

## О ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПАХ ДОНБАССА НА ОСНОВЕ СУКЦЕССИОННОГО ПОДХОДА

сукцессия, техногенные экотопы, фитоценозы

Восстановление современных антропогенно трансформированных экосистем можно уподобить процессам регенерации организмов на индивидуальном уровне. Поэтому одноразовая рекультивация с созданием моно- или олигодоминантных культурфитоценозов из видов, устойчивых к трансформированной среде техногенных экотопов, не решает полностью проблему обеспечения устойчивого развития и восстановления природной среды. С другой стороны, в регионах с территориально распространенными техногенными нарушениями, таких как Донбасс, даже такая рекультивация из-за экономических реалий на многих объектах в действительности не выполнена. Эффективным решением проблемы может стать регулирование развития фитоценозов в техногенных экотопах, ускорение при этом желательных процессов и коррекция этого развития в нужном направлении. Разработке комплексного подхода к осуществлению такого регулирования на основе выявленных закономерностей сукцессии растительного покрова техногенных экотопов посвящена данная статья.

Течение природных процессов восстановления растительного покрова в техногенных экотопах изменяется в соответствии со спецификой трансформации этих экотопов. Но остальные компоненты биогеоценоза продолжают оказывать воздействие, в т. ч. и компенсационное к нарушению. Обычно наибольшую трансформацию претерпевает эдафотоп - один из наиболее легко изменяемых человеком компонентов экотопа. Климатические факторы оказываются более устойчивыми, что обеспечивает развитие сообществ в сторону зональных климаксовых. При этом происходит постепенная биогенная трансформация эдафотопов техногенных экотопов в направлении сближения с природными. Эти процессы идут намного медленнее техногенной трансформации. Смыкание нарушенных территорий, их пространственная непрерывность на многие километры также способствуют замедлению восстановительных процессов в техногенных экотопах вследствие изоляции их от природных и менее нарушенных биогеоценозов с серийными сообществами, то есть от сукцессионной системы региона.

Исходя из материалов, полученных при изучении сукцессионной системы региона [10-17], подробного изучения сукцессионных процессов в различных техногенных экотопах, разработана программа исследования для формирования в техногенных экотопах устойчивых фитоценозов и регулирования их развития. В ее основе лежат следующие положения:

- растительные сообщества техногенных экотопов претерпевают сукцессионные изменения в направлении сближения с естественными фитоценозами, формирующимися в сходных по рельефу и эдафическим условиям экотопах [10, 15, 16];
- степень сходства этих условий определяет возможность создания фитоценозов, аналогичных естественным, в условиях данного техногенного экотопа, при этом фитоценозы способны изменением своей структуры компенсировать некоторые отклонения в условиях экотопа [5, 9 - 11];
- условия, нетипичные для естественных экосистем, ведут к формированию новых сообществ из видов, устойчивых к таким условиям, а при их отсутствии, а также

вместе с ними, из видов с неспецифической устойчивостью к различным условиям нарушений [12, 16];

- имеющиеся виды-индикаторы (а лучше весь состав фитоценозов) являются индикатором условий экотопа и их колебаний [9, 12, 19];
- изменение видового состава сообществ и условий экотопа при сукцессии – это две стороны единого процесса, частично независимые [4, 5, 11, 16];
- сукцессионная система региона состоит из двух подсистем, природной и синантропной, определяющимися соответствующими факторами развития. Сообщества последней подсистемы характеризуются меньшим разнообразием и большим сходством между собой [15]. При восстановительной сукцессии происходит контакт этих подсистем и постепенная смена доминирующего влияния с синантропных на естественные факторы ;
- для регулирования развития сложных систем, в т.ч. фитоценозов, необходимо использовать ступенчатый процесс с последовательным приближением к целевому состоянию [1, 5, 8];
- условия техногенных экотопов часто сильно отличаются от природных, поэтому коадаптировавшихся видов – основы климаксовых сообществ для этих условий нет, а в генопласте [7] может быть неопределенно много вариантов состава сообществ для данных условий. Для ускорения и направления развития фитоценозов роль генопласта как памяти и регулятора системы должен брать на себя человек.

Обобщенная комплексная схема оптимизации техногенных экотопов на основе сукцессионного подхода включает в себя следующие этапы.

1. Изучение естественного процесса восстановления растительного покрова в данном техногенном экотопе с выявлением разнообразия сукцессионных сообществ. Проводится общепринятыми методами полевых исследований, при необходимости их можно модифицировать в соответствии со спецификой экотопов.

2. Реконструкция сукцессионных рядов, выявление приуроченности конкретных типов сообществ к определенным видам экотопов. Методические вопросы изучения сукцессии в настоящее время достаточно разработаны [2, 4, 5, 10, 19]. Основным методом реконструкции сукцессии является трансформация пространственного разнообразия сообществ в их временную последовательность с использованием разнообразных ординационных техник, дающих легко интерпретируемые результаты, например, композиционной ординации, как это сделано для отвалов угольных шахт [10-12, 14]. Альтернативой может являться популяционный подход, особенно для пространственно граничащих разновозрастных сообществ [18, 22, 23].

3. Определение устойчивости сообществ. Проводится на основе кибернетических или популяционных подходов [1, 4]. Свободные экологические ниши можно установить на основе экофизиологической концепции, а также специальными методами [3, 4, 5, 19].

4. Поиск аналогов (или отдаленных аналогов при сильной трансформации) изучаемым объектам среди полу- и естественных экосистем. Критериями выбора аналогов может быть комплекс факторов или отдельные специфические факторы, наиболее влияющие на сукцессию.

5. Изучение видового разнообразия и встречаемости видов в различных сообществах и на разных стадиях сукцессии. По полученным данным о сукцессионной динамике подбирают группы сообществ на разных стадиях сукцессии или в их клинальной изменчивости по временному градиенту. Такой ряд сообществ представляет собой эмпирико-статистическую модель сукцессии, на которой можно изучить изменение параметров сообществ в ходе сукцессии, с одной стороны, и поведение видов при этом с другой [10-12, 19, 21].

6. Установление сукцессионной роли видов в исследуемых и в аналогичных им экосистемах на основе встречаемости видов в сообществах различных стадий сукцессии, участия в структуре фитоценоза, значимости, то есть их сукцессионного статуса [2, 12]

7. Отбор наиболее устойчивых популяций видов (среди адаптировавшихся к условиям данного типа нарушений) по их структуре, жизненности, распространению и др. параметрам [19, 20, 22, 23]. Проверка успешности произрастания перспективных видов из аналогичных естественных или нарушенных местообитаний в различных сообществах.

8. Изучение межвидовых взаимоотношений в условиях различной сукцессионной продвинутости нарушенных сообществ, выделение экологически сходных групп видов. Изучение межвидовых взаимоотношений осуществляется многими методами [4, 5, 19], но наиболее удобным представляется метод разделения корреляций, применимый для многовидовых сообществ [14]. Экологически сходные группы видов можно выделить методами кластерного анализа, например, методом дендрита, дендрограммы и др. [16, 19].

9. Изучение абиотических условий техногенного экотопа, в котором будет создаваться искусственный фитоценоз. Проводится как прямыми экспериментальными методами, так и фитоиндикационными. Определяется соответствие условий техногенного экотопа определенной стадии сукцессии, положению на модельном ценохроноклине [11, 12].

10. Синтез модели (моделей) устойчивого искусственного фитоценоза для условий данного техногенного экотопа. Моделированию экосистем, в том числе и фитоценозов, посвящена обширная литература [1, 4-6, 8, 10-12, 17, 19, 21]. Разделяя, вслед за Г.С. Розенбергом [21], все методы моделирования фитоценозов на 4 большие группы, отметим, что наибольшим прогностическим потенциалом обладают, видимо, имитационные модели, но их сложность и трудоемкость ограничивают их использование только для наиболее ответственных случаев, связанных с влиянием результатов прогнозирования на большие территории или группы населения. Группа аналитических моделей, обладая высокой гносеологической ценностью, вследствие существенного упрощения оригинальных объектов мало применимы для прогнозов дальнейшего развития искусственного фитоценоза. Наиболее перспективными в нашем случае являются эмпирико-статистические и самоорганизующиеся модели. Еще одним путем может стать комбинирование различных методов моделирования фитоценозов [1, 8, 21]. В нашем случае, видимо, это будет сочетание эмпирико-статистического моделирования сукцессионной динамики с моделями аналитического класса.

11. Выбор для создания искусственных сообществ наиболее перспективных видов по их соответствию имеющимся условиям среди видов техногенного экотопа, его аналогов и рекультивационно перспективных видов всей сукцессионной системы региона. При наличии определенной базы данных может вестись в соответствии с экофизиологическим подходом [3], с учетом межвидовых взаимоотношений и возможной сукцессионной динамики [11, 12, 14].

12. Адаптация модели (моделей) искусственного фитоценоза к условиям конкретного участка (участков), закладка эксперимента. На этом этапе необходимо учесть пространственную дифференциацию экологических условий, рельефа и др. факторов в пределах участка, на котором создается фитоценоз. При его закладке необходимо учитывать особенности внедряемых видов, их требования к срокам, условиям высева семян или посадки растений, к качеству диаспор и т.п.

13. Оценка устойчивости и эффективности рекультивации экспериментальных участков по системным [1] и фитоценотическим показателям, при положительной оценке – использование на других типичных участках.

Последовательность и взаимосвязь проработки этапов предложенной схемы показана на рисунке. Регулирование развития фитоценозов и постепенное уточнение модели отражены в цикле обратной связи между оценкой полученного фитоценоза и созданием модели.

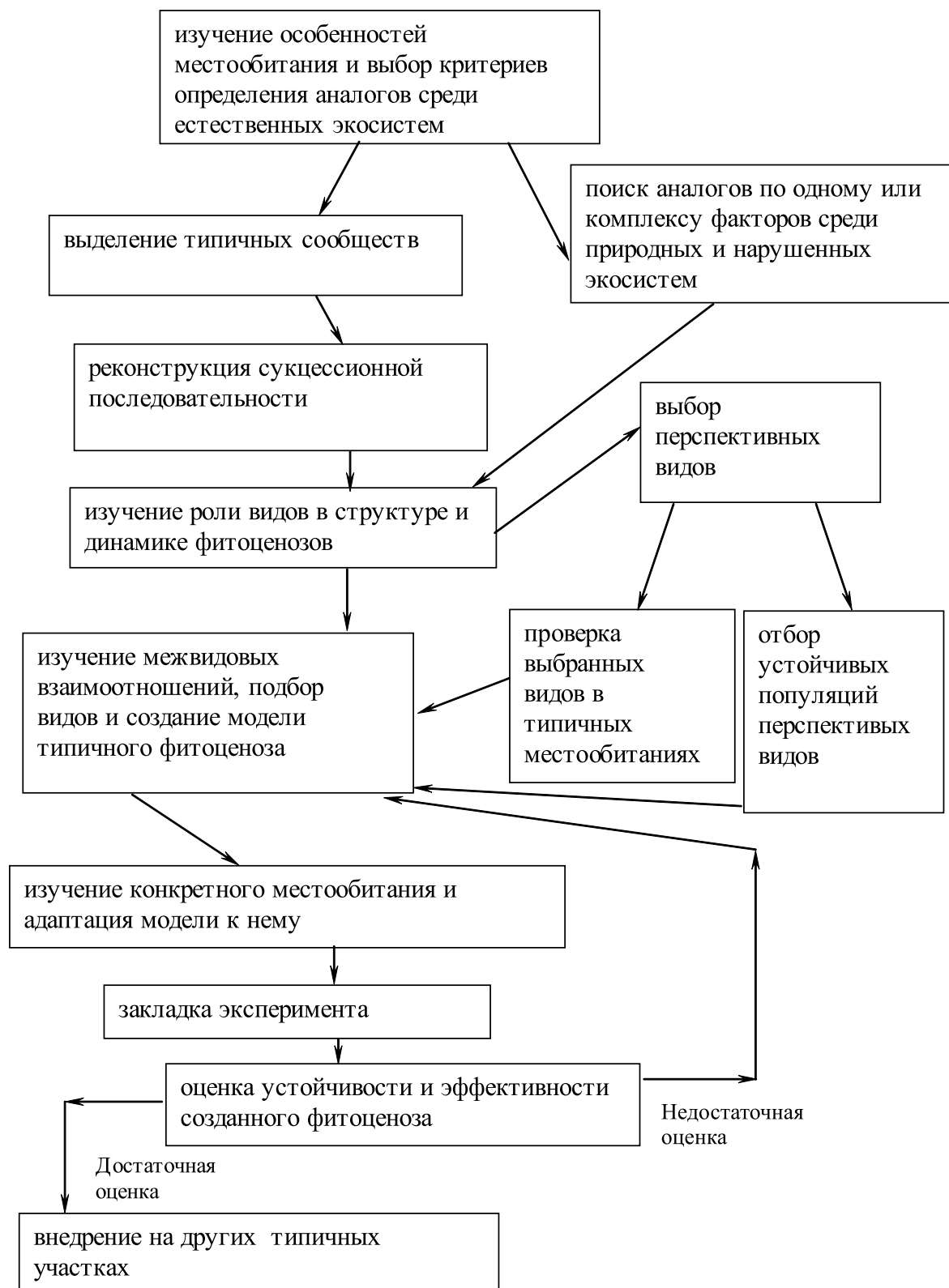


Рис. Обобщенная схема создания искусственного фитоценоза

Данная схема во многом соответствует методологии системного анализа [8], с дополнениями и изменениями, вызванными спецификой поставленных целей и изучаемого объекта. Управление сукцессионными процессами в создаваемых и существующих сообществах, регулирование процессов их развития методически соответствует на предложенной схеме циклу рабочих этапов от создания модели фитоценоза до оценки уже созданного фитоценоза. Видимо, в этом направлении лежит наиболее экономичный способ оптимизации условий техногенных экотопов, так как небольшими многократными вмешательствами можно с большей надежностью и точностью достичь необходимого результата, чем одним кардинальным.

Так как предложенную схему можно модифицировать в соответствии с целями и значимостью работ, используя различные наборы методов, меняя структуру и широту исследования, то использование сукцессионного подхода к созданию и регулированию развития фитоценозов в техногенных экотопах может быть применено в самых различных условиях. Ускорение и регуляция сукцессионных процессов станет более экономичным способом рекультивации, чем единовременная рекультивация с созданием готового фитоценоза, и обеспечит большую устойчивость создаваемых сообществ. Особенно эффективно применение сукцессионного подхода к объектам, которые не были рекультивированы своевременно, уже прошли начальные этапы сукцессии и где техническая рекультивация приведет к возврату на исходную точку развития эдафотопы и растительного покрова. Поэтому сукцессионный подход, видимо, – оптимальный метод гармонизации отношений общества со средой на настоящем этапе развития региона.

Таким образом, предложена обобщенная комплексная схема создания и регулирования развития техногенных экотопов на основе сукцессионного подхода с методической проработкой отдельных этапов. Использование сукцессионного подхода к созданию и регулированию развития фитоценозов в техногенных экотопах отличается гибкостью и предложенную схему можно модифицировать для применения в различных условиях, используя различные наборы методов, меняя структуру и широту исследования в соответствии с целями и значимостью работ.

1. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем. – Киев: Наук. думка, 1977. – 260 с.
2. Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: принципы и методы изучения / Под ред. Б.А. Юрцева. – СПб.: Изд-во РАН, 1995. – 185 с.
3. Башкатов В.Г. Эколого-философские аспекты создания растительных сообществ. – Донецк: ООО «Лебедь», 2004. – 140с.
4. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяції и сообщества: В 2-х т. Пер с англ. – М.: Мир, 1989. – Т.2 – 477 с.
5. Василевич В. И. Очерки теоретической фитоценологии. – Л.: Наука, 1983. – 248 с.
6. Галицкий В.В. Моделирование сообщества растений: индивидуально ориентированный подход // Известия РАН. Сер. биол. – 1999. – №5. – С. 539–546.
7. Голубець М.А. Екологія. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
8. Джефферс Д. Введение в системный анализ: применение в экологии. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
9. Дидух Я. П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – Київ: Наук. думка, 1994. – 280 с.
10. Жуков С. П. Про напрям антропогенної сукцесії рослинності відвалів вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 3. – С. 254–249.
11. Жуков С. П. Каскадний ефект первинної сукцесії на відвалах вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 1. – С. 5–10.
12. Жуков С. П. Сукцессионный статус видов в растительных сообществах отвалов и его использование в целях фитоиндикации // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Матер. III междунар. науч. конференции (Донецк, 3–5 сентября 1998 г.). – Донецк: Мультипресс, 1998. – С. 36–40.
13. Жуков С.П. Конкретизация объекта исследований промышленной ботаники с позиций системного подхода // Промышленная ботаника. – 2001. – Вып.1. – С. 11–15.

14. Жуков С.П. Використання методу розділу кореляцій для вивчення взаємовідносин рослин // Укр. ботан. журн. - 2001. - 58, № 6 - С. 662-666.
15. Жуков С.П. Структурная дифференциация сукцессионной системы центрального Донбасса под антропогенным влиянием // Промышленная ботаника. - 2002. - Вып. 2 - С. 21-26.
16. Жуков С.П. О формировании растительности на отвалах вскрыши г. Докучаевска // Збереження біорізноманітності на південному сході України / Матер. наук.-практ. конф. (Донецьк, вересень 2004 р.) - Донецьк: ТОВ «Лебідь» - с. 156
17. Жуков С.П. Моделирование сообществ на начальных стадиях сукцессии растительности отвалов угольных шахт Донбасса // Промышленная ботаника. - 2005. - Вып.5. - С. 71-74
18. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений. - Казань: Изд-во Казанск. Ун-та, 1989. - 146 с.
19. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. - М.: Наука, 1978. - 212 с.
20. Работнов Т.А. Структура и методика изучения ценоотических популяций многолетних травянистых растений // Экология - 1978, №2. - С.5-14 .
21. Розенберг Г. С. Модели в фитоценологии - М.: Наука, 1984. - С.587-594.
22. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). - М.: Наука, 1988. - 184 с.
23. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения) // А.А.Уранов, Л.Б.Заугольнова, О.В.Смирнова и др. - М.: Наука, 1971. - 131 с.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 18.04. 2006

УДК 581.524

#### О ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПАХ ДОНБАССА НА ОСНОВЕ СУКЦЕССИОННОГО ПОДХОДА

С.П. Жуков

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Исходя из закономерностей развития растительности нарушенных территорий Донбасса предложена обобщенная комплексная схема создания и регулирования развития фитоценозов в техногенных экотопах на основе сукцессионного подхода с методической проработкой отдельных этапов. Предложенную схему можно модифицировать для применения в самых различных условиях, используя различные наборы методов, меняя структуру и широту исследования в соответствии с целями и значимостью работ.

UDC 581.524

#### ON THE POSSIBILITY OF PHYTOCENOSES DEVELOPMENT REGULATION IN DONBASS TECHNOGENIC ECOTOPES ON THE BASE OF SUCCESSION APPROACH

S.P. Zhukov

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

Generalized complex scheme of creating and regulating phytocenoses development in technogenic ecotopes on the base of succession approach with the separate stages studying is suggested. It is elaborated on the assumption of vegetation development of derelict lands. Suggested scheme can be modified for application to the very different conditions. Different sets of methods can be used, structure and width of investigation can be changed in accordance with the aims and importance of works.