



## ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОР ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ И УКРАИНЫ

**В.К. Тохтарь**

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

*E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

Изложены результаты исторического анализа формирования флор техногенных экотопов в степной зоне сопредельных областей России и Украины. Предложена схема формирования различных типов антропогенно трансформированных флор и выделены этапы их формирования. Установлено что современная структура флор техногенных экотопов специфична, но вместе с тем она неразрывно связана с местными региональными флорами, которые оказывают фоновое влияние на ее формирование.

Ключевые слова: флора, этапы развития, антропогенная трансформация.

### Введение

Образование глобальной сети техногенных экотопов привело к трансформации структур флор степной зоны в пределах сопредельных территорий России и Украины, к деградации и необратимым изменениям локальных флор, снижению или полному исчезновению редких и эндемичных видов, существенному сокращению их ареалов, заносу новых адвентивных, в том числе, активно распространяющихся, карантинных видов растений, вытесняющих раритетные местные виды.

Формирование флор техногенных экотопов приводит к существенному изменению не только локальной флористической ситуации, но и к серьезным последствиям вдали от создающихся техногенных объектов. Опосредованное техногенное воздействие может даже превышать со временем его непосредственное влияние на окружающую среду. Поэтому флоры, формирующиеся в условиях техногенных экотопов, являясь элементами структуры всей региональной флоры, дестабилизируют ее естественное развитие, способствуют смещению тенденций современного флорогенеза в сторону его антропогенной составляющей.

С другой стороны, спонтанные процессы формирования флор в техногенных экотопах происходят на фоне природных флор. В пределах техногенных территорий встречаются останцевые фрагменты естественных сообществ. Поэтому, а также из-за недостаточной изученности слабонарушенных антропогенным воздействием участков некоторых промышленных предприятий, здесь найдены новые для разных регионов раритетные виды, которые до сих пор не отмечались даже в природных местообитаниях. Как уже отмечалось, техногенные экотопы могут служить рефугиумом не только для аборигенных, но и для адвентивных видов, представляя серьезную угрозу их дальнейшего распространения в природные местообитания. Поэтому флора техногенных экотопов является наиболее динамичным элементом региональной флоры, требующим постоянного контроля и мониторинга [1].

Все это свидетельствует о необходимости регионального мониторинга техногенных экотопов, формирующихся в границах степной и лесостепной зон сопредельных территорий России и Украины в качестве научно-информационной системы наблюдений, анализа, прогноза и принятия решений. Она должна включать информацию о состоянии растительного покрова в прошлом и на современном этапе развития, учитывать результаты антропогенного воздействия на разных этапах формирования флоры, оценивать комплекс современных, действующих антропогенных факторов, пополняться за счет данных периодического обследования локальных флор. Результатом использования такой системы мониторинга и накопления данных должен стать долговременный вероятностный прогноз изменения флоры при антропогенном воздействии.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования были флоры техногенных экотопов, формирующие-



ся на фоне региональных флор в степной зоне сопредельных областей России и Украины (в пределах административных границ Белгородской, Донецкой и Луганской областей).

Применялась методика маршрутного флористического обследования с полевой документацией и сбором гербария. Для сопоставления параметров флор в прошлом и на современном этапе развития применялся исторический метод. Историко-экстраполяционный метод использовался для сравнения основных характеристик флор техногенных экотопов с природными флорами на фоне которых они формируются.

### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований основные предпосылки для создания системы мониторинга флор техногенных экотопов региона уже сделаны. Разработаны принципы, согласно которым она должна быть построена, выделены основные этапы формирования флор техногенных экотопов в пределах степной зоны сопредельных территорий России и Украины и факторы, влияющие на их развитие.

Поэтапное формирование флор техногенных экотопов неразрывно связано с предыдущим историческим ходом естественного флорогенеза изученных регионов. Поэтому региональная система мониторинга флор техногенных экотопов должна включать данные об основных особенностях развития природной флоры, на основе которой и сформировался этот тип антропогенной трансформации. Чтобы понять суть современных процессов сложения флор в техногенных экотопах на фоне региональной флоры, необходим исторический анализ формирования ядра местной флоры.

Таким образом, система мониторинга флор техногенных экотопов в пределах степной зоны сопредельных территорий России и Украины должна опираться на изучение особенностей исторического формирования региональной флоры, анализ современного состояния флор природных и техногенных экотопов и факторов, детерминирующих их развитие. Комплекс этих данных позволяет создать модель развития флоры в техногенной среде и на ее основе выявить тенденции изменений и осуществить вероятностный прогноз формирования локальных флор.

Изучение исторического формирования флоры, сформировавшейся на современной территории сопредельных областей степной зоны России и Украины свидетельствует о том, что флорогенез происходил здесь на протяжении длительного периода времени под комплексным воздействием биотических и абиотических факторов и в зависимости от фило- и ценогенетических процессов, детерминированных развитием физико-географической среды. Как свидетельствуют палеоботанические данные эндемичное ядро степной флоры сформировалось в миоцен – плиоцене [2]. Субтропическая лесная флора волынского экологического типа постепенно превращалась в теплоумеренную флору тургайского типа. В среднем и верхнем миоцене образовались флоры, в которых преобладали широколиственные древесные породы, хотя наряду с ними формировались ксерофильные кустарниковые группировки, которые известны из Амвросиевской флоры и флоры Крынки [2]. Предполагается, что в силу существования политоппности именно в миоцен – плиоценовый период происходила первоначальная дифференциация растительных сообществ на современные флороценоотипы: неморальнолесной, степной, петрофильный, псаммофильный, луговой, галофильный, болотный и гидрофильный. Постепенно широколиственная тургайская флора превращалась в более молодую неморальную флору. При этом формирование неморальнолесных группировок накладывалось на развивающиеся параллельно степные, солончаковые, луговые.

По мнению А.Н. Криштофовича [3] образование типичных степей в геологическом прошлом происходило как автохтонно, так и с участием привнесенных элементов и было связано в первую очередь с аридизацией климатических условий. Значительное влияние на формирование степного облика флоры и особенно петрофитона оказала впоследствии флора Древнего Средиземья [4]. Отмечается, что в настоящее время петрофитон является гетерогенным и гетерохронным образованием. Он сформировался, вероятнее всего, благодаря древним видам миоцен – плейстоценового периода,



среди которых немаловажную роль играют автохтонные виды Древнего Средиземья, хотя возможно и частично антропогенное происхождение петрофитона. Своеобразный флористический комплекс псаммофитона признается многими авторами как достаточно древний и высокоэндемичный комплекс, сложившийся в специфичных условиях изолированных песчаных террас, благодаря климатическим изменениям. Формирование галофильного комплекса связывается с литоралями морских бассейнов аридных территорий, откуда растения распространялись вдоль засоленных местообитаний вглубь материка.

В четвертичном периоде происходило чередование потеплений и похолоданий, которые приводили к колебаниям соотношений между умеренно термофильной и умеренно креофильной растительностью, а также изменению границ между степью и лесостепью. Общая ксерофитизация растительного покрова приводила к выпадению влаголюбивых и части древесных видов, которые находили приемлемые условия для своего развития в долинах рек и балках [4].

Общая синантропизация растительного покрова привела к возникновению голоценовых некомплексов рудеральной и сорно-полевой флор. Влияние человека на растительный покров нарастало в результате хозяйственной деятельности человека начиная с палеолита [4]. Локальное воздействие: собирательство, земледелие, скотоводство, первые разработки полезных ископаемых, с возникновением городов сменились более интенсивными формами: распашка, сенокосение, выпас, вырубка лесов способствовали образованию просинантропного флористического комплекса. В конце XIX в. развитие промышленности привело не только к уничтожению больших площадей растительного покрова, но и появлению совершенно новых для растений техногенных субстратов. В результате антропогенного воздействия коренным образом изменились условия окружающей среды.

Очевидно, что сформировавшиеся комплексы просинантропной флоры были первыми антропогенными группами, которые образовались и вычленились под воздействием антропогенного фактора. Усиление интенсивности и увеличение разноплановости антропогенного воздействия привело к формированию различных устойчивых типов антропогенной трансформации флоры. В настоящее время выделяются следующие антропотолерантные типы флор [2]: флоры территорий природно-заповедного фонда, обедненные флоры естественных экотопов, способные к самовосстановлению, окультуренные флоры полуестественных экотопов, урбанofлоры, флоры агрофитоценозов и флоры техногенных экотопов, не имеющих природных аналогов. К типам трансформированных флор относятся комплексы видов, появление которых обусловлено суммарным воздействием антропогенных факторов и отражает степень трансформации зональной флоры в регионе. Основным критерием при отнесении флоры к типу антропогенной трансформации является степень ее переформирования под воздействием антропогенных факторов.

Различные типы антропогенно трансформированных флор существуют одновременно и отражают разные фазы преобразования флор – от флор природно-заповедного фонда до флор техногенных экотопов. Поэтому мы рассматриваем их как этапные модели антропогенной эволюции флоры, которые характеризуются различным биологическим разнообразием фитобиоты. Отсутствие экотопологической приуроченности неофлор, которое выражается в разрушении флороценотипной и парциальной структуры, свидетельствует об их переходе в разряд искусственных экологических комплексов [5]. Наличие активных микроэволюционных процессов в антропогенных экотопах подтверждается образованием новых гибридных таксонов, присутствием видов антропогенного происхождения, формированием антропотолерантных апофитов и неэндемиков, устойчивых к загрязнениям, морфологически обособленных рас и видов, приуроченных к экотопам с повышенным содержанием тяжелых металлов в постиндустриальных или естественных экотопах (например, в индустриальной Рурской области, Германия), появлением мимикрирующих под полезные для человека виды растений и тератных форм. Эволюционные изменения растительного покрова происходят уже на первых стадиях развития растительного покрова: попадании диаспор, их прорастании и выживании. Установлено, что наиболее характерные



черты флоры утрачиваются, когда уровень парциальной флоры собственно антропогенных экотопов в ней составляет 55-60% [6]. На таком уровне разрушается экотопологическая структура флоры, которая характеризует связь любого флорокомплекса с естественной флорой и его способность к самовосстановлению. Такая флора становится искусственной, а произошедшие в ней антропогенные изменения – необратимыми.

Формирование специфичных флор техногенных экотопов исторически происходило очень быстро, поскольку развитие промышленности и возникновение специфичных техногенных форм антропогенного воздействия на окружающую среду началось лишь несколько столетий назад. Совершенствование технологий, увеличение объемов и интенсификация производства привела к образованию индустриальных ландшафтов, занимающих громадные территории. Однако несомненно, что формирование современных флор техногенных экотопов в созданных человеком неозкотопах, происходило не мгновенно, а в результате их постепенного развития, эволюции и адаптации на уровнях уже сформированных в регионе флорокомплексов, составляющих их сообществ, видов и привнесенных адвентивных элементов.

Таким образом, образование крайнего типа антропогенной трансформации флоры – флоры техногенных экотопов, происходит на фоне зональной флоры, прошедшей длительную эволюционную историю развития. Схема, отражающая этапы формирования флоры техногенных экотопов, представлена на рисунке. Из нее видны последовательные изменения флористических комплексов при усилении антропогенного фактора и повышении разнообразия его действия.

В настоящее время все представленные типы флор и флористические комплексы сосуществуют в пространстве и во времени, хотя возникли они не одновременно. Вершиной воздействия антропогенеза является образование флор техногенных экотопов, которые, несмотря на большое разнообразие, могут быть разделены на флоры первичных и вторичных техногенных экотопов (рис.). Флоры первичных техногенных экотопов наиболее трансформированы, поскольку их развитие определяется в первую очередь необычными геохимическими факторами эдафотопы, многие из которых крайне токсичны. К ним относятся, например, различные классы флор, формирующиеся на золо-, шламо-, шлакоотвалах и отвалах угольных шахт. Флоры вторичных техногенных экотопов менее трансформированы из-за того, что они развиваются не на пустом месте, а из видов и сообществ, существовавших здесь до строительства техногенного объекта.

Несмотря на некоторые различия и особенности формирования флор первичных и вторичных техногенных экотопов, в дальнейшем они могут развиваться по трем одинаково возможным путям, образуя флоры действующих предприятий, флоры рекультивированных техногенных экотопов и сукцессионные флоры (рис.). Последние образуются в процессе спонтанного зарастания нефункционирующих предприятий, которые заброшены или в силу различных причин в настоящее время не работают. В них происходит спонтанное развитие растительного покрова уже лишь под влиянием остаточного воздействия антропогенного фактора.

Согласно общепринятым и обоснованным в настоящее время геоботаническим взглядам формирование фитоценоза происходит в прямой зависимости от экологического объема местообитания и его видовой емкости [7]. Ухудшение условий среды ведет к усилению внешних воздействий на виды растений и уменьшению роли конкуренции между ними. В наиболее экстремальных условиях антропогенных местообитаний с низким экологическим объемом (например, первичные техногенные экотопы) преимущества получают лишь некоторые эколого-биологические группы или лишь отдельные виды. В благоприятных условиях экотопа с значительным экологическим объемом могут формироваться более разнообразные группировки видов. Сила антропогенного воздействия приводит к ухудшению экологических условий местообитаний, уменьшению их экологической емкости, формированию специфичных флор техногенных экотопов и толерантных к конкретному антропогенному типу воздействия группировок растений. Причем условия среды и экологический объем местообитания могут изменяться в пределах одного класса флор в зависимости от степени антропогенного воздействия. Например, в различных зонах загрязнения металлургических,

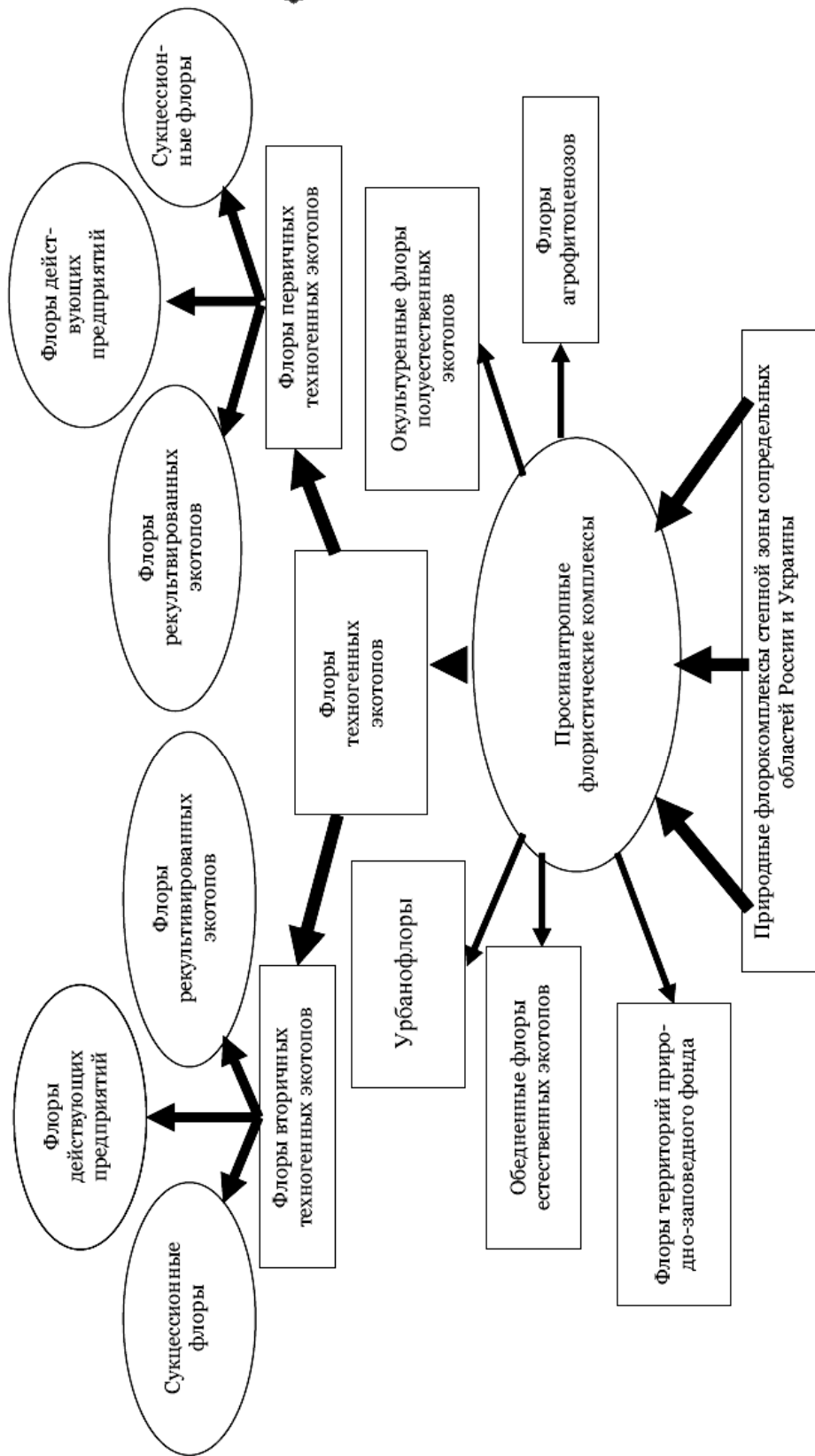


Рис. Схема формирования флор при воздействии антропогенного фактора в степной зоне сопредельных областей России и Украины



коксохимических, химических предприятий формируются флоры различной степени антропогенной трансформированности.

### Заключение

Таким образом, формирование современной флоры техногенных экотопов происходило постепенно и, очевидно, имеет общие черты с образованием таких же флор в других регионах [8]. На ранних этапах на современной территории региона сложилась система естественных равнинных флор, ядром которых были степные и лесостепные виды. Своеобразие ей придавали галофильные флорокомплексы, связанные с литоралями бассейна Азовского моря и выходами к поверхности соленых почвенных вод. К этому времени в результате длительной эволюции растительного покрова образовались специфичные псаммо-, петрофильный, в частности, кальцепетрофильный комплексы. Поэтому здесь сосуществовали степные, лесостепные, псаммофильные, петрофильные, галофильные и гидрофильные флористические комплексы, которые и стали тем "материалом", на основе которого происходила эволюция растительного покрова при антропогенном воздействии. На древнем этапе развития флоры ведущими антропогенными факторами были огонь, вырубка деревьев и выпас, что приводило к некоторому обезлесению и незначительной пасквальной дигрессии растительного покрова. Следствием этого стали необратимые преобразования экотопов: сортировка грунтов, их засоление-рассоление, развитие эрозионных и аллювиальных процессов. Появились антропогенные модификации пойменных и водораздельных экосистем, демулационные и дигрессионные пирогенные и пасквальные изменения растительного покрова.

Следующим этапом антропогенной эволюции растительного покрова стало широкомасштабное хозяйственное освоение изучаемого региона, результатом которого стали распашка земель и формирование сети орошения сельскохозяйственных угодий, образование больших площадей, отведенных под пастбища. В этих условиях происходила интенсификация формирования сугетального и пасквального флористических синантропных комплексов, появлялись различные антропогенные модификации экосистем (защитные лесополосы, грунтовые дороги, искусственные водохранилища, каналы, ирригационные каналы).

На современном этапе развития флоры под влиянием антропогенного воздействия происходит формирование сети токсичных техногенных экотопов, загрязнение почв и воды промышленными отходами, возникновение техногенных пустошей и бэдлэндс. Это приводит к обеднению биологического разнообразия, исчезновению как отдельных раритетных видов, так и сокращению доли участия псаммо- и петрофильных видов в формировании локальных флор региона. На этом фоне наблюдается глобальная синантропизация, увеличение количества заносных видов, галофитизация растительного покрова. В настоящее время антропогенные изменения во флоре происходят за счет создания искусственных неоекотопов и распространения в них местных видов-апофитов и адвентивных видов.

### Список литературы

1. Tokhtar V.K. Synanthropisation of rural settlements vegetation cover by invasion of adventive species // *Anthropization and Environment of Rural Settlements. Flora and Vegetation Intern. Conf.* – Kosice: Olimpia, 1994. – P. 184-187.
2. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. думка, 1991. – 169 с.
3. Криштофович А.Н. Основные пути развития флор и растительности в кайнозойе (изложение докл. на заседании постоянн. комис. по истории флоры и растительности СССР в 1945 г.) // *Сов. ботаника.* – 1945. – № 5. – С. 47-48.
4. Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти Степной области Евразии // *Ботан. журн.* – 1970. – Т. 55, № 5. – С. 609-625.
5. Бурда Р.И. До питання про антропогенну трансформацію флори // *Укр. ботан. журн.* – 1996. – Т. 53, №1. – С.26-30.
6. Бурда Р.И. Биологическое разнообразие фитобиоты в антропогенно преобразованных ландшафтах (проблема и опыт изучения) // *Ботаника и микология на пути в третье тысячелетие.* – Киев: Изд-во Института ботаники им. Н.Г. Холодного, 1996. – С. 119-126.



7. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентизация растительности в призме идей современной экологии // Журн. общ. биол. – 2002. – Т. 63, № 6. – С. 500-508.

8. Тишков А.А. Ценофонд: пути формирования и роль сукцессий // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. – СПб.: Наука, 1992. – С. 21-34.

### **STAGES OF FORMATION OF FLORAS OF TECHNOGENIC ECOTOPES IN STEPPE ZONE OF ADJACENT REGIONS OF RUSSIA AND UKRAINE**

#### **V.K. Tokhtar**

*Belgorod State University,  
Pobedy Str., 85, Belgorod,  
308007, Russia  
E-mail: tokhtar@bsu.edu.ru*

Results of study of flora formation hystorical analysis under the conditions of steppe zone within adjacent regions of Russia and Ukraine are reported. The scheme for formation of anthropogenously transformed floras has been proposed and stages of their formation have been distinguished. Modern structure of floras of technogenous ecotopes is specific and simultaneously it is connected with native regional floras, which usually impact on their formation.

Key words: flora, stages of formation, anthropogenic transformation.