

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

Пушкинский научный центр

**ПРЕПРИНТ**

Л.Б.Заугольнова, Л.Г.Ханина, А.С.Комаров,  
О.В.Смирнова, Р.В.Попадюк, М.А.Островский,  
Е.В.Зубкова, Е.М.Глухова, М.М.Паленова,  
В.С.Губанов, П.Я.Грбарник

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ  
СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ СУКЦЕССИОННОГО  
СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ**

Пушино-1995

Л.Б.Заугольнова, Л.Г.Ханина, А.С.Комаров, О.В.Смирнова, Р.В.Попадюк, М.А.Островский, Е.В.Зубкова, Е.М.Глухова, М.М.Паленова, В.С.Губанов, П.Я.Грбарник. Информационно-аналитическая система для оценки сукцессионного состояния лесных сообществ / Препринт: Пушино, ПНЦ РАН, 1995. 51 с.

В работе обсуждается информационно-аналитическая система для оценки текущего состояния лесных сообществ. Система содержит базы первичных и справочных данных, геоинформационную систему, программы обработки и анализа данных. В результате работы системы определяется синтаксономический адрес растительного сообщества, оценивается его сукцессионная стадия, проводится экологическая ординация сообществ.

L.B.Zaugol'nova, L.G.Khanina, A.S.Komarov, O.V.Smirmova, R.V.Popadjuk, M.A.Ostrovsky, E.V.Zubkova, E.M.Glukhova, M.M.PalenoVA, V.S.Gubanov, P.Ya.Grabarnik. Information analytical system for estimation of forest community succession state / Preprint: Pushchino, PRC RAS, 1995. 51 p.

The information analytical system for the analysis of forest community current states is discussed. The main objective of this system is to do the most routine procedures of phytosociological relevés and inventory forest data processing by computer using corresponding reference databases and application programmes.

The general estimation of a forest (plant) community state is founded on a basis of the following procedures: an ecological ordination of communities, a definition of a syntaxonomical address and a definition of a successional stage of the community.

All procedures are computerized. A new approach for definition of a successional stage is used. It may be defined as a deviation from its climax stage. Properties of climax stage and procedure of deviation's estimation are discussed.

Software including GIS as a linkage between primary field data and corresponding outputs of the system is discussed. Structures of databases are briefly described.

## Введение

Под информационно-аналитической системой (ИАС) будем понимать программный комплекс, предназначенный для анализа состояния некоторого объекта на основе информации о нем и знаний, накопленных в тех или иных предметных областях.

Объектом исследования данной ИАС является лесное растительное сообщество. Система базируется на знаниях, накопленных в общей экологии, фитоценологии, ботанической географии, популяционной биологии растений. С ее помощью можно

- определить синтаксономический адрес сообщества;
- установить положение лесного фитоценоза в экологических рядах;
- оценить степень отклонения лесного сообщества от его исходного (климаксового) состояния, состав и структура которого детерминированы свойствами местообитания, видовых популяций и характером их взаимодействий.

Эти сведения позволяют оценить направления и тенденции развития растительного сообщества, поэтому результаты работы системы можно использовать для прогноза развития лесного фитоценоза на качественном и количественном уровнях.

В работе использован литературный материал, накопленный в отечественной фитоценологии в течение многих десятилетий, результаты исследований авторов и различных научных коллективов. В работе также принимали участие к.б.н. В.Г.Онипченко (раздел 4.1), Т.О.Яницкая (ведение списка видов сосудистых растений), Т.И.Грохлина (разработка программы *Ecoscale*) и И.Л.Овчинников (разработка программы *Syntaxon*).

Авторы выражают благодарность д.б.н. Л.А.Жуковой и д.б.н. Н.В.Глотову за поддержку работы и ее конструктивное обсуждение, Д.Б.Орлинскому и С.Л.Зудину за помощь в работе с программным обеспечением системы, В.А.Сорокикову за постоянное техническое содействие, В.Э.Смирнову за участие в подготовке рукописи.

Все примеры работы ИАС приведены для шести кварталов Приокско-Террасного государственного заповедника. При этом использовались данные таксационных описаний, данные специально проведенных в этих кварталах геоботанических описаний с целью детальной характеристики практически каждого таксационного выдела, также использовались цифровые карты таксационных выделов, почв и подстилающих пород.

Авторы благодарны зам. директора заповедника по науке к.г.н. М.Н.Брынских за поддержку работы и помощь в предоставлении необходимых материалов.

## 1. Концептуальные основы информационно-аналитической системы

Системный подход к изучению структуры и динамики биосистем выделяет их функциональную и пространственную иерархию.

Функциональная иерархия биосистем заключается в том, что каждая биосистема состоит из таких частей, которые обладают *иными* системообразующими свойствами по сравнению с самой биосистемой; такие части в дальнейшем называются элементами. Биосистема определенного иерархического уровня состоит из элементов и, в свою очередь, является элементом следующего иерархического уровня. Одновременно любая биосистема может быть подразделена на такие части, которые сохраняют свойства самой биосистемы; такие части далее называются подсистемами.

В ИАС диагностика реализована на популяционном, фитоценоотическом и биогеоценоотическом (экосистемном) уровнях организации (рис. 1). Возможно расширение системы на ландшафтный уровень.

	Фитоценоотические признаки	Популяционные признаки		
Ф И Т О Ц Е Н О Т И Ч Е С К И Е	синузия деревьев	популяции деревьев	ярус деревьев	з о
	синузия кустарников	популяции кустарников	ярус подлеска	ц е
	синузия трав	популяции трав	ярус трав	н о з
	а б и о т и ч е с к и е к о м п о н е н т ы			

Рис. 1. Структурно-функциональное разделение экосистем, принятое в ИАС

Фитоценоз рассматривается как составная часть (элемент) биогеоценоза; фитоценоз складывается из разных подсистем (синузий, ярусов) и элементов (популяций). ИАС ориентирована на то, чтобы на основе признаков биосистем разного уровня выявить сукцессионное состояние лесного фитоценоза, то есть оценить степень его отклонения от устойчивого (климаксового) состояния.

Пространственное размещение популяций и ценозов связано с особенностями среды обитания, поэтому выбор единицы растительного покрова для диагностики должен основываться на топологическом принципе. В качестве топологической единицы в ИАС принят тип экотопа (Горышина, 1979; Ипатов, 1990).

Под **экотопом** понимается участок земной поверхности, который характеризуется сходством положения в рельефе и подстилающих пород. Контур растительности (фитохора) в пределах одного типа экотопа может служить единицей оценки. Если растительность в пределах экотопа различается по каким-либо характеристикам, например, по составу доминирующих видов, то единицей оценки может стать участок экотопа, относительно однородный по этой характеристике.

Тип экотопа может по степени своей однородности соответствовать как элементарному ландшафту (Глазовская, 1989), так и простому катенному комплексу (т.е. совокупности элементарных ландшафтов, расположенных по гидрохимическому стоку).

Типы экотопов можно упорядочить по следующим группам признаков: 1) по элементам макрорельефа (пойма - склон террасы - водораздел); 2) по вариантам мезорельефа (морфологические части поймы, борта долин малых рек, склоны оврагов, тальвеги малых рек или ручьев, бессточные депрессии и т.д.); 3) по характеру подстилающих пород и мощности песчаных отложений. Определенные таким образом типы экотопов выделяются на карте в виде контуров (рис. 2А, 2Б). Так, например, для модельных кварталов ПТЗ участок с моренными суглинками занимает пойменную и притеррасную часть долины Оки. На этой территории мощность песчаных отложений изменяется от 75 до 200 см. Такая структура ландшафта и подстилающих пород создает мозаику экотопов с различными свойствами. Экотоп с малой мощностью песков является более богатым, чем экотоп, где песчаные отложения имеют глубину более 2-х метров.



При переходе к пойменной части одна и та же глубина песчаных наносов может иметь различную значимость для растительности по сравнению с экотопами на террасах.

В пределах каждого экотопа по признакам растительности могут быть выделены различные биотопы. Под биотопом понимается участок, на котором произрастают сообщества с определенным диапазоном экологических характеристик, сходным составом синузий и демографической структуры эдификаторов.

Для удобства работы с таксационными и геоботаническими описаниями в качестве основной единицы хранения и сбора информации в ИАС принят таксационный выдел. В процессе работы таксационные выделы могут быть отнесены к определенному биотопу и экотопу.

Результатом работы ИАС является комплексная оценка состояния растительного сообщества как в пределах отдельного таксационного выдела (или его части в случае диагностируемой биогеоценотической неоднородности выдела), так и в пределах рассматриваемого типа биотопа (т.е. совокупности выделов) и экотопа в целом.

Биосистемы полифункциональны по своей природе, поэтому их диагностика должна основываться на учете целой совокупности признаков. При этом оценка носит комплексный характер, что создает трудности при отрицательной или сложной сопряженности признаков. Поэтому важно на начальном этапе выделить из массы феноменных признаков признаки диагностические (их должно быть немного).

Диагностические признаки должны обладать следующими качествами: 1) желательно, чтобы они были структурными, которые значительно проще в определении, чем функциональные и динамические; 2) они должны отражать существенные стороны типичного для биосистемы круговорота структур или вещества; 3) они должны обладать широким диапазоном изменчивости.

Биосистемы характеризуются некоторыми пределами толерантности, определяющими их общие возможности (потенции); в каждой конкретной ситуации реализуется только часть потенций, определяющих позицию биосистемы. Диагностика обычно направлена на характеристику позиций, а знание потенций определяет возможность прогноза поведения системы в пределах ее толерантности.

В основе оценки сукцессионного состояния лесных сообществ лежит представление об исходном климаксе.

состоянии, которое соответствует свойствам данного местообитания и видовых популяций (т.е. их эколого-биологическим потенциям). Под **климаксом** в данной работе мы понимаем ландшафтный климакс на уровне элементарного речного бассейна (поликлимакс, климакс-мозаика по Уиттекеру, 1980). В результате самых разнообразных и разновременных воздействий на растительный покров лесные сообщества оказались в той или иной степени измененными, что отразилось на их структуре и видовом составе. Для того, чтобы решить вопрос о том, насколько каждый конкретный массив отклоняется от своего климаксового варианта, необходимо иметь представление о характерных признаках климаксового состояния в достаточно общем виде.

Изучение сообществ широколиственных лесов Восточной Европы (Смирнова и др., 1990, Восточноевропейские..., 1994) дало возможность сформулировать основные признаки лесного климаксового сообщества.

1. Наличие разноразмерных внутриценотических мозаик. В результате вывала старых отмирающих деревьев формируется ветровально-почвенные комплексы (ВПК), включающие окна в пологе, вывальные бугры и впадины. Развитие ВПК определяет диапазон увлажнения и световой режим, необходимый для существования всех видов потенциальной флоры данного экотопа. В климаксовых лесах окна распада варьируют по площади и времени их формирования. Наиболее крупные окна имеют размер до 2000-3000 кв.м.

2. Флористический состав сообщества соответствует условиям местообитания и оказывается наиболее полным. В связи с тем, что климаксовые леса встречаются крайне редко, полный видовой состав не может быть определен непосредственным учетом. При установлении потенциальной флоры фитоценозы приходится исходить из теоретических предпосылок. Они состоят в том, что сообщество, находящееся в состоянии равновесия со своим экотопом, должно включать все виды данного региона, которые по своим экологическим возможностям соответствуют свойствам экотопа. Такую совокупность видов можно определить как потенциальную флору экотопа. Представление о потенциальной флоре в указанном выше смысле, видимо, впервые встречается в работе Д.Н.Цыганова (1983).

3. Позиции видов соответствуют в наибольшей степени их ценотическим возможностям и флоро-географическим связям. Ценотические возможности видов оцениваются по совокупности

биологических признаков, характеризующих тип стратегии (Раменский, 1956; *Grime et al.*, 1988). В климаксовых лесах присутствуют виды всех типов стратегии, однако, в мезотрофных условиях доминируют виды конкурентного типа, т.е. способные максимально эффективно использовать ресурсы экотопа, а в экстремальных условиях - виды стресс-толерантного типа.

В климаксовых лесах преобладают виды автохтонных историко-географических групп, и низко участие миграционных и синантропных видов.

4. Все виды (прежде всего, деревья и кустарники), входящие в состав сообщества, нормально реализуют типичный для них круговорот поколений, то есть имеют полночленные онтогенетические спектры, соответствующие их биологическим свойствам. В климаксовом сообществе у деревьев, возобновляющихся исключительно семенным путем, обязательно присутствуют особи всех онтогенетических групп - от всходов до сенильных растений; у видов со смешанным возобновлением возможно временное отсутствие отдельных групп.

Таким образом, отклонение любого конкретного варианта ценоза от климаксового варианта, который при балловой оценке получает первое место (балл 1), оценивается по следующим признакам:

1) по степени гетерогенности среды, т.е. по развитию ВПК;

2) по степени отклонения видового состава растительности от потенциальной флоры экотопа: чем больше потери потенциальной флоры, тем сильнее отклонение;

3) по степени представленности видов с разным типом стратегий: в климаксовом сообществе доминируют виды-виоленты, доминирование других групп, особенно эксплерентов, свидетельствует об отклонениях;

4) по количеству автохтонных видов: в климаксовом сообществе преобладают виды автохтонных групп, относящиеся к определенным историческим свитам (Зозулин, 1970) или эколого-ценотическим группам (Ниценко, 1969; Ильинская и др., 1985); чем выше роль миграционных и синантропных групп видов, тем сильнее отклонения;

5) по структуре онтогенетических спектров деревьев и кустарников: чем сильнее выражена неполночленность спектров, тем значительнее отклонения;

6) по степени монодоминантности (или числу доминирующих видов в каждой синузии): чем меньше видов в составе

доминирующей группы (поли-, олиго-, монодоминантность), тем сильнее выражено сукцессионное отклонение.

Существенная черта данной ИАС состоит в том, что для оценки состояния лесных сообществ используются признаки биосистем разного уровня (биогеоценотического, фитоценотического, популяционного), но все они рассматриваются в границах избранной топологической единицы (типа экотопа или типа биотопа). В настоящее время в ИАС не реализована оценка на организменном уровне. Она может быть включена в систему в дальнейшем. Также ИАС может дополняться диагностическими признаками любых элементов и подсистем биогеоценоза (почв, педо-, орнитоценозов и т.д.).

## 2. Структурно-функциональная характеристика ИАС

В ИАС можно выделить три целевых блока (*рис.3*).

В пределах первого блока происходит установление синтаксономического адреса исследуемого сообщества для определения его положения в классификации фитоценозов.

Второй блок ориентирован на оценку экотопа с помощью экологических шкал на основе геоботанических описаний, что дает возможность ординации фитоценозов по экологическим факторам.

Задачей третьего блока является оценка сукцессионного статуса сообщества. Оценка включает общую характеристику флоры, синузий, популяций деревьев и кустарников, а также степень выраженности ВПК как характеристику гетерогенности среды.

Структурно ИАС состоит из следующих блоков: баз данных, прикладных программ, геоинформационной системы и локальных экспертных систем. Каждый структурный блок ИАС можно использовать отдельно от всей системы. С другой стороны, ИАС является открытой для добавления новых и модификации существующих блоков.

В ИАС мы различаем базы первичных данных (результаты полевых геоботанических, таксационных, почвенных и других исследований), а также справочные базы данных, содержащие различные сведения о видах и фитоценозах (список видов флоры данного региона, биологические характеристики видов, шкалы для оценки экологических свойств видов, типы стратегий видов,

эколого-ценотические группы видов, продромус синтаксонов растительности и т.д.). Базы данных на начальной стадии проекта поддерживаются в системе управления базами данных (СУБД) *DataEase*.

Прикладные программы ИАС условно можно подразделить на программы обработки первичных данных (группировки данных в сводные таблицы и обработки материалов по справочным базам) и программы, результатами работы которых являются соответствующие оценки растительного сообщества: его синтаксономический адрес, положение сообщества в экологических рядах, сукцессионная оценка сообщества.



Рис.3. Структурно-функциональная схема ИАС

Прикладные программы реализованы частично на языке *DataEase Query Language*, частично - в виде отдельных пакетов на языках *C*, *Pascal*.

Геоинформационная система подробно описана в Приложении В. Из локальных экспертных систем на настоящее время реализованы две - экспертная система для анализа демографической структуры популяций растений, функционирующая в

системе *GURU*, и экспертная система для определения типа стратегии вида по его биологическим характеристикам, реализованная на языке *PROLOG*.

### 3. Базы данных в составе ИАС

#### 3.1. Общие сведения

Базой данных (БД) называется совокупность данных о некотором объекте или объектах, хранимых вместе в ЭВМ. Комплекс программ, позволяющих вводить, удалять, модифицировать данные, осуществлять операции поиска нужной информации и ее обработки, называется системой управления базами данных (СУБД). В целях упорядочения и облегчения работы данные должны быть некоторым образом структурированы - сгруппированы и связаны между собой. Различают следующие варианты организации данных: иерархический, сетевой, реляционный (Атре, 1983). Кроме того, возможны различные их комбинации.

Традиционные задачи фитоценотического анализа (обработка геоботанических описаний по справочным таблицам различного рода) вполне успешно решаются с помощью создания БД реляционной структуры. Уровни иерархии объектов в этих задачах, как правило, немногочисленны и точно определены. Это позволило нам в качестве основы разработки БД в фитоценотических исследованиях использовать СУБД реляционного типа *DataEase* (серийный номер 139892).

По содержанию и функциям можно различать первичные и справочные БД. Первичные БД аккумулируют фактический материал, собранный в результате различного рода наблюдений (полевых исследований, результатов экспериментов). К ним относятся БД геоботанических и таксационных описаний, БД разнообразных сведений о популяциях.

Справочные БД содержат информацию, позволяющую анализировать первичный материал. Они включают, как правило, ранее накопленные и хорошо формализованные сведения в соответствующей предметной области. Для фитоценотических исследований можно выделить два типа таких БД: 1) содержащие сведения о видах; 2) содержащие сведения о фитоценозах. В ИАС к первому типу относятся: списки видов растений, экологические шкалы, эколого-ценотические группы видов и исторические свиты, биологические характеристики видов растений, типы

стратегий видов, ареалы видов, группы видов по приуроченности к геоэлементам и т.п. Ко второму типу справочных БД относятся: продромусы основных типов растительности на основе флористической и доминантной классификаций, лесная типология.

Необходимым элементом системы использования справочных БД является наличие программ обработки геоботанических описаний (списков видов) по соответствующим базам. Причем, как показал опыт работы, полезно поддерживать справочные БД вместе с процедурами обработки как внутри некоторой общесистемной СУБД (*DataEase* в нашем случае), так и вне ее, в виде отдельно функционирующих программ. С этой целью мы используем библиотеку *CodeBase* языка *C++*, поддерживающую работу с БД в *dbf*-формате.

## **3.2. Базы первичных данных**

### **3.2.1. Списки видов растений**

#### **3.2.1.1. Списки видов сосудистых растений**

Первым шагом при разработке БД в фитоценологических исследованиях является составление компьютерного списка видов растений. В нашем списке виды взяты в понимании и с названиями, приведенными в сводке Черепанова (1981). Всю работу по составлению и ведению списка сосудистых растений осуществляет Т.О.Яницкая (кафедра высших растений МГУ).

В связи с огромным количеством видов Флоры СССР, а также с региональностью фитоценологических исследований, было принято решение о ведении в системе отдельных зональных списков видов растений. В настоящее время сформирован компьютерный список флоры Центрального Нечерноземья. Кроме того, в Карадагском филиале института биологии южных морей АН Украины с нашей помощью под руководством к.б.н. Л.П.Мироновой и Л.Н.Каменских составлен компьютерный список флоры Карадага с указанием некоторых экологических характеристик видов и их местонахождений. Разрабатывается список флоры Северо-Западного Кавказа к.б.н. В.Г.Онипченко (кафедра геоботаники МГУ).

Помимо зональных списков флоры, поддерживается общий список видов всех баз данных системы с указанием источников их появления. Такими источниками могут быть зональные списки, справочные базы, а также виды, введенные

пользователями. Заметим, что общий список видов системы с синонимами может представлять самостоятельный интерес для решения историко-генетических, географических, таксономических задач.

На настоящий момент список сосудистых растений включает около 2-х тысяч наименований видов, 600 синонимов, более 100 семейств, 500 родов. Список видов сосудистых растений поддерживается как внутри СУБД *DataEase* (описание структуры базы данных см. в Приложении А1), так и в виде отдельного компьютерного словаря *Botanics Guide* (Приложение А2).

### **3.2.1.2. Список видов мхов**

БД содержит наименования семейств, родов и синонимов для 2509 видов мхов, а также сведения об их ареалах (Игнатов, 1992). (см. Приложение А3).

## **3.2.2. БД полевых исследований**

### **3.2.2.1. БД геоботанических описаний**

Описываемая БД представляет собой компьютерную картотеку геоботанических описаний с возможностями ввода описаний в компьютер в формализованном виде, подготовки и распечатки фрагментов геоботанических описаний, выборки информации по любому признаку, составления сводных таблиц.

БД геоботанических описаний является открытой, т.е. существует возможность корректировки структуры базы в связи с требованиями конкретных пользователей или решением определенных задач. Практически для всех полей БД существуют специальные окна со справочной информацией, что облегчает работу начинающих пользователей с базой, а также позволяет использовать БД для целей обучения.

Более подробное описание см. в Приложении А4.

### **3.2.2.2. БД таксационных описаний**

Таксационные БД являются основой создания компьютерных картографических систем для лесных территорий (Экоинформатика, 1992). Элементарной пространственной единицей (элементарным полигоном) таких систем является таксационный выдел. Таксационные описания имеются практически на всю территорию бывшего Советского Союза и России. Они содержат,

хотя и фрагментарно, информацию о типе растительности, о возрастном и видовом составе древостоя, его продуктивности, о типе местообитания. В совокупности с результатами популяционных геоботанических исследований, таксационные данные о доминантах 1-го яруса (вместе со сведениями о 2-ом, 3-ем ярусах и подросте) позволяют производить огрубленные расчеты демографической структуры популяций деревьев и прогнозировать динамику их развития. Таким образом, таксационные описания, дополненные информацией точечных геоботанических описаний и популяционных исследований видов-ценозообразователей, могут служить основой разработки информационно-аналитических систем диагностики и прогноза состояния лесных территорий.

В качестве недостатка таксационных описаний, помимо их фрагментарности, следует отметить отсутствие преемственности данных разных лет. Однако, в настоящее время все большее распространение получает идея непрерывной таксации (Нефедьев, 1993), которая заключается в следующем. Дорогостоящая таксация тщательно проводится один раз по схеме, предусматривающей сбор не только традиционных данных, но и информации о состоянии растительного сообщества прогнозного характера (с привлечением накопленного опыта в геоботанических и фитоценологических исследованиях). В течение последующих лет регистрируется и анализируется информация о воздействиях на данной территории. При необходимости проводится лишь выборочная таксация для получения контрольных данных. Задача ближайшего будущего в этом направлении видится в организации совместной работы специалистов по фитоценологии, экологии леса и таксации над разработкой новой схемы таксационного описания, реализующей идею непрерывной таксации.

Структура БД таксационных описаний приводится в Приложении А5.

### **3.2.2.3. БД популяционных исследований**

Спектр популяционных исследований весьма широк. Для каждого вида может быть создана своя типовая БД. Нами разработана БД для хранения информации онтогенетических исследований ценопопуляций, включающая, в частности, сведения о местообитании, характеристике сообщества, жизненной форме вида, единицах учета, количественном и

процентном участии онтогенетических групп растений. Перечень полей формы БД по популяционным исследованиям приведен в Приложении А6. БД содержит порядка 100 документов, содержащие оригинальные исследования.

### **3.3. Справочные базы данных**

#### **3.3.1. БД ареалов видов**

В качестве источника БД ареалов была выбрана "Флора СССР" (Флора СССР, 1934-1960). В настоящее время в БД вводятся ареалы видов, содержащихся в зональном списке флоры Центрального Нечерноземья. Структура БД, описанная в Приложении А7, позволяет заносить в БД практически всю информацию, содержащуюся для каждого вида во "Флоре СССР", в предельно формализованном виде.

#### **3.3.2. БД по экологическим шкалам**

Экологические шкалы содержат количественную (балловую) оценку экологических свойств видов по ряду факторов, например, влажности, богатства, кислотности, засоленности почвы, степени ее пастбищной дигрессии, освещенности и другим характеристикам среды обитания. Шкалы могут быть диапазоными, содержащими амплитуды видов, и точечными. С помощью шкал можно сопоставить экологические характеристики разных видов по отношению к избранным факторам, а также дать оценку экологических свойств экотопа по составу растительности. Компьютерные БД по экологическим шкалам необходимы в связи с большим объемом шкал и высокой трудоемкостью их ручного использования.

БД, функционирующая в рамках ИАС, содержит:

- диапазонные экологические шкалы Л.Г.Раменского для 1428 видов растений по 5-ти экологическим факторам с учетом обилия (Раменский и др., 1956);

- диапазонные экологические шкалы Д.Н.Цыганова для 2127 видов сосудистых растений по 10-ти факторам (Цыганов, 1983) и для 200 мхов и лишайников по 10-ти факторам, любезно предоставленные Д.Н.Цыгановым;

- точечные экологические шкалы Ландольта по 10-ти факторам для 3412 видов растений (*Landolt, 1977*), любезно переданные авторам Е.Ландольтом в виде компьютерного файла.

Из них на настоящее время около 1000 видов растений приведено в соответствие с существующим списком флоры Центрального Нечерноземья.

Структура БД по экологическим шкалам приведена в Приложении А8.

Программы обработки геоботанических описаний по диапазонным экологическим шкалам реализуют три метода обработки и сопровождаются графической иллюстрацией. Пакет программ обработки, функционирующий вне системы *DataEase*, написан Т.А.Грохлиной на языке *C++* с использованием библиотеки *CodeBase*. Судя по публикациям (см., например, Дидух и др., 1991), аналогичные программы создаются в различных организациях. Специфика нашего комплекса состоит в его универсальности - в полноте введенных в БД экологических шкал и в реализации традиционных алгоритмов обработки.

Отдельно отметим БД по экологическим таблицам Д.П. Воробьева (Воробьев, 1953), которые используются для оценки местообитаний при таксации лесов (Приложение А8).

### 3.3.3. Эколого-ценотические БД

В настоящее время нами поддерживаются следующие справочные эколого-ценотические БД (перечни полей приведены в Приложении А9). БД по эколого-ценотическим группам А.А. Ниценко (Ниценко, 1969) - 8 групп с подгруппами для 340 видов. БД по историческим свитам Г.М. Зозулина (Зозулин, 1970) - 17 свит с подгруппами для 1174 видов растений. БД по группам геоэлементов Ю.Д.Клеопова (Клеопов, 1990) - 11 типов геоэлементов с подгруппами для 1041 вида; а также по ассоциациям широколиственных лесов Ю.Д.Клеопова (там же) - 15 ассоциаций с указанием 115 доминантных видов и 90 константных видов. Планируется создание БД эколого-ценотических групп видов по лесам Южного и Западного Подмосковья (Ильинская и др., 1982; Ильинская и др., 1985), степных видов (Семенова-Тян-Шанская, 1966).

### 3.3.4. БД типов стратегий видов

БД представляет собой список 853-х видов сосудистых растений с указанием стратегии их поведения в сообществе. Для 484-х видов растений указана амплитуда поведения по Грайму (*Grime et al.*, 1988); для 596-ти видов приведена экспертная

оценка наиболее характерного типа поведения вида в сообществе, выполненная О.В.Смирновой и Л.Б.Заугольной по методике, изложенной в работе (Смирнова, 1987). Структура БД показана в Приложении А10.

Кроме указанных выше справочных БД, нами поддерживается БД, содержащая продромус высших синтаксонов растительности (до подсоюза включительно) с указанием диагностических видов по источнику (Миркин и др., 1989). Также формируется структура БД высших синтаксонов растительности по доминантной классификации.

## **4. Структура диагностических блоков**

### **4.1. Диагностика синтаксономического положения сообщества**

Определение синтаксономического положения сообществ в международной системе классификации растительности, разработанной на основании подходов школы Й.Браун-Бланке, открывает ряд дополнительных возможностей для оценки различных параметров состояния фитоценозов:

1) синтаксономическое положение (принадлежность к классу, порядку, союзу, ассоциации) во флористической системе - это "адрес" сообщества, понятный большинству экологов растений;

2) на основании этого адреса возможно привлечение информации по различным параметрам структурно-функциональной организации аналогичных сообществ, полученным в различных странах, в том числе и по сукцессионному статусу и экологическим параметрам сообществ.

В ИАС процедура классификации и определения синтаксономического положения разбита на два этапа.

1. Процедура табличной обработки данных - программа *Syntaxon* (Приложение Б1).

2. Процедура синтаксономической интерпретации фитоценозов на основании их флористических списков.

В настоящее время полностью реализован первый этап, а второй находится в стадии разработки.

Для определения синтаксономической принадлежности получившихся в результате табличной обработки фитоценозов предполагается использовать автоматический анализатор флористических списков. Этот анализатор позволит на основании имеющейся базы данных по диагностическим видам

высших синтаксонов растительности России и прилегающих территорий (рангом от союза и выше) определять принадлежность видов предлагаемого списка к диагностическим блокам известных синтаксонов. По желанию пользователей возможно расширение имеющейся базы до ранга ассоциаций и субассоциаций для конкретной территории или типа растительности.

Поскольку в мировой литературе накоплен большой объем знаний по экологическим характеристикам, сукцессионному состоянию, интенсивности антропогенной нагрузки, продуктивности, хорологии и другим характеристикам растительных сообществ, относящихся к различным синтаксонам, предлагаемая процедура оценки синтаксономического статуса рассматриваемых сообществ позволит прорубить очередное "окно в Европу" и использовать богатейший опыт зарубежных коллег.

## **4.2. Оценка экотопа по составу растительности**

В этом блоке с использованием экологических шкал по составу растительности оцениваются экологические свойства экотопа: степень освещенности местообитания, увлажнение почвы, ее богатство, кислотность, содержание азота в почве, степень ее гранулированности, выраженность пастбищной депрессии и т.п. факторы. Кроме того, по составу растительности можно оценить климатические свойства данной местности. Для этого следует использовать следующие шкалы Д.Цыганова: термоклиматическую, криоклиматическую, шкалу континентальности климата и омброклиматическую шкалу аридности-гумидности.

В нашей системе можно пользоваться шкалами Раменского, Цыганова, Ландольта, известными в геоботанике и фитоценологии, а также экологическими таблицами Воробьева-Погребняка, используемыми в лесоведении при таксации. В таблицах каждому виду соответствует тот или иной диапазон экологических факторов, в котором он может произрастать (в случае интервальных шкал), либо некоторая позиция на экологической шкале, в которой данный вид себя чувствует наиболее комфортно (для точечных шкал).

Общая схема обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам выглядит следующим образом.

Исходными данными для экологической оценки экотопа являются: перечень видов с указанием их обилия (из геобота-

нических описаний), и соответствующий для видов перечень значений того или иного экологического фактора (из экологических шкал).

При использовании точечных шкал Ландольта количественное выражение оценки экотопа вычисляется как среднее для всех видов значение соответствующего экологического фактора, взвешенное по их обилию.

Обработка геоботанических описаний по интервальным шкалам Раменского или Цыганова возможна тремя следующими методами.

1. Первый метод - *экстремальных границ* - дает оценку экотопа на основе интервала максимального перекрытия амплитуд. В результате получаем три значения - левую, правую границы и середину интервала максимального перекрытия. Если перекрытие амплитуд отсутствует, то средняя оценка интервала не приводится (условно равна 0).

2. Второй метод - *пересечения большинства интервалов* - позволяет увеличить ширину интервала перекрытия за счет отсека части (25%) видов, соответствующие границы амплитуд которых находятся наиболее близко к интервалу максимального перекрытия.

3. Третий метод - *средневзвешенной середины интервала* - позволяет учесть обилие видов при оценке экотопа. От середины интервала максимального перекрытия оценка смещается в сторону амплитуд видов с большим обилием.

Первый метод рекомендуется для учебных целей, он дает грубую оценку экотопа. Второй и третий методы могут давать несколько различающиеся результаты в пределах одного балла. Наиболее дифференцированно экологический режим экотопа диагностируют оценки, получаемые третьим методом.

Подробный разбор 3-х методов обработки по интервальным экологическим шкалам, приведенный в Приложении Б2 иллюстрирует особенности получаемых оценок по каждому методу. Оценка по первому методу характеризует интервал максимального перекрытия. Второй метод позволяет не учитывать крайние ситуации. Этот метод особо рекомендуется для обработки по шкалам Раменского, где амплитуды видов указаны довольно узко, в результате чего обработка по первому методу зачастую дает нулевой интервал пересечения (т.е. левая граница одних видов превосходит правую границу других видов в рамках одного и того же геоботанического описания). Третий метод дает оценку экотопа с учетом обилия видов.

Имея экологические оценки экотопов по составу растительности, мы можем ординировать местообитания по градиентам факторов, строить экологические ряды, находить экологически однородные участки территории.

В *табл. 1* приведены результаты обработки по экологическим шкалам Цыганова по второму методу (пересечения большинства интервалов) ряда геоботанических описаний, собранных в 6-ти модельных кварталах Приокско-Террасного заповедника.

Из таблицы видно, что оценки по шкале увлажнения почвы (**Hd**) на данной территории меняются от 10 баллов (что соответствует луговостепному/сухолесолуговому увлажнению) в сухих сосняках до 14.7 баллов (сыролесолуговое увлажнение) в черноольшанниках.

Оценки по шкале освещенности (**Lc**) меняются от 2.5 баллов (открытых/полуоткрытых пространств) на прогалинах и полянах до 5.5 баллов (освещенности светлых/тенистых лесов) в ельниках и липняках.

Оценки по шкале богатства почвы (**Tr**) изменяются от 4 баллов (бедных/небогатых почв) в березняках до 6.5 - 7 баллов (довольно богатых почв) в липняках и на сенокосных полянах.

Оценки по шкале богатства почв азотом (**Nt**) изменяются от 3 - 4 баллов (очень бедных азотом почв) в сосняках и березняках до 7 - 8 баллов (достаточно обеспеченных азотом почв) в черноольшанниках, липняках и на сенокосных полянах.

Оценки по шкале кислотности (**Rc**) меняются от 3.7 - 4 баллов (кислых почв) в ельниках и в отдельных березняках до 8 - 8.6 баллов (нейтральных почв) на полянах, в липняках и в некоторых березняках.

*Таблица 1 (обозначения см. в тексте)*

	<b>Hd</b>	<b>Lc</b>	<b>Tr</b>	<b>Nt</b>	<b>Rc</b>
ч/ольшан.	14.7	3 - 4.5	6	7	7.6
ельники	13.5	5.5	5.5	4.5	4
липняки	13	5.5	6.5	7	8
березняки	12.5	4	4	4	3.7 - 8
поляны	10.8	2.5	6 - 7	5.6 - 8	8.6
сосняки	10 - 11.6	3	5.5	3 - 5.5	6.8

Геоботанические описания, характеризующие черноольшанники, были взяты в выделе 28 квартала 40 и выделе 5 квартала 41. Геоботанические описания ельников были взяты в 6-ом и 9-ом выделах 36-го квартала и в 3-ем выделе квартала 38а; липняков - в выделах 22 и 43 квартала 41; березняков - в выделах 3 и 12 квартала 36а; полян и прогалин - в выделе 27 квартала 38а и выделе 20 квартала 37; сосняков - в выделах 13 и 16 квартала 36.

В случаях, когда геоботанические описания на исследуемую территорию отсутствуют, экологическую оценку экотопа можно получить из таксационных описаний. В большинстве случаев такая оценка дается таксаторами экспертным путем при составлении таксационных описаний, где она и фиксируется в графе "тип условий произрастания". Кроме того, пользуясь шкалами Воробьева (1953) и видовым составом растительности, приведенным в таксационных описаниях, можно получить расчетную оценку экологических свойств экотопа - богатства и влажности почвы. Разбор метода обработки дан в Приложении Б3.

При работе с расчетными значениями следует учитывать, что они не всегда совпадают с экспертными оценками, зафиксированными в таксационных описаниях. Так, для 6-ти модельных кварталов ПТЗ в 25% случаев характеристика местообитания в таксационных описаниях была смещена в сторону более сухих или бедных почв по сравнению с результатами обработки перечня видов из описаний по шкалам Воробьева. На *рис.4А и 4Б* для сравнения приведены карты таксационных выделов 6-ти модельных кварталов ПТЗ с указанием типов условий произрастаний, взятых из таксационных описаний и полученных при обработке по шкалам Воробьева.

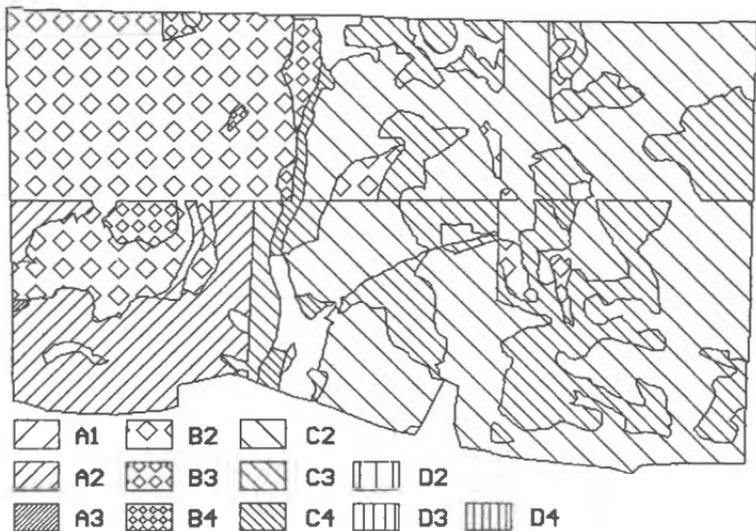


Рис. 4А. Карта-схема таксационных выделов 6-ти модельных кварталов ПТЗ с указанием типа условий произрастаний, взятых из таксационных описаний



Рис. 4Б. Карта-схема таксационных выделов 6-ти модельных кварталов ПТЗ с указанием расчетных типов условий произрастания

### 4.3. Диагностика сукцессионного состояния биотопов

Данный блок рассчитан на ординацию исследуемых биотопов по сукцессионным признакам, обсуждавшимся в разделе 1.

Как уже говорилось, климаксовый ценоз получает балл 1. Отклонение любого конкретного ценоза от климакса оценивается в баллах (не больше 5) по ряду признаков, которые мы последовательно рассмотрим.

#### 1. Степень гетерогенности среды - развитие ВПК.

Этот признак относится к экосистемному уровню, поскольку характеризует (хотя и косвенно) не только состояние растительности, но и почвы. Признак оценивает близость исследуемого биотопа к устойчивому климаксовому состоянию по степени развития фитогенной мозаики: чем она разнообразнее по размерам, тем ближе состояние биотопа к перманентно устойчивому. Информация по степени развития ВПК хранится в базе данных геоботанических описаний.

Степень развития ВПК оценивается по пятибальной шкале: 1 - вывалы разновозрастные, представленные как коротко, так и долгоживущими видами, мозаика разноразмерная (крупные, средние и мелкие окна), проработана вся территория биотопа, 2 - вывалы разновозрастные, мозаика средняя и мелкая, проработано более половины территории биотопа, 3 - вывалы одновозрастные, мозаика мелкая, проработано менее половины биотопа, вывалы в основном короткоживущих видов, 4 - вывалы одновозрастные только короткоживущих видов, единичные, 5 - вывалы отсутствуют.

2. Степень отклонения видового состава растительности от потенциальной флоры экотопа: чем больше потери потенциальной флоры, тем сильнее отклонение.

Мы полагаем, что в состав потенциальной флоры для каждого биотопа входят те виды из флоры региона, которые по своим экологическим амплитудам соответствуют характеристикам данного биотопа по основным экологическим факторам.

Исходным списком для решения данной задачи является список видов того речного бассейна, к которому относится исследуемый биотоп (реки третьего порядка - р.Таденки для ПТЗ). На данном этапе в анализ включаются только сосудистые растения (без мхов и лишайников). Из этого списка предварительно исключаются синантропные и адвентивные виды растений, отмеченные особо в списке видов флоры

Нечерноземья. Расчетный список потенциальной флоры биотопа получается с помощью сопоставления видовых экологических шкал и диапазонов факторов (в баллах), характерных для данного биотопа. Для этого предназначена специальная процедура в СУБД *DataEase*.

Список реальной флоры биотопа составляется на основе серии геоботанических описаний (не менее 20), относящихся к одному биотопу. С помощью маршрутных проходов между площадками список может быть дополнен относительно редко встречающимися видами. Из списка реальной флоры также исключаются синантропные и адвентивные виды.

Виды, присутствующие в списке реальной флоры, но отсутствующие в списке потенциальной флоры, являются кандидатами на последующую корректировку амплитуд их экологических свойств в экологических шкалах. Эти виды, вместе с видами расчетного списка потенциальной флоры, составляют общий список потенциальной флоры биотопа.

Виды, присутствующие в общем списке потенциальной, но отсутствующие в списке реальной флоры, составляют максимальные потери биотопа. Потери оцениваются в процентах от общего числа видов потенциальной флоры.

Отдельно отмечаются пограничные виды, границы экологической амплитуды которых хотя бы по одному фактору совпадают с границами заданного диапазона по этому фактору. Список видов, составляющий минимальные флористические потери биотопа, состоит из списка видов максимальных потерь за вычетом пограничных видов.

Чем сильнее потери потенциальной флоры, тем дальше отстоит данный биотоп от равновесного состояния.

**3. Степень представленности видов с разным типом стратегий.** Для получения данной характеристики используется процедура СУБД *DataEase*, работающая со списком видов из геоботанических описаний и БД типов стратегий видов.

**4. Количество автохтонных видов.** Для ПТЗ автохтонными видами являются виды неморальной группы. В процедуре СУБД *DataEase* для получения данной оценки используются списки видов из БД геоботанических описаний и информация из эколого-ценотических БД.

**5. Структура онтогенетических спектров популяций деревьев и кустарников:** чем больше видов с неполночленными популяциями, тем сильнее сукцессионные отклонения и тем хуже перспективы восстановления устойчивой структуры. Информация

в данный блок берется из геоботанических описаний (по-ярусных списков видов). Частично этот материал может содержаться в таксационных описаниях (формула древостоя и подлеска, численность подроста по видам). Полная и точная информация о демографическом состоянии деревьев и кустарников содержится в БД онтогенетических исследований.

Таким образом, для сукцессионной оценки растительного сообщества в целом в пределах выдела или биотопа используются две характеристики: степень выраженности ВПК и потери потенциальной флоры.

Для оценки синузии деревьев используются следующие характеристики:

- потери флористического разнообразия данного биотопа в процентах от числа видов деревьев данного речного бассейна;
- участие R-видов в процентах от суммарного обилия (покрытия) всех видов древесного полога. Оптимальным считается 30%. Снижение или увеличение доли эксплерентов свидетельствует о сукцессионных отклонениях;
- степень монодоминантности, т.е. процент участия наиболее обильного вида от суммарного обилия (покрытия) видов древесного яруса. Чем резче выражена монодоминантность, тем сильнее отклонение. Аналогом этой оценки служит определение числа содоминантов (моно-, олиго-, полидоминантность);
- степень демографической полночленности, определяемая как процент видов с полночленными популяциями (присутствующих во всех ярусах) от общего числа видов синузии.

Для оценки синузии кустарников используются практически те же характеристики, что и для оценки синузии деревьев: потери флористического разнообразия, степень монодоминантности наиболее обильного вида, степень демографической полночленности популяций кустарников.

Синузия трав оценивается по проценту участия видов автохтонной группы (неморальной для широколиственных и бореальной для северных лесов) в процентах от суммарного обилия видов травянистого яруса. Мы считаем, что участие видов автохтонной группы должно быть уравновешенным, т.е. они должны составлять около 50%. Резкое снижение, как и абсолютное преобладание указанной группы является результатом сукцессионного отклонения.

Перечисленные характеристики флоры, синузий и популяций, используемые для оценки сукцессионного состояния растительного сообщества в пределах отдельных биотопов,

вычисляются в процентах путем сопоставления информации из баз первичных данных (прежде всего, геоботанических или таксационных описаний) и справочных БД.

Общая оценка сукцессионного состояния каждого биотопа может быть получена с помощью среднего балла. Перевод процентных соотношений в баллы приведен в *табл. 2*.

*Таблица 2. Перевод процентных и числовых соотношений признаков сукцессионного состояния лесных биотопов в баллы*

Признак	Баллы / проценты (число)
Флористическое богатство	
Участие R-видов в древесном ярусе	
Число содоминантов	
Доля демографически полночленн. популяций	
Участие неморальной группы в травян. ярусе	

Данные характеристики используются для ординации и кластеризации биотопов в сукцессионном отношении. На этой основе чего могут быть сделаны количественные прогнозы динамики растительных сообществ, в том числе и с применением пространственных математических моделей, а также разработаны рекомендации по режиму использования территории.

## Заключение

В данной работе приведена только общая структура ИАС. Результаты применения описанных методов к конкретным объектам - Приокско-Террасному заповеднику и заповеднику "Калужские засеки" - подготавливаются к печати.

Каждый блок ИАС может быть использован не только в рамках предлагаемой системы, но и отдельно в работах лесоводов, фитоценологов, геоботаников, флористов для информационной поддержки исследований растительности, синтаксономического и флористического анализа, экологической ординации сообществ.

Работа выполнена в рамках Государственной научно-технической программы "Экологическая безопасность России" Министерства экологии и природных ресурсов РФ. Задания №№ 5.4.5.4, 5.4.3.10, 11.3.6. Работа поддержана грантом Международного научного фонда Дж.Сороса N1 N000.

## Литература

Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных. М.: Финансы и статистика, 1983. 317 с.

Воробьев Д.П. Типы лесов европейской части СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1953. 452 с.

Восточноевропейские широколиственные леса. Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 1994. 364 с.

Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды. М.: Наука, 1989. 264 с.

Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа. 1979. 368 с.

Дидух Я.П., Плюта П.Г., Каркуциев Г.Н. Опыт фитоиндикации экологических режимов экотопов долины р.Ворсклы // Бот. журн. 1991. Т.76, №5. С.699-709.

Зозулин Г.М. Анализ лесной растительности степной части бассейна р.Дона в пределах Ростовской и Волгоградской областей. Рукопись дисс. ... д-ра биол. наук. Л., 1970. 287 с.

Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов на территории бывшего СССР // *ARCTOA*, 1992. No.1. P.1-85.

Ильинская С.А., Матвеева А.А., Казанская Т.Н. Типы леса // Леса Южного Подмосковья. М.: Наука, 1985. С.54-205.

Ильинская С.А., Матвеева А.А. и др. Типы леса // Леса Западного Подмосковья. М.: Наука, 1982. С.20-150.

Ипатов В.С. Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах // Бот. журн. 1990. Т.75, №10. С.1380-1388.

Клеопов Ю.Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Киев: Наукова думка, 1990. 531 с.

Миркин Б.М., Соломещ А.И., Ишбирдин А.Р., Алимбекова Л.М. Список и диагностические критерии высших единиц эколого-флористической классификации растительности СССР. М.: ИЭМЭЖ, 1989. 46 с.

Нефедьев В.В. Организация мониторинга лесов Русской равнины при лесоустройстве // Совещание "Леса Русской равнины". Тезисы докладов 16-18 ноября 1993. М., 1993. С.137-138.

Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн. 1969. Т.54, № 7. С.1002-1014.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз 1956. 472 с.

Семенова-Тян-Шанская А.М. Динамика степной растительности. М.: Наука, 1966. 169 с.

Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М.: Наука, 1987. 207 с.

Смирнова О.В., Чистякова А.А., Попадюк Р.В., Евстигнеев О.И., Коротков В.Н., Митрофанова М.В., Пономаренко Е.В. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). Пушкино, 1990. 92 с.

Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.

Флора СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1934-1960. Т.I - XXX.

Ханина Л.Г., Зубкова Е.В. Структура полей базы данных геоботанических описаний растительности // Тезисы в сб. "Популяционная биология растений и популяционная концепция в фитоценологии." Материалы школы - конференции молодых ученых, 3-5 февраля 1993, МГУ. (В печати).

Ханина Л.Г., Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Попадюк Р.В., Зубкова Е.В. База данных геоботанических описаний на ЭВМ (предложения по стандартизации) // Популяции растений: принципы организации и проблемы охраны природы. Йошкар-Ола, 1991. С.98.

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. Л.: Наука, 1981. 509 с.

Экоинформатика. Теория. Практика. Методы и системы. Под ред. В.Е. Соколова. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1992. 520 с.

*Grime J.P., Hodson J.D., Hunt R. Comparative plant ecology. A functional approach to common british species. London: Unwin Hyman, 1988. 742 p.*

*Landolt E. Okologische Zeigerwerts zur Sweizer Flora // Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich, 1977. H.64. S.1-208.*

*Understanding GIS, ARC / INFO-method. Enviromental System Research Istitute (ESRI), Inc, Redlands, CA USA, 1989.*

*Zykov K., Ostrowsky M., Priklonsky S., Zykov N. Usage of spatial data processor on personal computers for mammal species area cartography and analysis // Pushchino, 1992. 16 p.*

## Приложение А1. Структура базы данных по видам сосудистых растений

В разработке БД принимали участие: Л.Г.Ханина, Т.О.Яницкая.

Для каждого вида указываются латинское и русское названия, системный код вида, основные синонимы (рис.П.1). Список синонимов, помимо основных, включает синонимы и разные варианты написания видов, встреченные нами в различных источниках. В системе также поддерживаются списки семейств и родов сосудистых растений (рис.П.2, рис.П.3). Системный код служит для связи основных латинских и русских названий видов со своими синонимами (один и тот же код у всех возможных наименований одного вида), а также для взаимосвязи семейств, родов и видов. Код является девятизначным - три цифры на номер семейства, три - на номер рода внутри семейства, три - на номер вида внутри рода.

Латинское название вида (текст, 60)  
Русское название вида (текст, 60)  
Сокращенное название вида (текст, 12)  
Код семейства (число, 3)  
Код рода (число, 3)  
Код вида внутри рода (число, 3)  
Код вида системный (число, 9)  
Синонимы вида (текст, 60) (многозначное поле)

*Рис.П1. Перечень полей формы БД списка видов сосудистых растений. После наименования поля в скобках указан тип поля и количество знаков в нем. Синонимы вводятся в отдельную форму, но одновременно с основным наименованием вида (на том же самом экране компьютера)*

Латинское название семейства (текст, 50)  
Русское название семейства (текст, 50)  
Код семейства (число, 3)  
Синонимы: 6 полей (текст, 50)

*Рис.П2. Перечень полей БД списка семейств*

Латинское название рода (текст, 40)  
Русское название рода (текст, 40)  
Код семейства (число, 3)  
Код рода (число, 3)  
Синонимы: 8 полей (текст, 40)

*Рис. ПЗ. Перечень полей БД списка родов*

## **Приложение А2. Словарь-справочник названий видов растений *Botanics Guide***

Автор программы - В.С.Губанов, наполнение словаря - Т.О.Яницкая.

Редактирование названий растений отнимает значительную часть времени ботаника-флориста, является трудоемкой рутинной процедурой. Использование компьютера позволяет автоматизировать этот процесс, быстро ввести нужные названия без обращения к специализированным словарям и устранить ошибки, возникающие при обычном способе ввода ботанических терминов.

Программа *Botanics Guide* - это резидентная система интерактивных словарей. В состав системы входит словарь флоры Центральной России (латинские, русские названия и синонимы по Черепанову) и пользовательский словарь, который создается в процессе эксплуатации *Botanics Guide*.

*Botanics Guide* имеет два режима работы: прямой и контекстный поиск. В режиме прямого поиска в словаре осуществляется ускоренный поиск названия вида. Предусмотрен экспорт выбранного названия в редактор или поле базы данных и изменение размеров информационного окна. Режим контекстного поиска позволяет осуществить поиск в словаре, не выходя из программы, например, в текстовом редакторе, СУБД и т.д., а затем отредактировать название, если оно было введено с ошибками.

## **Приложение А3. Структура базы данных по видам мхов**

Автор-разработчик БД - М.С.Игнатов (*рис. П4*).

Семейство (текст, 20)  
 Род (текст, 20)  
 Вид (текст, 20)  
 Автор (текст, 50)  
 Подвид (текст, 40)  
 Автор подвида (текст, 53)  
 География: Арктика (текст, 19)  
     Европа (текст, 35)  
     Кавказ (текст, 6)  
     Сибирь (текст, 12)  
     Дальний Восток (текст, 14)  
     Средняя Азия (текст, 8)  
 Синонимы рода (текст, 20)  
 Синонимы вида (текст, 20)  
 Синонимы подвида (текст, 25)

Рис.П4. Перечень полей формы БД списка мхов

#### **Предложение А4. База данных геоботанических описаний**

В разработке БД принимали участие Л.Б.Заугольнова, Л.Г.Ханина, О.В.Смирнова, Е.В.Зубкова, Р.В.Попадюк, В.Г.Онипченко. Консультации при разработке БД оказывали Л.А.Жукова, М.М.Паленова, М.М.Серебряный, К.П.Савов. Программы обработки геоботанических описаний по справочным фитоценоотическим БД в системе *DataEase* написаны Е.М.Глухой.

Структурно БД геоботанических описаний, разработанная для реляционной (табличной) СУБД *DataEase*, состоит из двух связанных между собой форм (Ханина и др., 1991). В корневой форме указывается адрес описания, характеристика экотопа, общая характеристика растительного сообщества и характеристика сообщества по ярусам. Объектом здесь является фитоценохора в ранге ассоциации или более мелкой единицы. С корневой формой по номеру описания связана подчиненная форма, которая содержит характеристику населения вида по ярусам. В этом блоке объектом является видовая популяция в границах ассоциации (ценопопуляция, экотопическая популяция). С одной записью корневой формы связано некоторое число записей подчиненной формы, соответствующее суммарному числу видов в каждом ярусе описания. Взятые вместе

эти формы образуют стандартный бланк геоботанического описания.

Как для корневой, так и для подчиненной формы, существует понятие "основной формы", которая включает список всех возможных полей соответствующей формы БД. При этом каждый исследователь может составить свою конфигурацию формы из необходимых ему полей. Внутренние (системные) наименования полей при этом должны быть одинаковыми. Таким образом достигается информационное единство материалов отдельных исследователей. В случае, когда исследователю требуется ввести новое поле, желательно, чтобы оно также фиксировалось в основной форме БД. При работе в специфических природных ландшафтах (например, горах, тундре, болоте) могут существовать отдельные блоки формы для подробного их описания. Эти блоки должны стыковаться с основной формой по опорным полям описания экотопа, которые обязательно существуют всегда и представляют собой характеристики, подходящие к ландшафту любого типа.

Особо требуется отметить необходимость поддержки в базе данных полей-привязок к карте для возможности последующей работы с геоботаническими описаниями в автоматизированных картографических, или геоинформационных, системах - ГИСax (*Understanding GIS*, 1989).

Отметим, что заполнение подчиненной формы - ввод наименований видов, осуществляется непосредственно из зонального (или общего) списка видов.

Основные проблемы ведения БД геоботанических описаний связаны с большим количеством полей в основной форме БД, с одной стороны, и с разнообразием требований к перечню полей возможных пользователей, с другой. Поскольку каждый исследователь может скомпоновать свой вариант рабочей формы БД (корневую и подчиненную формы), то необходимо строгое поддержание порядка при их образовании и слиянии. В противном случае существует опасность нестыковки данных разных пользователей, и даже потеря информации. Такая же тщательность соблюдения "технологического режима" требуется при ведении опорных полей формы (при ведении отдельных блоков специфических ландшафтных описаний).

Ввиду большого объема формы (около 200 полей), перечень полей БД геоботанических описаний здесь не приводится. Для этого см. Ханина, Зубкова, 1993.

## Приложение А5. Структура БД таксационных описаний

Таксационная БД представляет собой формализованную запись информации из таксационных книг (*рис.П5, П6*). Администрирование БД осуществляет Е.М.Глухова. Картографический интерфейс к БД средствами системы *SDP* М.А. Островского (*Зыков К. et al., 1992*), поддерживает Е.В.Зубкова. На настоящее время БД содержит более 2300 записей - информацию о всех 57-ми кварталах ПТЗ.

КВАРТАЛ: 36	ВЫДЕЛ: 1	Площадь: 0.4(га)
Тип условий произрастан.: В2 Назв. ассоц. (тип леса): ор-зм		
Тип почвы: дерново-среднеподзолистая супесчаная		
Запас на выделе:		
Сух. лес: Редины: Един. деревья: Захламл.: Ликвид:		
Комм.: Береза (70, 25\26)		
		<u>ЗАПАС</u>
Ярус Ф-ла древост.	Вид-доминант	К В Г СВ СД Бн Плн ср сс сум
1	9С1Б	Сосна, Б 5 100 2 26 32 II 0.6 250 10
2		
3		
-----		
К-класс возраста, Воз-возраст, СВ-ср.высота, СД-ср.диаметр, Бн-бонитет, Плн-полн. ЗАПАС: ср-сырораст. леса, сс-сухост. леса, сум-всего в выд. сырораст. леса		
-----		
ПОДРОСТ: Формула: 10Е(10)		
Возр.: - Выс. (м): 2.0 Плотн-ть: 3 (тыс.шт./га) Полнота: -		
Комм.: благонадежного 3 тыс.шт/га, неравномерный		
ПОДЛЕСОК: Формула: ракитник		
Возр.: - Выс. (м): - Плотн-ть: - (тыс.шт./га) Полнота: -		
Комм.: редкий		
ТРАВ. ЯРУС: пятна зеленых мхов, черника, ландыш, вейник, орляк		

*Рис.П5. Экземпляр записи БД таксационных описаний*

Квартал (текст, 3) Выдел (число, 2) Площадь, га (число, 3)  
Тип условий произрастания (текст, 2)  
Название ассоциации - тип леса (текст, 60)  
Тип почвы (текст, 60)  
Запас на выделе: сухостойный (число, 2)  
                                    захлапленный (число, 3)  
                                    ликвидный (число, 2)  
Редина (число, 2) Единичные деревья (число, 3)  
Комментарий (текст, 140)

Ярус 1 / Ярус 2 / Ярус 3

Формула древостоя (текст, 35)

Вид-доминант (текст, 10)

Класс возраста (текст, 2)

Возраст (число, 3)

Группа (число, 1)

Средняя высота (число, 2)

Средний диаметр (число, 2)

Бонитет (выбор) :

1. I	3. III	5. V	7. IIa	9. IVa
2. II	4. IV	6. Ia	8. IIa	10. Va

Полнота (число, 2)

Запас: сырораств. леса (число, 3)

          сухост. леса (число, 2)

          всего в выделе сырораств. леса (число, 3)

Подрост: формула (текст, 60)

          возраст: мин. (число, 2) - макс. (число, 2)

          высота, м: мин. (число, 3) - макс. (число, 3)

          плотность, тыс.шт. на га (число, 3)

          полнота (число, 2)

          комментарий (текст, 75)

Подлесок: формула (текст, 60)

          возраст: мин. (число, 2) - макс. (число, 2)

          высота, м: мин. (число, 3) - макс. (число, 3)

          плотность, тыс.шт. на га (число, 2)

          полнота (число, 2)

          комментарий (текст, 75)

Травяной ярус (текст, 150)

*Рис.Пб. Перечень полей формы БД таксационных описаний*

## Приложение А6. Перечень полей формы БД онтогенетических исследований ценопопуляций

Автор-разработчик БД - Л.Б.Заугольнова.

Идентификатор записи (текст, 5)	
Автор данных (текст, 30)	Источник данных (текст, 255)
Адрес местообитания (текст, 60)	
Год (число, 4)	Месяц (число, 2)
Номер геоботанического описания (текст, 8)	
Характеристика сообщества :	
высота, м (число, 4)	
общее проективное покрытие, % (число, 4)	
доминанты (текст, 160)	
название ассоциации по флорист. классификации (текст, 80)	
Число площадок (число, 2)	
Размер площадки, м*м (2 поля, число, 4)	
Латинское название вида (текст, 60)	
Русское название вида (текст, 60)	Код вида (число, 9)
Жизненная форма (текст, 144)	
Счетная единица (текст, 17)	
Изменение счетной единицы в онтогенезе (текст, 160)	
Кол-во единиц (абс. знач.):	j im v g1 g2 g3 ss s сумма
семенного происхождения	
вегетативного происхождения	27 полей (числа, 3)
общее количество	
Кол-во единиц (%):	j im v g1 g2 g3 ss s плотн.
семенного происхождения	
вегетативного происхождения	33 поля (числа, 4)
общее количество	
Кол-во всходов (число, 5) на площадь, кв.м (число, 5)	
Комментарий (текст, 255)	
Характеристика экотопа: автор шкалы (текст, 1)	
увлажнение: балл (число, 5)	
(выбор) 1) недостаточное 2) умеренное 3) избыточное	
богатство почвы: балл (число, 3)	
(выбор) 1) высокое, 2) среднее, 3) низкое	
освещенность: балл (число, 3)	
(выбор) 1) откр. участков 2) полутен. участков 3) тен. участков	

Рис.П7. Перечень полей формы БД онтогенетических исследований

## Приложение А7. Структура БД ареалов видов

Разработчик БД - Е.М.Глухова.

Ареалы в этом источнике обозначаются указанием районов и подрайонов (последнее - для районов территории бывшего СССР). БД районы и подрайоны нумеруются (формат района R00, формат подрайона R00S00). Каждый район/подрайон снабжен односимвольным полем для указания, если нужно, кода комментария к информации о встречаемости вида: 1 - редко, 2 - под вопросом, 3 - сомнительно, 4 - данные по литературе, 5 - спорадически, 6 - занесено, 7 - дико. В отдельном поле "Комментарий", если требуется, помещается вся дополнительная информация по ареалу вида.

Латинское название вида (текст, 60)		
Код вида (число, 9)		
Район R01 - Арктика:		
8 подрайонов (формат R00S00),	8 полей	(текст, 1)
Район R02 - Европейская часть:		
9 подрайонов (формат R00S00),	19 полей	(текст, 1)
Район R03 - Кавказ:		
6 подрайонов (формат R00S00),	6 полей	(текст, 1)
Район R04 - Западная Сибирь:		
4 подрайона (формат R00S00),	4 поля	(текст, 1)
Район R05 - Восточная Сибирь:		
4 подрайона (формат R00S00),	4 поля	(текст, 1)
Район R06 - Дальний Восток:		
7 подрайонов (формат R00S00),	7 полей	(текст, 1)
Район R07 - Средняя Азия:		
10 подрайонов (формат R00S00),	10 полей	(текст, 1)
Районы с R08 по R22:		
16 подрайонов (формат R00S00),	16 полей	(текст, 1)
Комментарий (текст, 255)		

*Рис.П8. Перечень полей формы БД ареалов видов*

Специфика БД ареалов состоит в том, что для ее эффективного использования необходимо наличие картографического интерфейса. Так же, как и в случае таксационной БД, для этой цели мы используем систему *SDP* М.А.Островского. Привязка к карте осуществляется через номер района или подрайона "Флоры СССР".



Латинское название вида (текст, 60)
Номер вида (текст, 4)      Код вида (число, 9)
Шкала увлажнения (текст, 1)
Растения встречаются в местах, подверженных заливанию текущими водами (текст, 1)
Растения встречаются в местах с резким колебанием уровня увлажнения почвы (текст, 1)
Растения, растущие под водой (текст, 1)
Растения с погруженными в воду или плавающими органами (текст, 1)
Растения с плавающими на поверхности воды листьями (текст, 1)
Укореняющиеся в воде растения, большая часть листьев которых находится в воздухе (текст, 1)
Шкала кислотности почвы (текст, 1)
Шкала богатства почв элементами минерального питания (текст, 1)
Шкала гумусированности почвы (текст, 1)
Шкала гранулометрического состава или дефицита аэрации (текст, 1)
Растения нестабильных почв - индикаторы подвижных субстратов (текст, 1)
Шкала засоления почв (текст, 1)
Растения могут расти на засоленных почвах (текст, 1)
Растения избегают засоленных почв (текст, 1)
Шкала светолюбия (текст, 1)
Температурная шкала (текст, 1)
Шкала континентальности (текст, 1)
Тип жизненной формы: 12 полей (текст, 1)

*Рис. П11. Перечень полей формы БД по экологическим шкалам Е.Ландольта*

В БД по экологическим таблицам Б.Д.Воробьева информация о 881 виде сосудистых растений, мхов и лишайников представлена в виде шкалы с 5-ю градациями частоты встречаемости растений при той или иной оценке влажности и богатства почвы (рис. П12). В каждой клетке матрицы проставляется число от 1 до 5 в зависимости от встречаемости вида: 5 - характерен, часто встречается; 4 - отмечен, встречается; 3 - встречается редко; 2 - изредка заходит; 1 - крайне редко. Разработку структуры БД по шкалам Воробьева и ее заполнение выполнила Л.Б.Заугольнова.

	Латинское название вида (текст, 60)			
	Код вида (число, 9)			
Типы лесного участка:	трофность			
	А.Очень бедные	В.Бедные	С.Богатые	Д.Очень богатые
1.Сухие	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)
2.Свежие	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)
3.Влажные	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)
4.Сырые	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)
5.Мокрые	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)	(число, 1)

*Рис.П12. Перечень полей формы БД по экологическим шкалам Д.П.Воробьева*

### **Приложение А9. Перечни полей эколого-ценотических БД**

В разработке этих БД принимали участие Л.Б.Заугольнова, Л.Г.Ханина, Т.О.Яницкая, О.В.Смирнова, Р.В.Попадюк, М.М.Паленова, Е.В.Зубкова.

Наименование группы (текст, 20)
Наименование подгруппы (текст, 40)
Латинское название вида (текст, 60)
Код вида (число, 9)

*Рис.П13. Перечень полей формы БД эколого-ценотических групп А.А.Ниценко*

Наименование свиты (текст, 24)
Наименование подгруппы (текст, 20)
Латинское название вида (текст, 60)
Код вида (число, 9)

*Рис.П14. Перечень полей формы БД исторических свит Г.М.Зозулина*

Геоэлемент (текст, 5)
Латинское название вида (текст, 60)
Код вида (число, 9)
Ассоциация (число, 2)
Доминант (текст, 1)
Константный вид (текст, 1)

*Рис.П15. Перечень полей формы БД групп геоэлементов и ассоциаций Ю.Д.Клеопова*

## Приложение А10. Перечень полей БД типов стратегий видов

Авторы-разработчики: Л.Б.Заугольнова, О.В.Смирнова, Л.Г.Ханина, Е.М.Глухова.

Латинское название вида (текст, 60)  
 Код вида (число, 9)  
 Тип стратегии по Грайму:  
 (текст, 3) / (текст, 3)  
 Тип стратегии по Смирновой-Заугольновой (текст, 3)

Рис.П16. Перечень полей формы БД типов стратегий

## Приложение. Б1. Процедура табличной обработки данных - программа *Syntaxon*

Авторы - разработчики: В.Г.Онипченко, И.Л.Овчинников.

The screenshot shows a window with a table and several labels. The table has columns for 'названия видов' (species names), 'коэффициенты связи видов' (species connection coefficients), and 'классы встречаемости видов' (species occurrence classes). Below the table, there is a label 'коэффициенты сходства площадок' (site similarity coefficients) and a field for 'название вида (полностью)' (full species name).

текущая площадка (все знаки)	aa . названия . . a	коэффициенты связи видов
	11 . площадок . . 2	
	01 . (3 знака) . . 0	классы встречаемости видов
	номера столбцов	
.....	№ г+ 311r21321113	V
.....	с 11 33 ggg	6 I
названия	т + +	4 I
видов. . .	р 1 +	4 I
( 15 букв )	о данные 4	3 I
.....	к	3 0

9988777765422 — коэффициенты сходства площадок

название вида (полностью)

Рис.П17. Расположение информации на экране в программе *Syntaxon*

Процедура табличной обработки массивов геоботанических описаний, реализованная в программе *Syntaxon*, позволяет осуществлять как набор стандартных операций, применяемых при

ручной табличной обработке (перестановка столбцов и строк, групп описаний и видов, выделение и работа с отдельными блоками внутри массива описаний, включение/выключение значений обилия видов, изменение масштаба представления таблицы, сортировка видов по классам встречаемости и др.), так и ряд операций автоматической классификации (сортировка видов и описаний с использованием различных коэффициентов сходства и корреляции). Визуализация всех процедур позволяет осуществлять классификацию в диалоговом режиме, сменяя по усмотрению исследователя "ручные" и автоматические операции. Входные файлы к этой программе могут иметь различный формат и легко организуются как в любом табличном и текстовом редакторе, так и в БД геоботанических описаний. Расположение информации на экране показано на *рис. III 7*.

## Приложение Б2. Пример обработки геоботанических описаний по интервальным шкалам

Рассмотрим обработку по шкале увлажнения Цыганова фрагмента геоботанического описания, составленного в ельнике 6-го выдела квартала 36 Приокско-Террасного заповедника.

Шкала увлажнения Цыганова содержит 23 балла, которые соответствуют изменению характера увлажнения почвы от пустынного до водного.

На *рис. III 8* приведены амплитуды 11-ти видов 6-го выдела 36-го квартала по данному фактору, взятые из шкал Цыганова. Общий диапазон увлажнения для данных видов меняется от 7 баллов у *Calamagrostis arundinacea* (что соответствует среднестепному увлажнению) до 20 баллов у *Pinus sylvestris* (болотно-прибрежное увлажнение). Максимальная левая граница по фактору - 11 баллов (сухолесолуговое увлажнение) - у видов *Dryopteris carthusiana* и *Luzula pilosa*. Эти виды ограничивают слева по "сухости" данное растительное сообщество. Минимальная правая граница - 15 баллов (сыролесолуговое увлажнение) - у *Carex digitata*. Этот вид определяет правую, "мокрую", границу сообщества. Таким образом, интервал максимального перекрытия амплитуд для видов данного списка по фактору увлажнения - от 11 до 15 баллов. Середина интервала - 13 баллов (влажнолесолуговое увлажнение) является оценкой степени

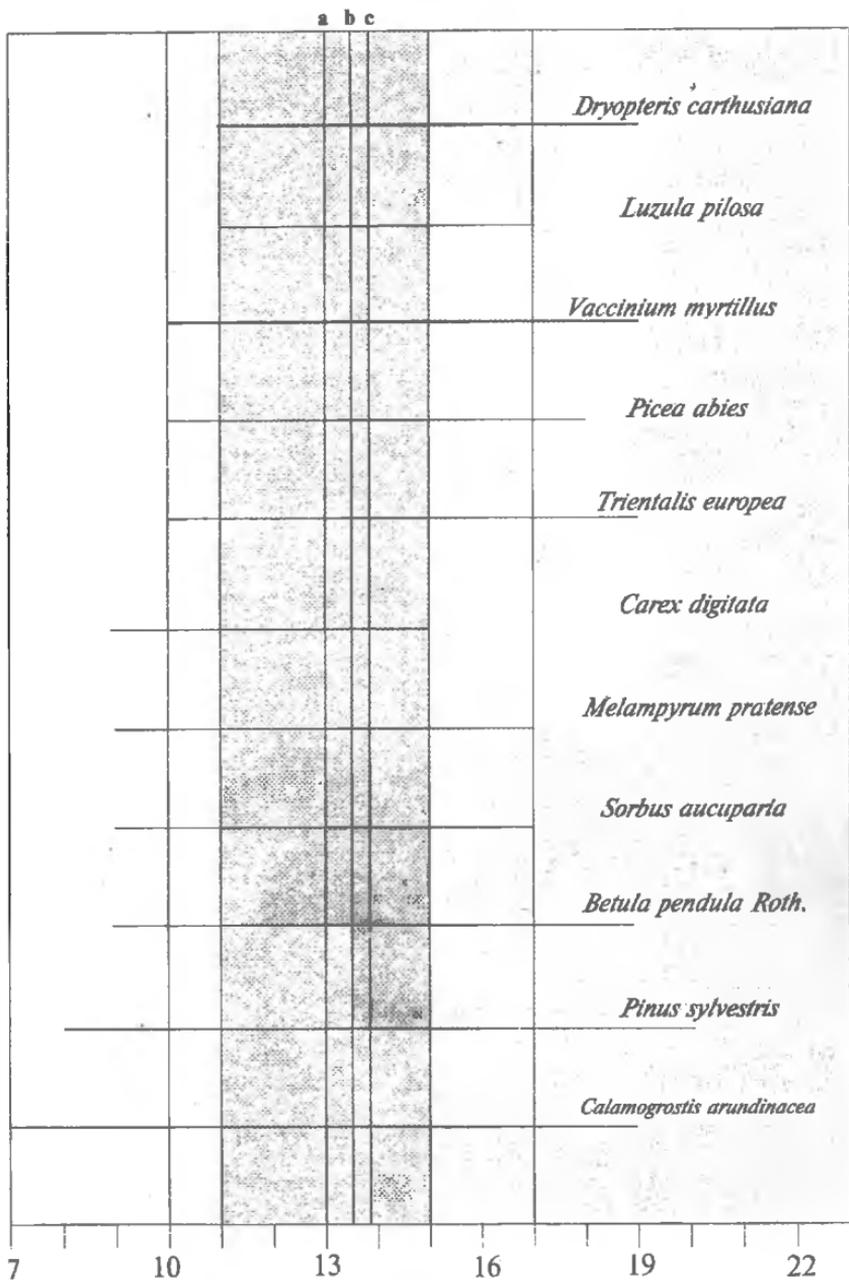


Рис. П18. Иллюстрация обработки по шкале увлажнения Д.Цыганова

увлажнения местообитания по первому методу (черта а на рис. П18).

При обработке по второму методу интервал перекрытия расширяется за счет отсеечения части видов, границы амплитуд которых наиболее близки к интервалу максимального перекрытия. Для выполнения этой процедуры все виды упорядочиваются по убыванию значения их левых границ (на рисунке виды упорядочены сверху вниз). Первая четверть видов убирается из рассмотрения (в примере это 3 вида, что составляет 25% от 11 видов: *Dryopteris carthusiana*, *Luzula pilosa* и *Vaccinium myrtillus*). Аналогично, все виды упорядочиваются по возрастанию значений их правых границ (табл. 3).

Таблица 3

Вид	Правая граница амплитуды
<i>Carex digitata</i>	15
<i>Luzula pilosa</i>	17
<i>Melampyrum pratense</i>	17
<i>Sorbus aucuparia</i>	17
<i>Picea abies</i>	18
<i>Dryopteris carthusiana</i>	19
<i>Vaccinium myrtillus</i>	19
<i>Trientalis europaea</i>	19
<i>Betula pendula</i> Roth.	19
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	19
<i>Pinus sylvestris</i>	20

Из последнего списка опять убирается первая четверть видов: *Carex digitata*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense*. Середина интервала пересечения амплитуд оставшихся в списке видов и является оценкой экотопа по второму методу. Левая граница интервала пересечения здесь - 10 баллов (что соответствует луговостепному/сухолесолуговому увлажнению), правая граница - 17 баллов (болотнолесолуговое увлажнение), оценка экотопа - 13.5 баллов (черта б на рис. П18).

Для обработки по третьему методу сначала надо перевести показатели обилия (встречаемости) видов в числовые значения. Например, "+" будет соответствовать 1, "1" - 2, "2" - 3, "3" - 4, "4" - 5, "5" - 6. Затем выполним следующие действия: для каждого вида определим середину его амплитуды, умножим ее на

числовое значение обилия данного вида, затем просуммируем произведения и разделим полученную сумму на сумму числовых значений обилий:

<i>Dryopteris carthusiana</i>	$(19-11)/2+11=15$	$15*1 = 15$
<i>Luzula pilosa</i>	$(17-11)/2+11=14$	$14*1 = 14$
<i>Vaccinium myrtillus</i>	$(19-10)/2+10=14.5$	$14.5*2 = 29$
<i>Picea abies</i>	$(18-10)/2+10=14$	$14*5 = 70$
<i>Trientalis europaea</i>	$(19-10)/2+10=14.5$	$14.5*1 = 14.5$
<i>Carex digitata</i>	$(15-9)/2+9=12$	$12*1 = 12$
<i>Melampyrum pratense</i>	$(17-9)/2+9=13$	$13*1 = 13$
<i>Sorbus aucuparia</i>	$(17-9)/2+9=13$	$13*1 = 13$
<i>Betula pendula</i> Roth.	$(19-9)/2+9=14$	$14*1 = 14$
<i>Pinus sylvestris</i>	$(20-8)/2+8=14$	$14*1 = 14$
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	$(19-7)/2+7=13$	$13*1 = 13$

---

Сумма 221.5

Сумма числовых значений обилий -

$$1+1+2+5+1+1+1+1+1+1 = 16.$$

Оценка экотопа по третьему методу -  $221.5/16 = 13.8$  балла (черта с на *рис. III 8*). Оценка является смещенной относительно первых двух в сторону центра амплитуды наиболее обильного вида (*Picea abies*) - 14 баллов (влажнолесолуговое / сыролесолуговое увлажнение).

### Приложение Б3. Описание обработки таксационных данных по шкалам Воробьева

В шкалах Воробьева для каждого вида указываются типы местообитаний от бедных и сухих почв до богатых и мокрых, где вид может произрастать. В 5-ти баллах отмечается частота встречаемости вида в данном типе местообитания (от крайне редкой - 1 до частой - 5).

Результатом обработки является пересечение множеств типов местообитания с характеристикой встречаемости 4 или 5 баллов для видов, указанных в таксационном описании.

Например, для выдела 1 квартала 36 в таксационном описании указаны виды: береза, сосна, ель, черника, ландыш, вейник, орляк. В шкалах Воробьева для данных видов приведены следующие показатели:

1) *Betula pendula* (береза) с характеристикой 4 или 5 встречается в местообитаниях с типом условий произрастания А2, А3, В2, В3, С2, С3, D2, D3;

2) *Pinus sylvestris* (сосна) с характеристикой 4 или 5 - в местообитаниях с А1 по А5, с В1 по В5, с С1 по С5;

3) *Picea abies* (ель) - В2, В3, В4, С2, С3, С4, D3, D4;

4) *Vaccinium myrtillus* (черника) - с А2 по А5, с В2 по В5, с С2 по С5;

5) *Convallaria majalis* (ландыш) - В2, С2;

6) *Calamagrostis arundinacea* (вейник) - С2, С3;

7) *Pteridium aquilinum* (орляк) - с В1 по В4, с С1 по С4.

Расчетная экологическая оценка экотопа (пересечение типов условий произрастания для данных видов) - С2.

## **Приложение В. *Spatial Data Processor* -программное обеспечение для создания территориальных информационно-справочных систем анализа пространственно-организованных данных**

*Spatial Data Processor (SDP)* - это система, сочетающая в себе возможности графического редактора и табличной базы данных и позволяющая управлять изображением и данными как единым целым.

Это компактный, сравнительно простой в освоении пакет программ для *IBM*-совместимых компьютеров, позволяющий быстро создать и легко использовать локальную территориальную информационно-справочную систему.

Основное достоинство пакета - быстрое отображение из обычных баз данных табличной информации, связанной с объектами, имеющими пространственную привязку на карте или схеме.

*SDP* обеспечивает полный технологический цикл разработки и эксплуатации информационно-аналитической системы на основе картографического интерфейса для пространственно-атрибутивных (совмещенных) баз данных, в том числе:

- ввод, редактирование пространственных данных с помощью встроенного графического редактора (с дигитайзера);

- обмен информацией с другими базами данных и графическими системами;

- связывание пространственных объектов с их атрибутивными характеристиками;

- совмещенный (пространственно-атрибутивный) визуальный анализ факторов окружающей среды;
- графическое оформление и создание твердых копий картографических изображений.

### **Организация данных.**

*SDP* использует векторное представление для пространственных объектов и табличное для хранения данных о свойствах этих объектов. Объекты могут быть точечными, линейными и площадными. Объекты одного типа объединяются в тематические слои по их содержанию. Для них определяются таблицы с произвольной структурой. В полях таблиц могут находиться в заданном формате плавающие и целые числа, а также символьные строки с максимальной длиной 56 знаков.

В тематическом слое линейных или площадных объектов может быть построена структура в виде планарного графа, состоящего из дуг, узлов, полигонов. Эта структура позволяет осуществлять реляционно-топологический анализ и моделирование, операции пересечения и объединения пространственных объектов.

*SDP* поддерживает до 8 тыс. объектов в одном тематическом слое, до 254 колонок в таблице, до 24 одновременно визуализируемых слоев.

Данные в таблицах могут отображаться через гиперформы с использованием словарей. Набор тематических слоев образует тематическую карту. Карты могут объединяться в иерархически организованную объектно-ориентированную гиперкарту.

### **Система координат.**

Основной системой координат для отдельного оцифрованного листа карты в *SDP* является прямоугольная. Кроме того, при задании группы опорных точек с соответствующими географическими координатами (широта и долгота в градусах), а также типа проекции можно настроить дополнительную систему координат. Это позволяет легко использовать и преобразовывать различную координатную информацию.

### **Управление программой.**

*SDP* имеет разветвленное иерархическое меню и функционально определенные клавиши. Существует короткая подсказка для иерархического меню и гипертекстовый контекстно-зависимый справочник. Переключаясь между

курсорами карты и таблицей, можно легко управлять графическим изображением пространственных объектов и одновременно символично-числовой информацией, связанной с ними.

### **Ввод информации.**

*SDP* обеспечивает создание цифровых карт с дигитайзера благодаря удобному графическому редактору, поддерживающему ввод, сохраняющий топологические связи. Редактор таблиц позволяет удалять, добавлять строки и редактировать поля, а также логически связывать отдельную строку таблицы с точечным, линейным или площадным пространственным объектом, захваченным курсором на карте.

### **Визуализация.**

В *SDP* возможно представление выбранных тематических слоев на экране в различных масштабах, а также различными частями изображения. Допустимы операции плавного и форматного увеличения или уменьшения изображения с помощью прямоугольного окна по задаваемому значению масштаба, по выделенной группе объектов и т.п.

Объекты могут быть визуализированы в соответствии со значениями их графических атрибутов (для точечного объекта - тип маркера, для линейного - тип линии, для площадного - тип штриховки).

### **Обработка и анализ.**

*SDP* позволяет проводить операции реляционно-топологического моделирования (РТМ) - пересечения-объединения (*overlaying-dissolving*), обеспечивающие возможности векторной "МАР-алгебры" для комплексного анализа пространственных и не-пространственных отношений. В рамках РТМ обеспечивается анализ топологической сопряженности и т.п.

### **Обмен данными.**

*SDP* использует свой внутренний формат данных, предоставляя широкие возможности по обмену данными с основными САПР, СУБД и ГИС - *AutoCAD (DXF)*, *dBASE III (DBF)*, *ARC/INFO (EXPORT)*.

# Содержание

Введение .....	3
1. Концептуальные основы информационно-аналитической системы.....	4
2. Структурно-функциональная характеристика ИАС.....	10
3. Базы данных в составе ИАС .....	12
3.1. Общие сведения.....	12
3.2. Базы первичных данных.....	13
3.2.1. Списки видов растений .....	13
3.2.2. БД полевых исследований .....	14
3.3. Справочные базы данных.....	16
3.3.1. БД ареалов видов.....	16
3.3.2. БД по экологическим шкалам .....	16
3.3.3. Эколого-ценотические БД.....	17
3.3.4. БД типов стратегий видов.....	17
4. Структура диагностических блоков.....	18
4.1. Диагностика синтаксономического положения сообщества.....	18
4.2. Оценка экотопа по составу растительности .....	19
4.3. Диагностика сукцессионного состояния биотопов.....	24
Заключение.....	28
Литература .....	29
Приложение А1. Структура базы данных по видам сосудистых растений.....	31
Приложение А2. Словарь-справочник названий видов растений <i>Botanics Guide</i> .....	32
Приложение А3. Структура базы данных по видам мхов .....	32
Приложение А4. База данных геоботанических описаний.....	33
Приложение А5. Структура БД таксационных описаний.....	35
Приложение А6. Перечень полей формы БД онтогенетических исследований ценопопуляций.....	37
Приложение А7. Структура БД ареалов видов .....	38
Приложение А8. Структура БД по экологическим шкалам.....	39
Приложение А9. Перечни полей эколого-ценотических БД.....	41
Приложение А10. Перечень полей БД типов стратегий видов .....	42
Приложение Б1. Процедура табличной обработки данных - программа <i>Syntaxon</i> .....	42

Приложение Б2. Пример обработки геоботанических описаний по интервальным шкалам .....	43
Приложение Б3. Описание обработки таксационных данных по шкалам Воробьева .....	46
Приложение В. <i>Spatial Data Processor</i> -программное обеспечение для создания территориальных информационно-справочных систем анализа пространственно-организованных данных .....	47

