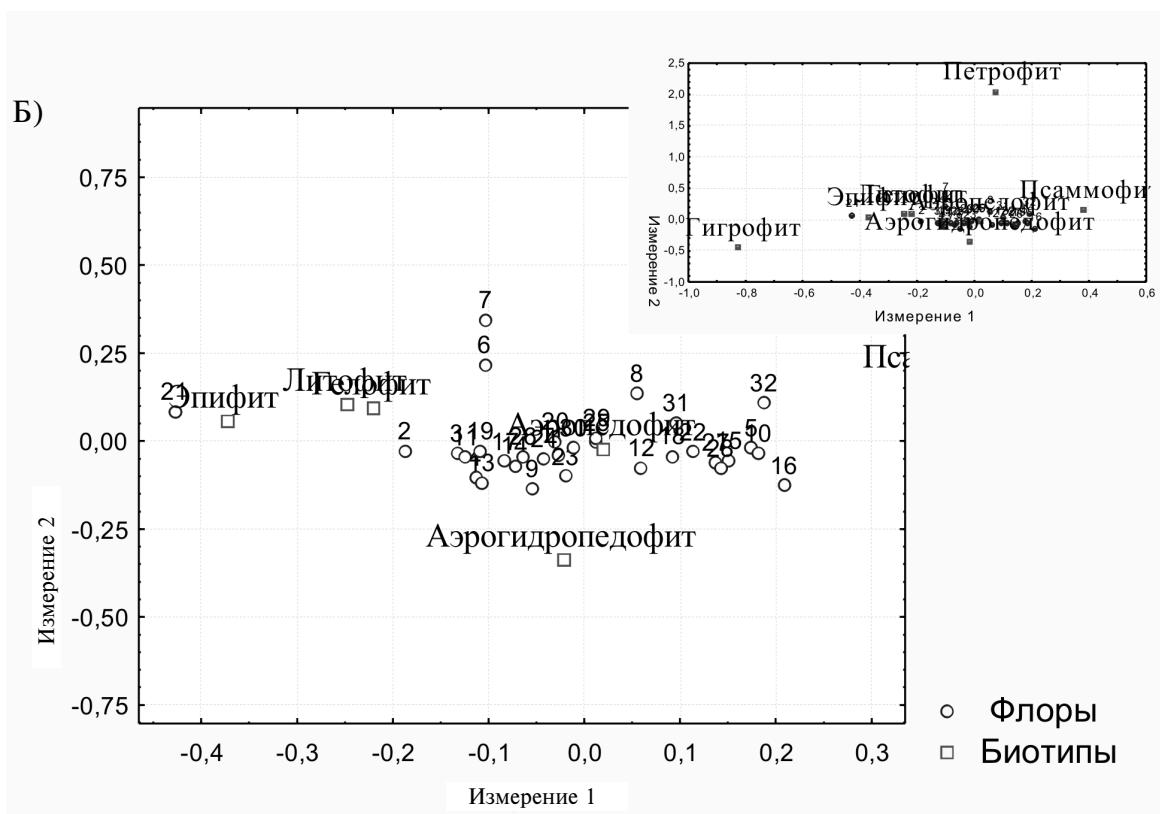
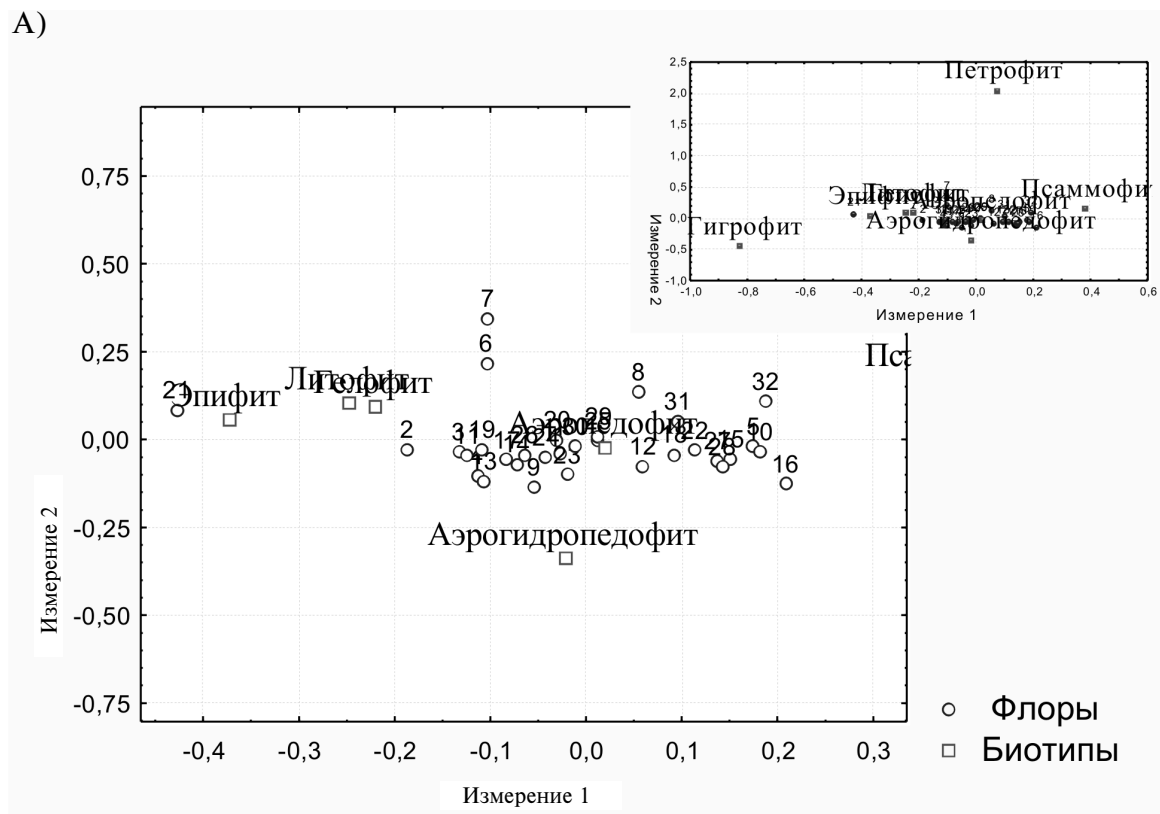


Рис. 3. Расположение флор техногенных объектов в факторном пространстве по отношению к биотипам: А) по водному режиму, Б) по среде жизни.  
1-32 - номера флор согласно текста без учета анцестральных флор

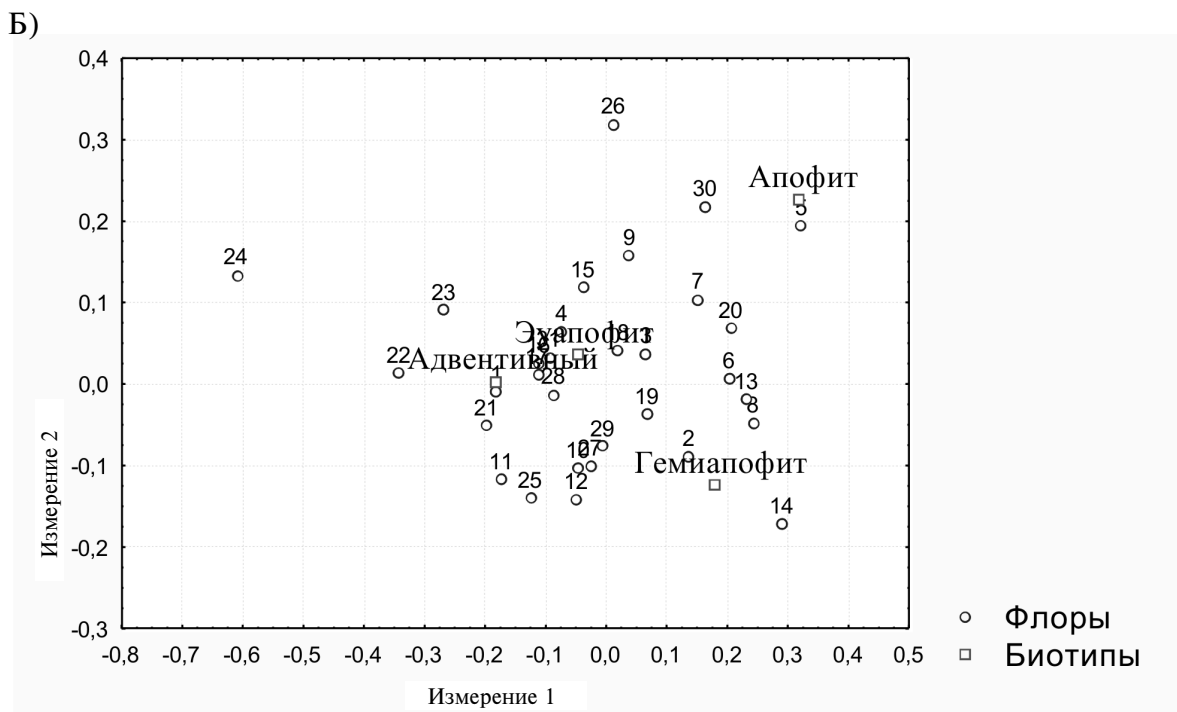
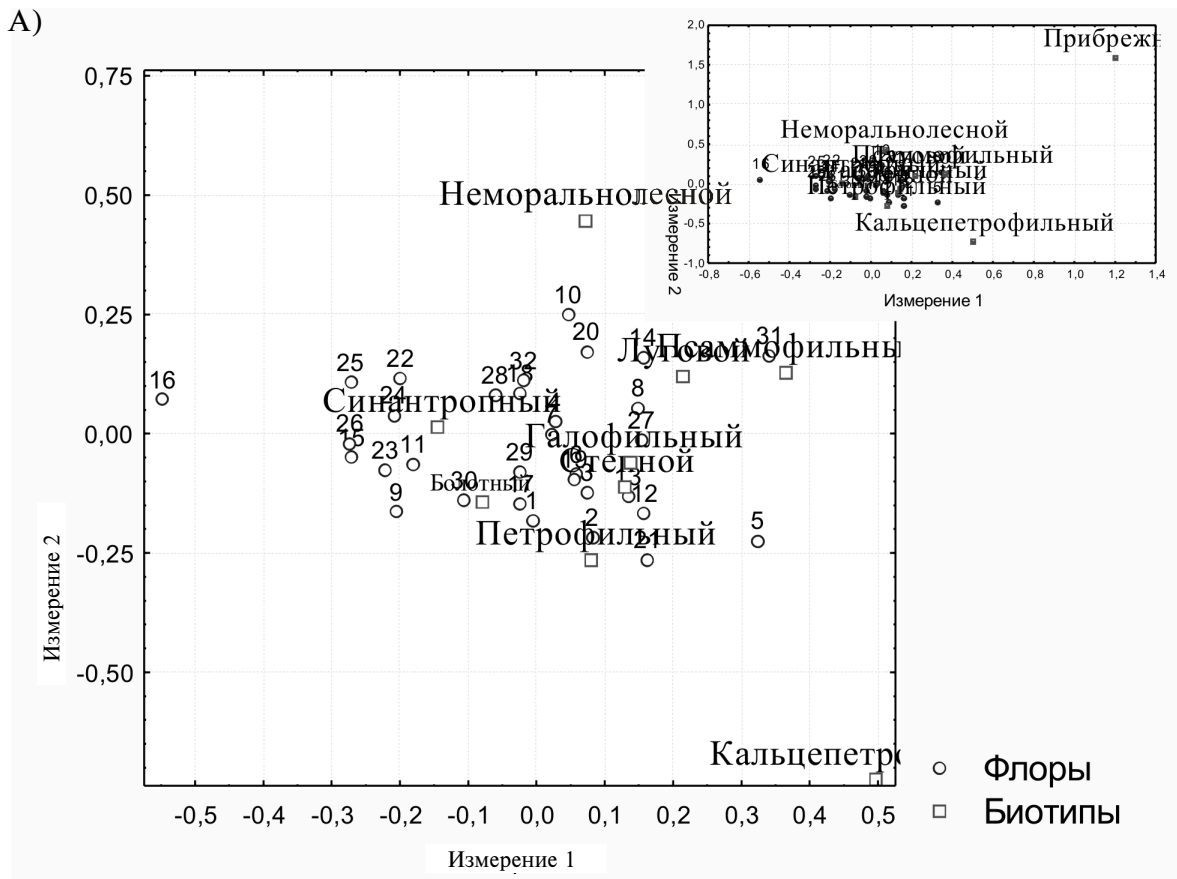


Рис. 4. Расположение флор техногенных объектов в факторном пространстве по отношению к: А) флороценотипам, Б) по степени синантропизации видов.  
1-32 – номера флор согласно текста без учета анцестральных флор

коррелируют с наличием в них петро- и гигрофитов. Таким образом, на основании полученных диаграмм мы видим, что при формировании флор в процессе их развития не происходит образования новых специфичных структур в отношении жизненных форм по среде жизни. Большинство из них константны по этим характеристикам (рис. 4, А).

По степени синантропизации техногенно-парциальные флоры могут смещаться довольно значительно от первоначального своего состояния (рис 4, Б). Значительная адвентизация отмечена для разновременных структур флор железнодорожной станции «Донецк» (№№20, 21) и современной структуры флоры Ясиновского коксохимзавода (№ 27). Структура флоры рекультивированного золоотвала Счастьинской ГРЭС (№ 14) и современного состояния флоры Новотроицких флюсово-доломитных отвалов (№ 2) в процессе своего развития обогащаются гемиапофитами. Смещение структуры флоры в сторону появления в них ряда видов, относимых нами к категории апофитов случайных, отмечено на территории Авдеевского коксохимического завода (№ 30) и на самозарастающем известковом карьере в пгт. Комсомольское (№ 5) (рис. 4, Б).

Таким образом, в результате сравнительного изучения различных временных состояний флор техногенных территорий юго-востока Украины нами были выявлены некоторые закономерности их формирования. Методами многомерной статистики нами установлено, что формирующиеся в результате техногенного воздействия флоры имеют значительные различия и выделяются в отдельные группы: анцестральные флоры, флоры карьерно-отвальных территорий, флоры золоотвалов и флоры промышленных площадок. Наиболее динамичными являются флоры карьерно-отвальных территорий, которые развиваются по автогенно-сукцессионному типу. В сравнении с ними флоры золоотвалов и промышленных площадок более жестко детерминируются антропогенными условиями и изменяются не такими быстрыми темпами. Подобные тенденции отмечены нами и при анализе систематической и типологической структур флор. Вместе с тем развитие флор внутри этих групп происходит в разных направлениях и очевидно является результирующей многофакторного взаимодействия антропогенных и природных факторов. Наибольшая динамичность и изменчивость структуры техногенно-парциальных флор в процессе их развития наблюдается по отношению к степени участия в них адвентивных видов, видов-эуапофитов, гемиапофитов и апофитов случайных. Наименьшая динамичность и изменчивость структур флор отмечена в экологических спектрах по отношению видов к среде жизни.

1. *Бурда Р.И.* Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991.- 169 с.
2. *Дубовик О.Н.* Матеріали до флористичного районування Донецького Лісостепу // Укр. ботан. журн. – 1970.– 27, № 3. – С.279–283.
3. *Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Остапко В.М.* Конспект флоры юго-востока Украины: сосудистые растения. – Киев: Наук. думка, 1985. – 272 с.
4. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 224 с.
5. *Рева М.Л., Хархота А.И., Дмитренко П.П.* Растительность техногенных земель в Донбассе // Растения и промышленная среда. – Свердловск: Изд-во Уральского гос. ун-та, 1978. – С. 33-43.
6. *Ситник К.М.* Інвайронментальна криза: оцінки, розвиток, можливі наслідки // Укр. ботан. журн. – 1994. – 51, № 6. – С. 5–16.
7. *Тохтарь В.К.* Биологическое разнообразие техногенных экотопов // Матер. I Міжнар. наук. конф. „Відновлення антропогенних екотопів” (м. Донецьк, 24-27 вересня 2002 р.). – Донецьк: Б. в., 2002. – С. 408–409.
8. *Хархота А.И.* Флора техногенных экотопов // Проблемы изучения синантропной флоры СССР (Матер. совещ. 1-3 февр. 1989 г.) – М.: Наука, 1989. – С. 19–21.
9. *Чибрик Т.С., Елькин Ю.А.* Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях. – Свердловск: Изд-во Уральск. ун-та. – 1991. – 220 с.
10. *Tokhtar, V.K.* Florogenesis in man-made ecotopes. Proceedings of the XI International Symposium on Bioindicators (Russia, Syctyvkar, September 2001). – Syctyvkar: S. 1., 2001. – P. 373.

11. *Tokhtar V. K.* Plant cover differentiation in technogenous ecotopes / V International Conference on Anthropization and Environment of Rural Settlements. Flora and Vegetation (Ukraine, Uzhgorod & Kostryno, May, 2002 y.) – Kyiv: Phytosociocentre. – 2002. – P. 90 - 91.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 14.07.2004

УДК 581.9:581.52 (477.62)

#### ДИНАМИКА ФЛОР ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

В.К.Тохтарь, А.И. Хархота

Донецкий ботанический сад НАН Украины

В результате сравнительного изучения неофлор различных техногенных территорий юго-востока Украины нами были выявлены некоторые закономерности их формирования за 40-летний период. Методами многомерной статистики нами установлено, что формирующиеся в результате техногенного воздействия флоры имеют значительные различия и выделяются в отдельные группы: флоры карьерно-отвального типа, флоры золоотвалов и флоры промышленных площадок. Наиболее динамичными являются флоры карьерно-отвального класса, которые развиваются по автогенно-сукцессионному типу. В сравнении с ними флоры золоотвалов и промышленных площадок более жестко детерминируются антропогенными условиями и изменяются не такими быстрыми темпами. Подобные тенденции отмечены нами и при анализе систематической и типологической структур флор. Вместе с тем развитие флор внутри этих классов происходит в разных направлениях и очевидно является результирующей многофакторного взаимодействия антропогенных и природных факторов. Наибольшая динамичность и изменчивость структуры флор в процессе их развития наблюдается по отношению к степени участия в них адвентивных видов, видов-эуапофитов, гемиапофитов и апофитов случайных. Наименьшая динамичность и изменчивость флор отмечена по отношению к структуре флоры по среде жизни.

UDC 581.9: 581.52 (477.62)

#### DYNAMICS OF TECHNOGENOUS TERRITORIES FLORAE OF THE SOUTH-EAST OF UKRAINE

V.K. Tokhtar, A.I. Kharkhota

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

As a result of comparative studying different-time states of florae from various technogenous territories of the south-east of Ukraine, some regularities of their time dynamics for 40-year period have been revealed. By means of multi-dimensional statistics it was determined that florae forming as a result of technogenous impact have significant differences and they are divided into separate groups: florae of quarry-mine dump type, ash dumps florae and industrial sites florae. Florae of quarry-dump territories are the most dynamic ones which develop according to autogenic-successional type. Comparatively to them, ash dump florae are more rigidly determined by anthropogenic conditions and are changed not in such rates. The most expressed dynamics and structures variability in the process of their development are observed in respect to participation degree of adventive species, euapophyte species, hemiapophytes and occasional apophytes. The least expressed dynamics and florae variability are fixed in respect to flora structure relatively to life environment.