

Каллио КИЛЬДЕМА

## КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛАНДШАФТА КАК СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ЭСТОНСКОЙ ССР)

Одна из важнейших проблем настоящего времени — научное познание окружающей человека среды (биосферы, ландшафтной сферы), ее оптимальное регулирование (управление развитием окружающей среды) и обратная связь. Это отражается в общеизвестных официальных документах Коммунистической партии Советского Союза, Верховного Совета СССР и Советского правительства, особенно в последнее время. Проблема выдвинута в международных органах и программах исследований (например, по линии ООН и др.), а также в межгосударственных договорах и законодательствах государств.

Научно-исследовательская работа по проблемам окружающей человека среды обширна, особенно в аналитическом разрезе (по отдельным факторам). Связи в системе «человек—окружающая среда» изучают географы, биологи, медики, в последнее время и представители технических наук, но с различных аспектов. Природная среда (ландшафт, геосистема, экосистема и др.) — очень сложный механизм, для изучения которого не достаточно аналитических исследований. Интеграционное направление исследований, которыми занимаются ландшафтоведение, экология, биогеоценология, экологическое ландшафтоведение и другие отрасли науки, еще очень молодо. Общепризнанной интегральной науки об окружающей человека среде (антропосфере) еще нет.

Самым сложным вопросом интеграционных исследований является методика, так как нет методологической системы, позволяющей переходить от анализа к синтезу и обобщать и моделировать основные показатели окружающей среды.

Для разработки такой системы необходимы следующие предпосылки: теоретико-методическая концепция моделирования окружающей человека среды, отвечающая требованиям науки и практики и реализуема;

международные системные программы исследований (частично по таким программам уже работают) и конкретная методика для обработки данных исследований и обобщений, прежде всего картографические методы;

научные и практические основы регулирования окружающей человека среды.

Мы поставили перед собой цель разработать теоретико-методические основы модели окружающей среды, т. е. показать на макете картосхем природные системы в пространстве и времени.

При разработке теоретической концепции модели использовались:

1) произведения классиков марксистской диалектики и естествоиспытателей (работы Гумбольдта, Докучаева (1949—1961), Берга (1947),

Аболина (1914), Вернадского (1967), Полынова (1956), Григорьева (1965, 1966) и многих других)\*;

2) новейшие работы синтетического плана по теории и практике, особенно изучения географической оболочки (Арманд, 1968, 1970; Исаченко, 1958—1961, 1965; Калесник, 1955; Марков, 1948, 1967; Преображенский, 1966, 1971);

3) ландшафтные и ландшафтно-экологические исследования в Советском Союзе и за рубежом, детальные работы по территории Эстонии за последние 100 лет;

4) современные теоретические принципы, связанные с кибернетикой, теориями информации и моделирования;

5) новые направления по связи теории и практики (принцип конструктивной географии) в советской географической науке (Богорад, 1965; Герасимов, 1972; Дорфман, 1961; Кильдема, 1966, 1967 и др.).

Теория, методика и фактический материал рассматриваемой в данной статье картографической модели базируется на камеральных и полевых исследованиях, проведенных автором в течение более 20 лет, начиная с 1949 г. Следует прибавить, что составление системного картографического макета (модели) начали в 1965 г. При этом очень важно было связывание полевых и камеральных исследований, а также теории с практикой (контроль, обратная связь). Некоторые результаты из них можно найти в работах, приведенных в списке литературы (Кильдема, 1962, 1966, 1967, 1968, 1970; Kildema, 1966, 1968a, 1968b, 1969, 1972, 1973; Kildema, Rea, 1970).

## Теоретические основы модели окружающей среды (ландшафта)

### 1. Принцип системности

Мы рассматриваем системность как степень упорядоченности материи и явлений, повторяющихся во времени и пространстве.

Ландшафт как система образуется из многих взаимосвязанных и взаимовлияющих факторов. Эта система как целое находится в определенном динамическом эволюционном равновесии или в состоянии резких изменений. В зависимости от положения в системе и степени влияния, факторы разделяются на группы (рис. 1).

#### 1. Экзофакторы:

а) космические факторы (влияние солнечной системы на климат — радиация, гравитация, движения Земли и др.),

б) основные климатические факторы атмосферы как подсистемы (радиации, химический состав атмосферы, расположение и циркуляция воздушных масс и др.). При этом основные процессы и их проявления, влияющие на окружающую человека среду, наблюдаются до 10—12 км от поверхности земли (в тропосфере).

#### 2. Эндофакторы:

а) тектоника (геофизические и геохимические процессы, причиняющие движения земной коры, и сопутствующие им явления);

б) геология (литология и структура, стратиграфия и др. в поверхностном слое земли — в условиях Эстонии до кристаллического фундамента); с геологическим строением связаны полезные ископаемые и гидрогеологические условия.

\* Подробный исторический обзор комплексных и ландшафтных исследований на территории Советского Союза дается в книге А. Исаченко «Основные вопросы физической географии», 1953, Л. Принципы географических комплексных исследований А. Гумбольдта выясняются в его книге «Путешествие в равноденственные области нового света в 1799—1804 гг.», 1969, М.

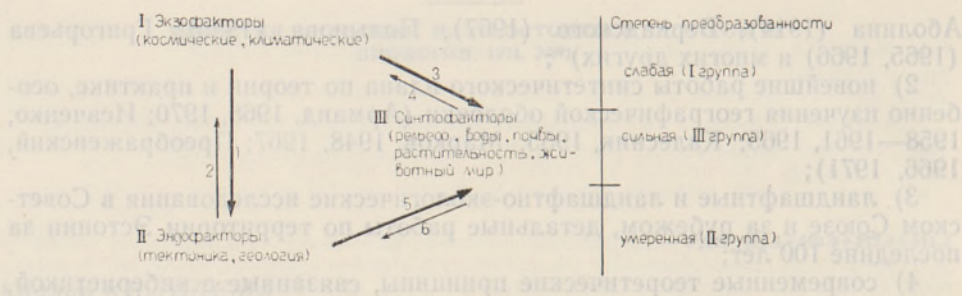


Рис. 1. Группировка природных факторов по структурно-генетическому принципу и теоретико-методическая очередность в ландшафтных исследованиях.

I—III общетеоретическое структурно-генетическое формирование факторов и их значение в образовании ландшафта.

Очередность учета природных условий в ландшафтных исследованиях.

1—6 взаимосвязи и зависимости; более длинная стрелка обозначает большее влияние.

### 3. Синтетические факторы:

- а) рельеф — образуется в результате взаимодействия экзогенных и эндогенных факторов и таким образом отражает отношения и результат этих факторов (так наз. геоморфологические уровни) (Марков, 1948);
- б) воды, распределение которых на Земле зависит, кроме климата, от геологических и геоморфологических факторов. Как рельеф, так и водоемы имеют в информации о среде большую ценность, особенно в виде уровней и круговорота воды. Круговорот воды и водный баланс вместе с названными факторами являются существенными показателями развития ландшафта и жизни на Земле;
- в) почва — пространственное природное тело в поверхностном слое земли (1—3 м), где все упомянутые выше факторы тесно переплетаются и находятся в непосредственных связях (например, фауна и флора); для синтеза она представляет собой новый качественный уровень, являющийся продолжением предыдущих. Почва — это прежде всего продукт развития ландшафта и зависит от экзогенных и эндогенных факторов, локально от геоморфологии, воды и органической жизни;
- г) растительность — основное звено органической жизни — новое качество в развитии вещества и ландшафта. Она имеет большое синтетическое, индикационное и информационное значение при характеристике ландшафтов, но подчиняется экзогенным и эндогенным факторам, а также упомянутым синтетическим факторам (рельеф, воды, почвы) и находится в функциональных связях с ними. По многим авторам (Вернадский, 1967), степень автономности (негентропия) возрастает с биопродукцией и требует учета всего органического вещества, что пока методически не решено;
- д) животный мир — звено развития органической жизни, которое в ландшафте часто меняет свои ареалы.

В таблице предварительно рассматривается дифференциация ландшафтных компонентов в ландшафте как кибернетически открытой системе. Этим не отрицаются схемы связей и миграции («физиологические» схемы), а пытаются анатомически выделять существенные различия во времени, пространстве и содержании. Первичной основой такой дифференциации должны являться энергия, масса, пространственная структура, состояние вещества (в физическом, химическом и биологическом смысле). Так как по всем факторам хорошо дифференцируемых данных

Структурно-генетическая дифференциация компонентов ландшафта  
(в условиях Эстонской ССР)

| Структурно-генетические компоненты              | Возраст, годы                                                                                         | Протяженность по вертикали, м                                                     | Информация                                                                                                                                                                                               | Степень устойчивости          | Степень преобразуемости   | Влияние на деятельность человека                                                  |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                               | 2                                                                                                     | 3                                                                                 | 4                                                                                                                                                                                                        | 5                             | 6                         | 7                                                                                 |
| Коренные породы                                 | 340—600 млн.                                                                                          | до 600                                                                            | Длительное и постоянное влияние на образование подземных вод, четвертичных отложений, рельефа и ландшафта в целом                                                                                        | Относительно большая          | Слабая (по площади)       | Пром. — большое (локально), с.-х. — маленькое, локально среднее среда — маленькое |
| Четвертичные отложения                          | Верхние до 14 тыс.<br>Нижние 100—750 тыс.                                                             | до 150<br>(в среднем 2—10)                                                        | Влияние на развитие ландшафта как системы очень большое, особенно на развитие рельефа поверхностных вод, почвы                                                                                           | Средняя                       | Средняя                   | Пром. — большое (локально), с.-х. — маленькое и среднее, среда — среднее          |
| Форма рельефа                                   | до 14 тыс.                                                                                            | Максимальная 318<br>Средняя 50                                                    | Синтетическая информация очень большая, особенно в сфере экзо- и эндофакторов                                                                                                                            | Средняя, локально варьирующая | Средняя, локально большая | Пром. — маленькое, с.-х. — среднее, среда — маленькое                             |
| Внутренние водоемы                              | до 14 тыс.                                                                                            | Максимальная глубина на 38, доминирующая глубина озер и рек 1—2, крупных озер 5—7 | Средняя. Информация связана с рельефом, развитием болот, озерами и др. водоемами и их отложениями                                                                                                        | Слабая и средняя              | Большая                   | Пром. — большое, с.-х. — среднее и большое, среда — большое                       |
| Почвы (с дифференцированными горизонтами)       | до 150                                                                                                | до 1 (3)                                                                          | Информация лабильная, содержится в литоморфологических материнских породах и генетических горизонтах почв. Синтетическая информация большая                                                              | Слабая                        | Большая                   | Пром. — маленькое, с.-х. — среднее и большое, среда — среднее                     |
| Природные растительные сообщества (лес, болото) | Очень варьирующий — до 200 и более, в постоянном изменении, особенно в связи с деятельностью человека | Преобладающая высота около 10, в лесах до 50, корневая система до 10              | Информация связана с климатом и эдафическими факторами и деятельностью человека. Особенно важная информация содержится в климаксах и выраженных сукцессиях. Индикационная ландшафтная информация большая | Слабая                        | Очень большая             | Пром. — маленькое, с.-х. — среднее и большое, среда — очень большое               |

В таблице не учтены реликтовые, редкостные и исключительные явления.

не имеется, мы пользовались результатами из картографической модели и других источников, а также оценочными данными.

Возраст компонентов дан по современным ландшафтам, т. е. по современному рельефу, внутренним водам, почвам, растительности и т. д. Например, в таблице не учитывали возраст растительности вообще, в палеогеографическом развитии, а возраст конкретных, существующих в настоящее время единиц. Вертикальные размеры свидетельствуют о больших различиях в вертикальной структуре компонентов и пространственного объема, а если учесть и физический удельный вес компонентов, то и о массе. Точных показателей такого учета нет, и мы вынуждены были пользоваться приблизительными определениями. Содержание информации в ландшафтных компонентах различно качественно и количественно (отношение аналитической и синтетической информации, значение синтетической и индикационной информации, различия информации в пространстве и времени, т. е. в структуре и генезисе, а также в веществе). Но такие вопросы требуют в дальнейшем более детальной разработки.

Степень устойчивости рассмотрена в кибернетическом смысле (например, как машина, человек), причем учитывается изменчивость, стабильность в развитии современного ландшафта. В общих чертах можно различать:

1) относительно устойчивые факторы, например, геологическое строение, основные черты рельефа, макро- и мезоклимат, изменчивость которых выявляется только тысячелетиями;

2) относительно лабильные компоненты, как внутренние воды, почвы, растительность, угодья и др. искусственные ландшафты, изменчивость которых проявляется в месяцах, годах и столетиях.

Отдельную группу составляют мигрирующие элементы в ландшафте как большая часть животного мира (например, птицы, звери и др.). Деятельность человека в ландшафте в последнее время также быстро меняется (мелиорация, рост городов, транспорт и др.).

При преобразуемости ландшафтов учитывалась площадь распространения их и интенсивность изменений (по объему и физико-химическим и биологическим свойствам).

В графе 7 (связь компонентов ландшафта с деятельностью человека и оптимальностью среды) для промышленности определяющим в первую очередь являлась тяжелая промышленность (в Эстонии особенно связано с полезными ископаемыми, их переработкой и продукцией). Продукция легкой и лесной промышленности и обработки сельскохозяйственного сырья не дифференцированы.

При определении возраста почв исходили из работ Э. Маркуса (Markus, 1936, 1937) и наблюдений автора, по которым современные генетические горизонты почв образовались в сравнительно позднее время. Это установлено в культурных ландшафтах и в большинстве лесных почв, что объясняется главным образом деятельностью человека.

Оценка среды субъективна и получена по существующим данным с точки зрения оптимальности для человека среды.

Из таблицы видно, что:

1) во временном развитии ландшафтные компоненты различаются по возрасту от 1 месяца и 1 года (угодье, искусственная почва и др.) до 600 млн. лет (коренные породы);

2) в пространственном объеме различия простираются от сантиметров и миллиметров (например, растительность — лишайники) до 600 м (самые большие до сих пор определенные глубины коренных пород

780 м). Если включить в состав ландшафта и тропосферу, то простираение ее достигает 10—12 км;

3) по веществу (в физико-химическом и биологическом состоянии) ландшафтные компоненты значительно различаются, связи и степени зависимости между компонентами и элементами велики (например, атмосфера как газовый и динамический компонент, геологическое строение как более стабильный и устойчивый элемент и в основном в твердом агрегатном состоянии и с различным химическим составом). Эволюционно-генетически ландшафтные компоненты находятся в определенной очередности. При этом генезис (стадия развития, палеогеография) прежде всего характеризует качественные различия и многообразие (индивидуальные свойства) ландшафтных единиц, а структура компонентов и их территориальных комплексов передает в основном единство природной среды;

4) как общая закономерность выяснилось, что чем больше объем компонента во времени и пространстве, тем стабильнее, долговременнее и устойчивее влияние его в развитии ландшафта как системы. Это дает некоторые теоретические (иерархические) основы для генетической таксономии ландшафтных единиц.

Подробный анализ ландшафтных компонентов дает отношение органического и неорганического вещества (ландшафтно-экологический аспект) и дает возможность для структурно-генетического различения геосфер, образующих ландшафт;

5) информация экзо- и эндофакторов по своему характеру большей частью прямая и определяющая, но индикаторная информация синтофакторов гораздо больше и сложнее, и для синтеза ландшафта и выделения ландшафтных единиц (особенно средние и малые единицы) более ценная. Относительно информации вопрос осложняется, если учесть деятельность человека и выделение культурных ландшафтов, особенно чисто искусственных ландшафтов;

6) в общем плане выяснились некоторые различия в возрасте, пространственном объеме, количестве информации, степени устойчивости и преобразованности и связь с деятельностью человека.

Из таблицы видно, что экзо- и эндофакторы мало преобразуемы, а синтофакторы сильно преобразуемы, но как известно, для устойчивости среды жизни человека они являются существенной предпосылкой.

## II. Принцип соединения анализа и синтеза

Ф. Энгельс написал: «Без анализа нет синтеза» («Анти-Дюринг», стр. 40). По Ленину «...соединение анализа и синтеза — разработка отдельных частей и совокупность, суммирование этих частей вместе» («Философские тетради», стр. 193).

При выяснении значения ландшафтообразующих факторов или их группы во времени и пространстве мы опирались на соединение анализа и синтеза. Анализ и синтез как противоположные процессы образуют единство. Они дополняют друг друга и переходят друг в друга.

«Равноценными» факторы могут быть в отношении определенных критериев (например, массы, продолжительности, объема, степени развития материи и т. д.). Под «равноценностью» раньше понимали незаменимость фактора в системе. Это не исключает необходимости выделить место фактора или группы факторов в системе как целом или дифференцировать факторы, отношения части и целого. Соединение анализа и синтеза в современной науке способствует выявлению значения того или иного фактора или их группы в системе во времени и пространстве.

Критериями служат энергия, масса, продолжительность во времени, объем, степень развития материи, интенсивность и устойчивость полей влияния, взаимные зависимости и другие свойства кибернетических систем.

Ответ на очень спорный вопрос — что важнее в развитии ландшафта — экзогенные или эндогенные факторы, мы нашли, анализируя результаты развития науки в последние годы: экзофакторы (космические факторы) первостепенны с энергетической, физической и химической точек зрения (на это указывают энергетика, кибернетика, II закон термодинамики, астрономия и др., а также геологическое развитие Земли). Определяющую роль экзофакторов в развитии ландшафта подтверждает и энергетический баланс, согласно которому солнечная энергия занимает более 99% всего энергетического баланса поверхности земли. Действие эндогенных факторов периодически, кратковременно, ограничено в пространстве и времени, а экзогенные факторы действуют непрерывно, длительно (природные зоны, морфогенез).

Эндофакторы (внутренняя энергия Земли, тектоника) частично зависят от действия экзофакторов (движения Земли), по количеству энергии и массе они во много раз меньше, причем результаты действия эндофакторов исчезают или меняются под влиянием экзофакторов (например, денудация форм рельефа) (Марков, 1948).

### III. Структурно-генетический принцип

Для того чтобы составить простую современную статическую модель природной среды, надо установить пространственную структуру компонентов ландшафта (вертикальную и горизонтальную) (Рихтер, 1969).

Компоненты ландшафта составляют диалектическую систему, в которой происходит круговорот веществ и энергии и миграция веществ в разных направлениях. Компоненты ландшафта непосредственно связаны между собой и их сообщества образуют ландшафт. Это — приземный слой, где вещество встречается в нескольких агрегатных состояниях, в действии и противодействии, возникновении и развитии жизни как качественно нового явления вещества. При этом предпосылкой возникновения жизни служила определенная степень развития ландшафта.

Пространственная структура устанавливается по структурно-генетическому принципу, который выделяет на основании трех групп ландшафтообразующих факторов (экзо-, эндо- и синтофакторы) следующие основные сферы ландшафта: атмосфера (в первую очередь тропосфера), верхняя часть литосферы (четвертичные отложения и коренные породы, т. е. стратисфера), гидросфера, педосфера (почвы), фитосфера и зоосфера и проявления деятельности человека (антропосфера — сфера деятельности человека, более узкая зона — техносфера); они наблюдаются по вертикальной структуре, во времени и пространстве (по генезису) с определенной степенью самостоятельности. Определенную самостоятельность этих пространственно-структурных компонентов или сфер можно наблюдать как количественно, так и качественно. Компоненты различаются по веществу и его агрегатному состоянию, значению органического и неорганического вещества, продолжительности, объему, характеру и интенсивности процессов (круговорот вещества и энергии и др.), значению в ландшафте как системе (отношение части и целого), качественному и количественному отличию информации.

Различная вертикальная, т. е. пространственная структура отдельных мест, обуславливает наличие разных сообществ компонентов (геосфер). Структурные единицы объясняют различный генезис ландшафта.

Например, различия между северной и южной Эстонией проявляются в первую очередь в коренных породах. В ордовикско-силурийском известняковом районе северной Эстонии структурно-генетические единицы существенно отличаются от соответствующих единиц южной Эстонии. Различаются они по возрасту, толщине, породам, рельефу, водному режиму и водным запасам, полезным ископаемым, тектонике, а в результате этого — и по экономическому использованию.

Через прямые (так наз. парные) и косвенные связи отличия коренных пород существенно проявляются в характере четвертичных отложений (толщина, рельеф, литология), в материнских породах, распространении почвенных разновидностей, в развитии и характере гидрографической сети, распространении болот и растительности. Итак, постоянные структурно-генетические отличия отражаются в контактных связях и ландшафтных компонентах. Это дает ключ для понимания генезиса ландшафта по порядку формирования структурных единиц соответственно генетическим связям.

Чтобы понять структуру и генезис ландшафта, необходимо определить границы (уровни) ландшафтных компонентов (геосфер). Важнейшие из них — уровни (границы, переходные зоны) поверхности земли и морского дна, уровни гидросферы, верхняя граница тропосферы и нижняя граница коренных пород. Две последние ограничивают ландшафтную сферу Эстонии.

При ландшафтном районировании Эстонии выделяются три уровня поверхности земли: возвышенности, плакорные равнины и низменности (Kildema, 1969).

Горизонтальные границы ландшафтов рассматривали многие авторы, в том числе и по территории Эстонии (Granö, 1922, 1929; Markus, 1929, 1932, 1936); рассматривались также климатические границы (Kirde, 1943), ландшафтные границы (Kildema, 1966) и т. д.

#### IV. Принцип иерархических систем

По данным литературы принцип иерархических систем ландшафтообразующих факторов рассматривается здесь впервые.

Земля как планета является частью солнечной системы. Ее масса и объем занимают лишь малую долю всей солнечной системы. Поэтому отдаем первое место в образовании геосфер экзофакторам. Природные пояса и зоны вызваны фигурой и движением Земли и геосферами как системами. Такие основные сферы, как атмосфера (в ландшафте прежде всего тропосфера), литосфера (стратисфера), гидросфера и биосфера, образуют ландшафтную сферу, которая распространяется в структуре своих основных форм по всей планете Земле. Очень большие различия заметны в том слое, который приблизительно на 150 м выше и ниже поверхности земли и воды. Величина 150 м в некоторой степени условна — она выбрана по количеству и качеству сильно преобладающей биомассы (биопродукции) и основной деятельности человека.

Ландшафтообразующие системы целесообразно поставить в следующие иерархические ступени:

системы Вселенной, солнечная система;

планета Земля и ее системы: 1) основные сферы (атмосфера, литосфера, гидросфера), 2) синтетические или интеграционные сферы (ландшафтная сфера, биосфера);

ландшафтные пояса и зоны, суши и океаны, крупные, средние и мелкие ландшафтные единицы (геосистемы как пространственные системы);

Для такой иерархии характерно, что в более высокой системе содержится концентрически или в виде сегмента более низкая система.

Иерархические системы связаны между собой структурно-генетически и обычно находятся в определенных подчинительных отношениях так, что поле влияния более высокой системы больше поля влияния подчиненной системы.

## V. Принцип картографической модели

Известный астроном и науковед Х. Шепли (Shapley, 1964) утверждает, что карта одно из четырех самых больших научных открытий человечества.

Карта — это один из наиболее эффективных видов графической информации (Салищев, 1970; Imhof, 1969). У. Боумен (1971) утверждает, что на ней можно изображать большое количество графической информации (математическую, статистическую и др.). По объему информации карта превышает магнитную ленту в 100 раз (Törfer, 1969).

На карту как модель действительности указали многие авторы (Stams, 1969 и др.). В настоящее время карта — незаменимый источник информации. Она дает возможность познавать и изучать пространство многомерно и показывать динамику (карты погоды), процессы, палеогеографию, эволюцию (карты развития по этапам).

Карта имеет и иные существенные преимущества:

1. Ее можно составлять и обрабатывать оперативно (например, аэрофотоснимки с искусственных спутников и самолетов, быстрая передача изображений на картах по телевидению или другим способом).
2. Составление ее можно механизировать и автоматизировать. В будущем, а частично и в настоящее время, карту или комплекс карт можно анализировать с помощью электронно-вычислительных и других машин. Искусственные спутники-лаборатории фиксируют природные ресурсы и явления на поверхности земли и в атмосфере нанесением их на карту.

Большой степенью обобщения изображаемого материала обладает **картосхема**. Это — упрощенная карта, обычно без картографической сети. Содержание картосхемы строго ограничено элементами, необходимыми для понимания ее содержания. Схематичность изображения дает возможность наглядно передать самое существенное из представляемых явлений (событий) и подчеркнуть характерные признаки. Картосхемы составляются обычно на основе карт. Таким образом, картосхемы отвечают требованиям моделирования. Недостатком их является только отсутствие строгой математической основы, что препятствует установлению четких зависимостей.

Географическую среду многие авторы изображали в виде модели с различных аспектов. Моделированием среды занимались многие советские авторы (А. Д. Арманд, 1966, 1969, 1971; Д. Л. Арманд и др., 1969; Трофимов и др., 1969 и др.), а также зарубежные (Richter, 1968a, 1968b; Herz, 1966; Ratajski Lech, 1968; Coleman, 1969 и др.); моделированию посвящен сборник статей английских авторов (Чорли, Хаггет, 1971). Но эти теоретические модели имеют вид схем или математических формул, наша же цель — моделирование конкретной территории (окружающей среды).

По нашему мнению, результаты исследований окружающей среды можно оперативно, конкретно и на высоком научном уровне передать при помощи методики, используемой в современной картографии (метод координат и др.). Наиболее подходящей формой модели окружающей среды является картографическая модель. Она станет в будущем

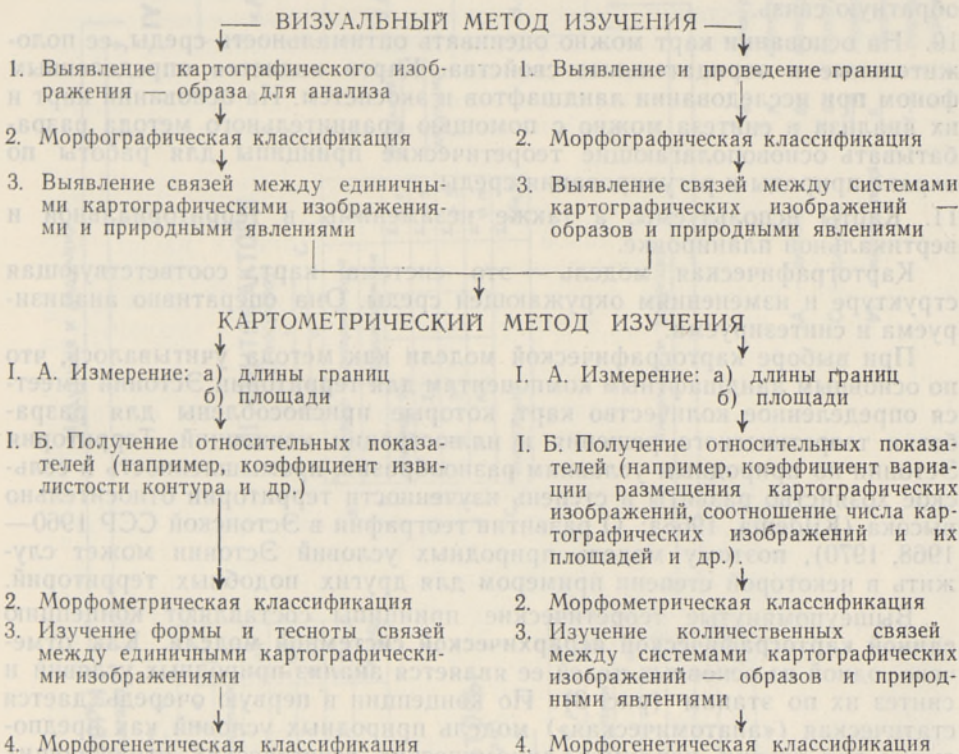
центральный метод, удовлетворяющим как в глобальном плане, так и по крупным ландшафтным единицам.

Из многочисленных форм моделей (математические и др.) мы выбрали именно картографическую по следующим причинам:

1. Карта имеет математическо-геодезическую основу, дающую возможность передавать конкретно природные условия, в том числе ресурсы. При этом можно представлять данные количественно и обрабатывать их математически, статистически и т. д. Особо следует выделить картометрические методы (Фадеева, 1971) (схема).

#### ЕДИНИЧНОЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ — ОБРАЗ

#### СИСТЕМА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ — ОБРАЗОВ



2. Карты сравнимы и коррелируемы между собой (Берлянт, 1972).
3. Карты нашли обширное применение в науке, прежде всего в топографии, геологии, климатологии и т. д., и на практике.
4. Картографическая системная модель дает возможность показать почти все типы моделей природных комплексов, приведенных на рис. 2, кроме физических и идеальных.
5. Карта позволяет передавать явления во времени и пространстве, в качестве и количестве.
6. Карты можно комплектовать, чтобы они составили иерархическую систему, отражающую структуру и генезис ландшафта.
7. При помощи карт можно передавать компоненты ландшафта по этапам, от анализа к синтезу, и составлять специальные карты синтеза-интеграции (топографические карты, общезифические карты и др.).
8. Карты позволяют пользоваться индуктивными и дедуктивными методами и связывать теорию с практикой.

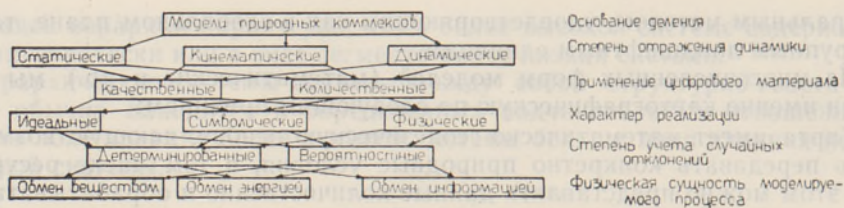


Рис. 2. Типы моделей (Арманд, 1971).

9. По картам можно анализировать природные условия комплексно и рассматривать использование их на практике. Это дает определенную обратную связь.

10. На основании карт можно оценивать оптимальность среды, ее положительные и отрицательные свойства. Карта является определенным фоном при исследовании ландшафтов и экосистем. На основании карт и их анализа и синтеза можно с помощью сравнительного метода разрабатывать основополагающие теоретические принципы для работы по охране природы и регулирования среды.

11. Карты используются, а также незаменимы в территориальной и вертикальной планировке.

Картографическая модель — это система карт, соответствующая структуре и изменениям окружающей среды. Она оперативно анализируется и синтезируется.

При выборе картографической модели как метода учитывалось, что по основным ландшафтным компонентам для территории Эстонии имеется определенное количество карт, которые приспособлены для разработки теоретического решения и иллюстрации концепций. Территория Эстонии по природным условиям разнообразна, промышленность и сельское хозяйство развиты и степень изученности территории относительно высока (Kildema, 1968a; О развитии географии в Эстонской ССР 1960—1968, 1970), поэтому модель природных условий Эстонии может служить в некоторой степени примером для других подобных территорий.

Вышеупомянутые теоретические принципы составляют концепцию **единой картографической иерархической системной модели**. Как отмечено, одной из основных целей ее является анализ природных условий и синтез их по этапам (рис. 3). По концепции в первую очередь дается статическая («анатомическая») модель природных условий как предпосылка для других, например, динамических, генетических, отражающих распространение и интенсивность процессов.

Для территориальной планировки природные условия служат лимитирующей системой. Человек и общество — это цель, начало и конец планирования. Экономика и другие общественные явления — это средства, организация, регулирование и результат планирования.

Конкретные задачи при составлении модели:

1. Выяснение изученности природных условий республики.
2. Разработка теоретических и методических основ интеграции (на основании материалов Эстонской ССР).
3. Систематизация и корреляция исследований на мезоуровне (на уровне ландшафта) в порядке эксперимента.
4. Составление по картографическим материалам центральной и координирующей схемы (генсхемы, модель) среды (в основном природных условий) как основы для регулирования (использования, фиксации состояния и тенденций, оптимизации) ее.

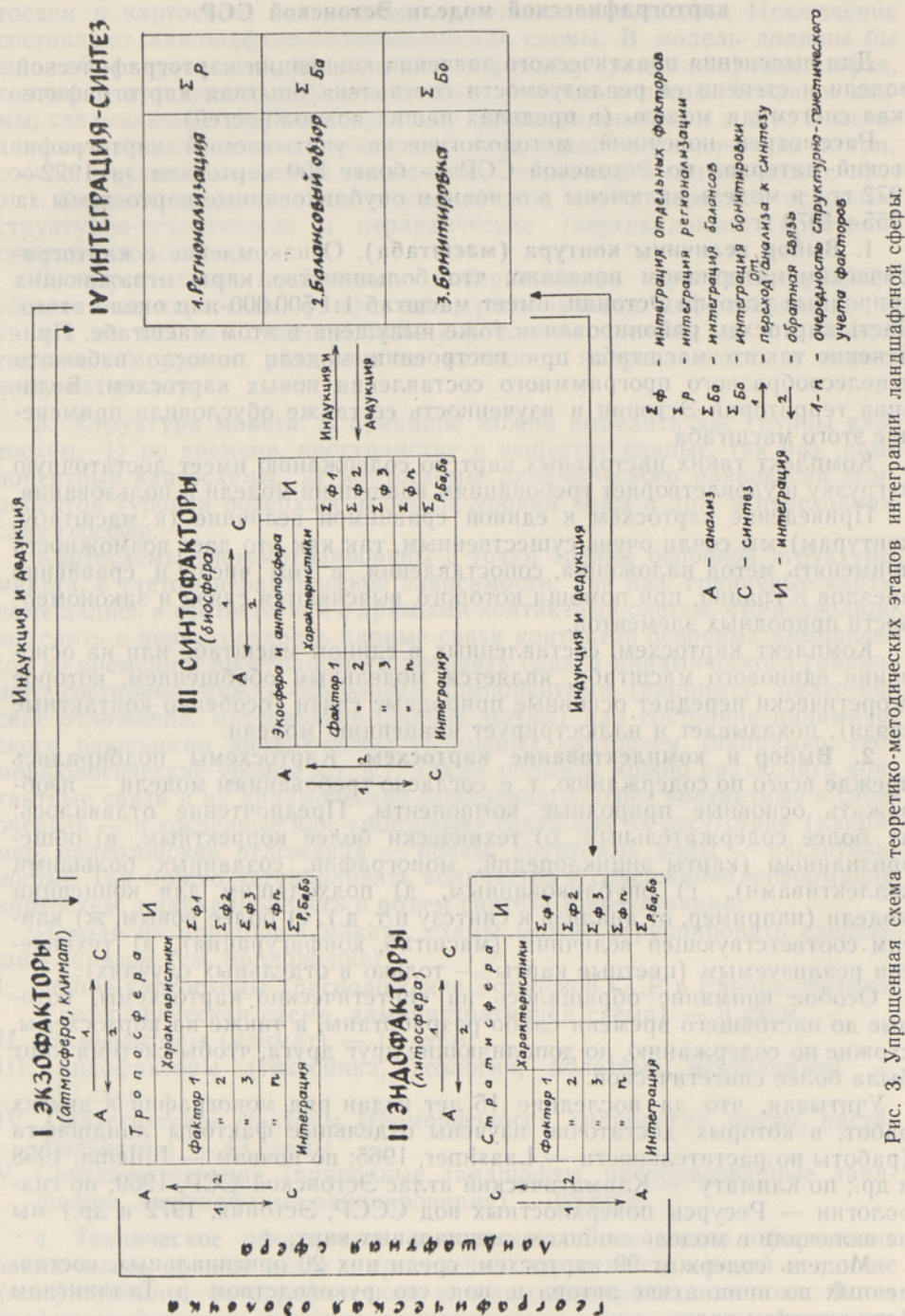


Рис. 3. Упрощенная схема теоретико-методических этапов интеграции ландшафтной сферы.

## Методическо-технологические основы составления картографической модели Эстонской ССР

Для выяснения практического значения концепции картографической модели и степени ее реализуемости составлена опытная картографическая системная модель (в пределах наших возможностей).

Рассмотрен новейший, методологически учитываемый картографический материал по Эстонской ССР — более 500 картосхем за 1922—1972 гг.; в модель включены в основном опубликованные картосхемы за 1955—1970 гг.

**1. Выбор величины контура (масштаба).** Ознакомление с картографическим материалом показало, что большинство карт, отражающих природные условия Эстонии, имеет масштаб 1:1 500 000 или около этого. Часть картосхем районирования тоже выпущена в этом масштабе. Применение такого масштаба при построении модели помогло избежать нецелесообразного программного составления новых картосхем. Величина территории Эстонии и изученность ее также обусловили применение этого масштаба.

Комплект таких настольных карт по содержанию имеет достаточную нагрузку и удовлетворяет требованиям концепции модели и пользования.

Приведение картосхем к единой сравнимой величине (к масштабу, контурам) мы сочли очень существенным, так как это дает возможность применять метод наложения, сопоставления, в том числе и сравнение ареалов и границ, при помощи которого выясняются связи и закономерности природных элементов.

Комплект картосхем, составленных в едином масштабе или на основании единого масштаба, является модельным обобщением, которое теоретически передает основные природные связи (особенно контактные связи), показывает и иллюстрирует концепцию модели.

**2. Выбор и комплектование картосхем.** Картосхемы подбирались прежде всего по содержанию, т. е. согласно требованиям модели — изображать основные природные компоненты. Предпочтение отдавалось: а) более содержательным, б) технически более корректным, в) общепризнанным (карты энциклопедий, монографий, созданных большими коллективами), г) опубликованным, д) подходящим для концепции модели (например, от анализа к синтезу и т. д.), е) более новым, ж) картам соответствующей величины (масштаб, конфигурация), з) технически реализуемым (цветные карты — только в отдельных случаях).

Особое внимание обращалось на синтетические картосхемы, которые до настоящего времени слабо разработаны, а также на картосхемы, схожие по содержанию, но дополняющие друг друга, чтобы система карт была более синтетической.

Учитывая, что за последние 15 лет издан ряд монографий и других работ, в которых достаточно изучены отдельные факторы ландшафта (работы по растительности — Laasimer, 1965; по почвам — Lillema, 1958 и др.; по климату — Климатический атлас Эстонской ССР, 1969; по гидрологии — Ресурсы поверхностных вод СССР, Эстония, 1972 и др.) мы не включали в модель слишком специальных карт.

Модель содержит 99 картосхем, среди них 20 оригинальных, составленных по инициативе автора и под его руководством в Таллинском ботаническом саду.

Так как число специальных картосхем огромно, оценить их одному человеку было трудно и в выборе схем возможны недостатки.

При выборе карт выяснилось, какие картосхемы нужны для дополнения модели и какова степень картографической изученности территории

Эстонии. Мало составлено комплексных картосхем, которые многосторонне отражают компоненты ландшафта. Нехватает ландшафтных картосхем и картосхем, содержащих граничные компоненты. Исключение составляют ландшафтно-болотоведческие схемы. В модель должны бы еще войти картосхемы, отражающие энергетику (радиацию) ландшафта, тектонические схемы, выражающие внутреннюю энергию Земли, и схемы, связывающие теорию и практику (балансы, оценки и т. д.). В методическом плане картосхемы основаны на принципе иерархических систем, соответствующих основным геосистемам (основные и синтетические сферы). Картосхемы включались в модели так, чтобы передать основные структурно-генетические и иерархические (вертикальные) пространственные подсистемы.

В перспективе необходимо кибернетически программированное составление картосхем, унификация, региональная дифференциация и увязка их, так как существующие картосхемы сделаны на различном техническом уровне, различны по методике, направленности и исходному материалу.

**3. Структура макета.** В принципе можно выделить две группы картосхем: 1) по времени, пространству и веществу единые, так наз. компонентные картосхемы, 2) картосхемы динамического равновесия компонентов (уровни поверхности земли, уровни воды и др.) в переходном слое геосфер.

Картосхемы систематизированы с точки зрения основной структуры макета, с учетом иерархической зависимости. Так наз. граничные карты помещались в соответствии с прямыми контактами систем, что позволило выяснить в первую очередь парные связи контактов основных компонентов во времени и пространстве и показать сдвиги динамического граничного состояния между основными компонентами (например, палеозойские отложения, материнские породы, почвы) или состояние динамического равновесия динамических граничных картосхем (например, геоморфологические уровни и т. д.). Таким образом можно разъяснять контактные связи и их динамические отношения, а через контактные в свою очередь — и косвенные или «мостовые» связи или их отсутствие (например, палеозойские отложения — почвы, грунтовые воды — растительность). Так можно устанавливать количество и содержание информации картосхем, индикационность и объем синтеза в информации.

Исходя из принципов макета, схемы можно сгруппировать следующим образом (см. приложение):

- I. Общие картосхемы (расположение Эстонской ССР в Европе, физико-географическая схема, административная схема) — 5 схем.
- II. Экзофакторы (климат) — 13 схем.
- III. Эндофакторы (тектоника, геология, полезные ископаемые) — 13 схем.
- IV. Синтетические факторы (геоморфология, гидрология, почвы, растительность) — 43 схемы.
- V. Синтез-интеграция (природные ландшафты, преобразованные ландшафты, ландшафтные районирования) — 25 схем.

**4. Техническое оформление и редакция.** Техническое оформление заключалось прежде всего в приведении картосхем к единой величине (конфигурации) фотографическим методом при помощи эталона. Фотографический метод неидеален и неточен, но с точки зрения общего модельного аспекта в данной работе применение его целесообразно.

Для сравнимости картосхем методом наложения (просвечиванием) использована документная бумага № 4 или 5. Карты в макете по отдельным листам не переплетены. Таким образом все картосхемы мож-

но во всяких целях оперативно сравнивать (например, сопоставлением, наложением), обновлять и заменять.

Для унификации макета отредактированы надписи и условные обозначения картосхем, но в основном сохранялся вид оригинала.

Настоящий опыт — первый в Эстонской ССР, и как свидетельствуют данные литературы, вне Эстонии тоже. Как сказано, в дальнейшем необходимо программное составление картографической модели на математическо-геодезической основе.

Отметим некоторые аспекты применения картографической модели. Быстрый прогресс и современное состояние картографии, вопросы методики и пользование картами всесторонне изложено в работах К. Салищева (1970, 1972), а также многих других авторов (Tõrfer, 1969, 1972; Stams, 1969 и др.). Н. Фадеева (1970, 1971) более подробно останавливается на проблемах анализа ландшафтных карт. Освещающий в литературе вопрос пользования картами касается и картографической модели, поскольку она состоит из отдельных картосхем. Рассматриваемая картографическая модель стремится упрощать и дополнять методику составления, анализа и синтеза картографических материалов при научном познании и практическом пользовании для регулирования среды. Исходя из изложенной концепции и технологии, она по сравнению с разными атласами позволяет более оперативно (карты возобновляемы, коррелируемы и т. д.) получить научные и практические выводы, находящиеся на другом уровне информации (особенно с аспекта системности и синтеза). Например, ее можно применять при сравнении карт по структурно-генетическому принципу, что помогает выявить контактные парные связи между ландшафтными компонентами и элементами в вертикальном разрезе. Через контактные парные связи выявляются и неконтактные, или «мостовые связи». Неконтактные связи обнаруживаются и непосредственно, например, климат—почва, климат—грунтовые воды, коренные породы—растительность и др. Такие связи проще всего выявить при помощи метода сопоставления или наложения карт (просвечиванием однофигуральных (одномасштабных) схем).

Связи и границы можно различать визуально и картометрически (Фадеева, 1971; схема), графически (Боумен, 1971; Granö, 1922; Markus, 1929, 1932, 1936; Ruotsalo, 1967 и др.), математически (например, корреляционными показателями, по методу координат, топологически, статистически) (Hautamäki, 1970, 1971) и в перспективе даже электрически (Расположенский и др., 1972). В работе с картами, имеющими точную математическую основу, применяется метод координат и др. точные методы.

Наши опыты показали, что как «старые» методы (сопоставления, анализ границ и ареалов и их контрастности и др.), так и математические дают почти приблизительные результаты и вопрос часто заключается в способе их фиксации и математическом выражении. При этом наиболее важными моментами представляются точность исходных материалов, их методический уровень, качество унификации и корреляции методов, степень надежности фактического материала. Основной целью анализа и синтеза карт является выяснение степени и характера однородности территории на разных структурно-генетических уровнях и по территории в целом. Это дает основу для оценки и анализа природных условий и на основе их учитывания при использовании и оптимизации среды, в территориальной планировке, в деле охраны природы и т. д. Полностью цель достигается в случаях, если при наличии карт природных условий существуют карты синтеза и синтеза-интеграции и карты, отражающие деятельность человека и экономику, санитарно-гигиенические, инженерно-

геологические и другие инженерные карты, т. е. существует картографический макет, характеризующий среду всесторонне.

Уже начиная с времен Гумбольдта, основной целью исследования природы является выяснение единства и разнообразия ее. Рассматриваемая картографическая модель является только одним из концентрационных и генеральных методов решения проблемы. Картографическая модель и ее анализ могут лечь в основу общей планировки на первом этапе и использования среды.

### Выводы

Картографическая модель имеет ряд преимуществ перед другими моделями географической среды (ландшафтной сферы, биосферы).

1. Пространственное расположение явлений, количество (картограмма), качество (фона), разнообразие уровней — атмосферные, гидросферные и литосферные — во временно-пространственной структуре сообществ жизни и ландшафтов. Пространственность основывается:

а) на форме, величине и других основных свойствах,  
б) на математическо-геодезической картографической сети, проекциях, стабильных данных поверхности земли, морского дна, уровней воды. Теория связана с непрерывным контролем и регистрацией изменений.

В пространстве проявляются характер расположения явлений, горизонтальная структура и горизонтальные связи.

2. Карты можно связывать во времени (например, геологические и палеогеографические и т. д.), в результате чего получаем пространственный генезис (генезис-блок), изменение расположенных в пространстве явлений во времени (в первую очередь в ареалах и в том, что можно наносить на карту, не всегда по содержанию, но в формах его проявления). Создается связь времени и пространства, временно-пространственная модель.

3. Карта как модель нашла применение практически во всех областях исследований Земли, за исключением микромир изучающих научных дисциплин (изучение атома, частично геохимия и др.), т. е. в общем на уровне человеческим глазом воспринимаемого мира.

4. Картографическое изображение может показать практике состояние, тенденции и перспективы развития природной среды. Оно наряду с теоретическими схемами одно из наилучших отражателей конкретной природной среды.

5. Картографическая модель может иметь форму горизонтально-структурной, вертикально-структурной и пространственно-структурной или «анатомической» модели, а также форму динамической (карты погоды, фенологические карты), процессов, балансов (энергетические балансы на уровне поверхности земли), генетической модели. Таким образом, модель может быть статической, динамической, генетической, кинетической и т. д.

6. При помощи картографической модели можно передавать структурно-генетические единицы, синтез ландшафта (природной среды) и на этапе синтеза-интеграции ландшафтное районирование.

7. Область применения картографии в исследованиях земли многообразна и богата возможностями выражения, передает разнообразие, качество и количество явлений. Применение карт в науке и практике общераспространено.

8. На картах можно соединять теоретические концепции с конкретным состоянием (проверкой конкретной истины) и давать конкретную

модель действительности. Абстрактную теоретическую модель можно соединить с моделью действительности.

В перспективе теоретические, практические и кибернетические принципы картографии расширятся благодаря применению новой технологии, аэрофотосъемке и их расшифровке, анализу и синтезу карт как в науке, так и в практике. Видную и все возрастающую роль имеют здесь искусственные спутники. При этом всесторонние и кибернетически системные комплекты картосхем по качеству, использованию и «управлению» средой приобретают особую роль.

## Приложение

### СПИСОК КАРТОСХЕМ

#### I. Общие картосхемы

1. Расположение Эстонской ССР в Европе. Природные пояса и зоны.
2. Расположение Эстонской ССР в Советском Союзе.
3. Общеземная карта Эстонской ССР.
4. Дополнительная схема (координаты, центры, диаметры, общие данные).
5. Административная карта Эстонской ССР.

#### II. Экзофакторы

6. Распределение солнечной радиации.
7. Сумма активных температур воздуха и продолжительность вегетационного периода. Продолжительность солнечного сияния (май — сентябрь).
8. Средние и абсолютно минимальные температуры воздуха. Повторяемость направлений ветра. Январь.
9. Средние и абсолютно максимальные температуры воздуха. Повторяемость направлений ветра. Июль.
10. Количество осадков и число дней с осадками за теплый период (апрель — октябрь).
11. Количество осадков и число дней с осадками за год.
12. Образование и продолжительность залегания устойчивого снежного покрова.
13. Разрушение и толщина устойчивого снежного покрова.
14. Климатическая граница и переходная полоса между восточной и западной Эстонией.
15. Климатическая граница и переходная полоса между побережьем Финского залива и внутренними районами Эстонии.
16. Теплообеспеченность по ландшафтным районам.
17. Климатическое районирование.
18. Агроклиматическое районирование.

#### III. Эндофакторы

19. Рельеф кристаллического фундамента, распространение комплексов пород и крупных тектонических форм коренных пород.
20. Сопоставление палеозойских и неотектонических элементов.
21. Современные тектонические движения.
22. Распространение палеозойских отложений.
23. Древний рельеф коренных пород (стратозигисы по подошве четвертичных отложений).
24. Распространение палеозойских отложений и крупных форм древнего рельефа.
25. Распространение древних береговых линий Балтийского моря и форм рельефа материкового льда последнего оледенения.
26. Геолого-литологическая характеристика четвертичных отложений (по скважинам).
27. Мощности четвертичных отложений.
28. Ледниковые отложения и формы рельефа.
29. Полезные ископаемые.
30. Выходы горизонтов грунтовых вод палеозоя.
31. Гидрогеологические районы и запасы подземных вод.

#### IV. Синтофакторы

##### Геоморфология

32. Схема дочетвертичного и современного рельефа.
33. Орографические районы.
34. Распространение крупных валунов и валунных полей.
35. Каменистость сельскохозяйственных земель.
36. Краевые образования.
37. Районы форм рельефа.
38. Типы четвертичных отложений.

## 39. Гипсографическо-типологические районы и основные формы рельефа.

## Внутренние воды

40. Гидрографическая сеть.
41. Густота сети водотоков длиной выше 10 км.
42. Густота всей сети водотоков.
43. Уклоны рек.
44. Гидрографическая сеть и среднегодовые расходы воды.
45. Среднегодовой сток (л/сек на 1 км<sup>2</sup>).
46. Среднегодовой слой стока (мм).
47. Распространение озер.
48. Густота распространения озер.
49. Глубины озер.
50. Распространение родников.
51. Гидрологическое районирование.
52. Гидрохимическое районирование поверхностных вод.
53. Водные ресурсы, формирующиеся в пределах Эстонии по основным бассейнам и по республике в целом.
54. Водохозяйственные районы и использование водных запасов (1968).

## Почвы

55. Материнские породы почв.
56. Схематическая карта почв.
57. Реакция полевых почв.
58. Почвенная эрозия.
59. Заболоченность.
60. Почвенные районы.
61. Потребности сельскохозяйственного земельного фонда в осушении.
62. Гидрогеологическо-мелиоративное районирование.
63. Потребность в известковании полевых почв.
64. Потребность полевых почв в фосфорных удобрениях.
65. Потребность полевых почв в калийных удобрениях.
66. Плодородие полевых почв.
67. Пригодность природных условий ландшафтных районов для сельскохозяйственной культурной земли.

## Растительность

68. Схематическая карта растительности.
69. Распространение лесов.
70. Распространение лесов по доминирующим породам.
71. Распространение лесолугов.
72. Районы формаций растительности.
73. Фитогеографическое районирование.
74. Геоботаническое районирование.

## V. Интеграция — синтез

## Природные ландшафты

75. Распространение морфологических типов ландшафта.
76. Распространение геоморфологических типов ландшафта.
77. Распространение крупных болот.
78. Распространение болот.
79. Районы болот.
80. Распространение и районирование гидробиологических типов озер.
81. Распространение альваров.
82. Распространение карстовых явлений.
83. Ареалы карстовых воронок северной Эстонии.
84. Заповедники и объекты, взятые под охрану природы.

## Преобразованные ландшафты

85. Районирование по типам поселений и дорог.
86. Размеры городских поселений по числу жителей. Распространение городских поселений.
87. Шоссеиные дороги.
88. Железные дороги.
89. Распространение сельскохозяйственной культурной земли (1968).
90. Распространение мелиорационных объектов (1969).
91. Распространение эксплуатируемых полей фрезерного торфа (1968—69).
92. Распространение песочных, гравийных, глиняных, известняковых, сланцевых и фосфоритных карьеров.
93. Районы природных и культурных ландшафтов.

## Ландшафтные районирования

94. Морфологическое районирование по формам рельефа и растительности. Типы ландшафтов.
95. Морфологическое районирование по формам рельефа, растительности, типам поселений и дорог, гидрографической сети.
96. Морфологические границы и переходные полосы ландшафтов.
97. Физико-географическое районирование (исходя из палеогеографического принципа).
98. Физико-географическое (ландшафтное) районирование (исходя из палеогеографическо-геоморфологического принципа).
99. Ландшафтное районирование (исходя из структурно-генетического принципа).

## ЛИТЕРАТУРА

- Аболин Р. И., 1914. Опыт эпигенологической классификации болот. Болотоведение (3) : 231—285.
- Арманд А. Д., 1966. Природные комплексы как саморегулирующие информационные системы. Изв. АН СССР, сер. геогр. (2) : 85—94.
- Арманд А. Д., 1969. Модели в физической географии. Природа (5) : 45—53.

- Арманд А. Д., 1971. Роль моделей в изучении природных комплексов. В сб.: Методика ландшафтных исследований. Л. : 115—130.
- Арманд Д. Л., 1968. Физическая география в наши дни. М.
- Арманд Д. Л., 1970. Объективное и субъективное в природном районировании. Изв. АН СССР, сер. геогр. (1) : 115—129.
- Арманд Д. Л., Преображенский В. С., Арманд А. Д., 1969. Природные комплексы и современные методы их изучения. Изв. АН СССР, сер. геогр. (5) : 5—16.
- Берг Л. С., 1947. Географические зоны Советского Союза. I. М.
- Берлянт А. М., 1972. Карты взаимосвязи явлений и их применение в географических исследованиях. Вест. Московского ун-та (1) : 21—29.
- Богорад Д. И., 1965. Конструктивная география района. М.
- Боумен У., 1971. Графическое представление информации. М.
- Вернадский В. И., 1967. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). М.
- Герасимов И. П., 1972. Конструктивная география как наука о целенаправленном преобразовании и управлении окружающей средой. Изв. АН СССР, сер. геогр. (3) : 7—11.
- Григорьев А. А., 1965. Развитие теоретических проблем советской физической географии. М.
- Григорьев А. А., 1966. Закономерности строения и развития географической среды. М.
- Докучаев В. В., 1949—1961. Сочинения. 1—9. М.-Л.
- Дорфман Я. Р., 1961. Опыт применения ландшафтного анализа в разработке перспективного плана развития г. Черновцы. Тезисы докладов. Материалы к V всесоюзному совещанию по вопросам ландшафтоведения. М. : 190—198.
- Исаченко А. Г., 1958—1961. Физико-географическое картирование. I—III. Л.
- Исаченко А. Г., 1965. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М.
- Калесник С. В., 1955. Основы общего землеведения. М.
- Кильдема К., 1962. О методах и принципах выделения болотных ландшафтов. В сб.: Ежегодник Эстонского географического общества 1960/61. Таллин: 158—173.
- Кильдема К., 1966. О некоторых проблемах учета природных условий при комплексной (районной) планировке Эстонской ССР. Совещание по вопросам планировки сельскохозяйственных районов и сельских населенных мест. Резюме докладов. Таллин : 128—134.
- Кильдема К. Т., 1967. Ландшафтное районирование как основа учета природных условий и ресурсов при районной планировке. Тез. докл. на совещании географов республик Прибалтики. (Геогр. о-во Латв. ССР, Латв. гос. ун-т им. П. Стучки). Рига : 82—88.
- Кильдема К. Т., 1968. Проблемы методики учета окультуренности при ландшафтных исследованиях. Семинар по методике ландшафтных исследований (тезисы и рефераты докладов). М. : 13.
- Кильдема К. Т., 1970. Опыт составления картографической модели природных условий (по материалам Эстонской ССР). В сб.: Гвоздецкий Н. А. и др. Состояние и задачи физической географии. (Материалы V съезда Геогр. о-ва СССР). Л. : 32—34.
- Климатический атлас Эстонской ССР. 1969. Таллин.
- Марков К. К., 1948. Основные проблемы геоморфологии. М.
- Марков К. К., 1967. Общая физическая география (общее землеведение). М.
- О развитии географии в Эстонской ССР 1960—1968. (Эстонское географическое о-во АН Эстонской ССР). 1970. Таллин.
- Полынов Б. Б., 1956. Учение о ландшафтах. Избранные труды. М.
- Преображенский В. С., 1966. Ландшафтные исследования. М.
- Преображенский В. С., 1971. Современные проблемы методики ландшафтоведения. В сб.: Методика ландшафтных исследований. Л. : 4—12.
- Расположенский Н. А., Свентэк Ю. В., Тикунов В. С., 1972. О возможности применения электрического моделирования в географии. Вест. Московского ун-та. География (9) : 32—37.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, том 4. Прибалтийский район, вып. I. Эстония. 1972. Таллин.
- Рихтер Г. Д., 1969. Система природных территориальных комплексов Земли. Изв. АН СССР, сер. геогр. (5) : 17—20.
- Салищев К. А., 1970. Предмет и метод картографии (некоторые современные взгляды). Вест. Московского ун-та. География (2) : 26—33.

- Салищев К. А., 1972. Генерализация в ее истории и современном развитии. В сб.: Картография (Итоги науки и техн. ВИНТИ АН СССР). М. : 6—23.
- Трофимов А. М., Шариф Г. Г., Хайрутдинов А. Г., 1969. Математические модели в географии, их сущность и место в расширении географической теории. Геогр. сб. Казанск. ун-т, вып. 4 : 41—55.
- Фадеева Н. В., 1970. Система методов анализа картографического материала в ландшафтоведении. В сб.: Гвоздецкий Н. А. и др. Состояние и задачи физической географии. (Материалы V съезда Геогр. о-ва Союза ССР). Л. : 50—52.
- Фадеева Н. В., 1971. Основные направления анализа ландшафтной карты. В сб.: Методика ландшафтных исследований. Л. : 97—109.
- Чорли Р. Д., Харгет Р., 1971. Модели в географии. М.
- Chojnicki Zbysko, 1968. Modele wykorzystania srodowiska geograficznego. Biul. Kom. przestrz. zagospod. kraju PAN (51) : 53—72.
- Coleman A., 1969. A geographical model for land use analysis. Geography 54 (1) : 43—55.
- Granö J. G., 1922. Eesti maastikulisel üksused. Loodus (2, 4, 5): 105—123, 193—214, 257—281.
- Granö J. G., 1929. Reine Geographie. Helsinki.
- Hautamäki L., 1970. The use of multic-variable methods in regional geographical analysis. Fennia 99 (5).
- Hautamäki L., 1971. Some classification methods in regional geography. Fennia 103.
- Herz K., 1966. Das Strukturmodell der Landschaft. Zeitschrift der Erdkundeunterricht 18 (3): 88—98.
- Imhof E., 1969. Über Entwicklung und Lehre thematischer Karten. Schweiz. Bauzeitung 87 (38): 725—728.
- Kildema K., 1966. Maastiku kompleksne uurimine. Rmt.: Kodu-uuri ja käsiraamat. Tallinn: 295—306.
- Kildema K., 1968a. Maastikulisel uurimise põhisuundi Eestis. (ENSV TA Tallinna Botaanikaead). Tallinn.
- Kildema K., 1968b. Pandivere kõrgustiku kaguosa maastikest ja nende ümberkujundamisest. Rmt.: Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1966. Tallinn: 5—27.
- Kildema K., 1969. Eesti NSV maastikulisest liigestusest. Rmt.: Maastike kujundamine Eesti NSV-s (ENSV TA Tallinna Botaanikaead). Tallinn: 5—19.
- Kildema K., 1972. Maastikuteaduse koht geograafias. Eesti Loodus (10): 617—620.
- Kildema K., 1973. Estonian landscapes as a basis for ecosystems. In: Man and environment. Tallinn: 11—19.
- Kildema K., Rea T., 1970. Kultuurmaastike, eriti põllumajandusliku kultuurmaa levik Eesti NSV-s sõltuvalt maastikulisest liigestusest. Eesti NSV TA Toim. Biol. 19 (4) : 362—381.
- Kirde K., 1943. Kliimavaldkonnad Eestis. (Acta Univ. Tartuensis A XXXVIII). Tartu.
- Laasimer L., 1965. Eesti NSV taimkate. Tallinn.
- Lillema A., 1958. Eesti NSV mullastik. Tallinn.
- Markus E., 1929. Die Grenzverschiebung des Waldes und des Moores in Alatskivi. (Acta Univ. Tartuensis A XIV (3)). Tartu.
- Markus E., 1932. Chorogenese und Grenzverschiebung. (Acta Univ. Tartuensis A XXIII (2)). Tartu.
- Markus E., 1936. Geographische Kausalität. (Acta Univ. Tartuensis A XXX (5)). Tartu.
- Markus E., 1937. Põllupinna kahanemise uurimine. Loodusuurijate Seltsi aruanded XLIII (1—2). Tartu: XXXVIII—XLII.
- Ratajski Lech, 1968. A model of cartographical methods. Geogr. polon. (14) : 371—378.
- Richter H., 1968a. Naturräumliche Strukturmodelle. Petermanns geographische Mitteilungen 112 (1) : 9—14.
- Richter H., 1968b. General and special structural models of the homogeneous natural area. 21st International Geogr. Congr., India, 1968. Abstrs. papers. Calcutta: 135—136.
- Ruotsalo R., 1967. Naturlandschaft und Siedlung in der Gegend der Stadt Kuopio auf der Finnischen Seenplatte. Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A III Geologica-Geographica 91. Helsinki.
- Shapley H., 1964. Tähtedest ja inimestest. Tallinn.
- Stams W., 1969. Die Bedeutung der Karte als Modell der Wirklichkeit. Sozialistische Umweltgestaltung. Wissenschaftliche Konferenz. Dresden : 1—8.
- Töpfer F., 1969. Zur Bedeutung der Karte als Informationsspeicher. Sozial. Umweltgestaltung. Wiss. Konferenz. Dresden : 1—6.
- Töpfer F., 1972. Die Kartennutzung. Vermessungstechnik 20 (10) : 376—379.

## KALLIO KILDEMA

MAASTIKU KUI KESKKONNA KARTOGRAAFILINE MUDEL  
(Eesti NSV näitel)

## Resümee

Artiklis esitatakse maastiku süsteemse hierarhilise kartograafilise mudeli koostamise teoreetilise-metoodilised alused, antakse edasi koostamise praktilised kogemused ja esialgsed tulemused.

Mudeli kontseptsiooni väljatöötamisel lähtuti sellealastest klassikalistest ja hilisematest uurimustest, marksistliku dialektika alustest ning maastiku ja keskkonna uurimise uusimaist saavutustest, eriti kartograafia alal.

Kontseptsiooni printsiipidest, mis üksteisega on tihedalt läbi põimunud, olgu märgitud 1) süsteemsusprintsiip; 2) analüüsi ja sünteesi seostamise printsiip; 3) struktuurilise geneetiline printsiip; 4) hierarhiliste süsteemide printsiip ja 5) modelleerimisprintsiip, mille kohaselt maastiku *resp.* keskkonna süsteemid on nii abstraktselt kui konkreetselt modelleeritavad kartograafilises vormis.

Mitmesuguste maastike mudelite võrdlemisel selgus, et kartograafilisel mudelil on teiste mudelitega võrreldes mõningaid eeliseid, millel artiklis pikemalt peatutakse.

Süsteemse hierarhilise kartograafilise mudeli kontseptsioonist lähtudes koostati eksperimentaalselt Eesti NSV maastike (keskkonna) staatiline mudel, mis kujutab endast keskkonna struktuurile, seisundile ja muutustele vastavat kaartskeemide süsteemset maketti, ja koosneb 99 skeemist, milledest 20 on originaalsed (lisa).

Skeemid valiti ligi 500 erikomponendi ja -faktori kohta käivate kaartide hulgast aastaist 1922–1972, kusjuures enamik neist on viimase 15 aasta jooksul avaldatud. Nende skeemide valikul eelistati mudeli üldkontseptsioonile vastavaid, sisukamaid, tehniliselt korrektsemaid, üldiselt aprobeeritud ja respektieritud (näit. entsüklopeediatest ja kollektiivmonograafiatest), uuemaid ning tehniliselt realiseeritavaid.

Mudeli koostamisel saadi ülevaade vabariigi keskkonnatingimuste uuritusest, selgitati uurimist vajavad lõigud (ka piirteaduste alal) ja süstematiseeriti erialaste uurimiste tulemused üldisel tasemel.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Tallinna Botaanikaäed

Toimetusse saabunud  
26. VII 1973

## KALLIO KILDEMA

KARTOGRAPHISCHES LANDSCHAFTSMODELL  
(Die Estnische SSR als Grundlage genommen)

## Zusammenfassung

Der Aufsatz bringt die theoretisch-methodischen Grundlagen eines systematischen hierarchischen kartographischen Modells, die praktischen Erfahrungen und vorläufigen Resultate seiner Zusammenstellung.

Als Basis der Modellkonzeption dienten sowohl klassische als auch rezente naturwissenschaftliche Forschungsergebnisse, die Grundlagen der marxistischen Dialektik und Landschafts- und Umweltuntersuchungen. Die neuesten kartographischen Arbeiten wurden speziell berücksichtigt.

Die Prinzipien der Modellkonzeption sind:

1. Das Systemprinzip: die Landschaftsfaktoren werden als Systemteile unter Berücksichtigung ihrer kybernetischen, struktur-genetischen und analytisch-synthetischen Bedeutung und ihrer Dimensionen im Raum in evolutiver Reihenfolge gruppiert (Abb. 1):

a) exogene Faktoren (Weltraumfaktoren und die wichtigsten Klimafaktoren der Atmosphäre),

b) endogene Faktoren (Tektonik, Geologie),

c) Synthesefaktoren (Relief, Gewässer, Böden, Vegetation).

2. Das Verbundenheitsprinzip der Analyse und Synthese: die Landschaftsfaktoren und Territorialkomplexe werden in Zeit und Raum im Aspekt der Analyse und Synthese und umgekehrt (Rückkopplung) erforscht. Der Übergang von der Analyse zur Synthese im Forschungsgang vollzieht sich stufenweise. (Abb. 3).

3. Das strukturgenetische Prinzip, welches darauf hinweist, daß die Landschafts-sphäre in struktur-genetische Landschaftseinheiten wie Geosphären, Landschaftskomponenten und -einheiten in Zeit und Raum differenzierbar ist. Die Struktureinheiten unterscheiden sich hinsichtlich der Energiebilanz, der Masse, des Aggregatzustands, der Entwicklungsstufe des Stoffes usw. Dabei dienen die Raumeinheiten (Sphären, Komponenten) als struktur-genetische Teile der Umwelt (Landschaft).

4. Das Prinzip der hierarchischen Systeme, demnach die struktur-genetischen Einheiten unter Berücksichtigung ihrer Bildung, Energiebilanz, Masse, Dynamik, Migration des Stoffes, Beständigkeit (Stabilität) und anderer fixierenden Dimensionen (z. B. Universumsysteme, Sonnensystem, Erdsphären, Landschaftszonen, Kontinente und Ozeane, mittlere und kleine Landschaftseinheiten) in der hierarchischen Stufenfolge stehen.

5. Das Modellierungsprinzip: die Landschafts- bzw. Umweltsysteme sind sowohl abstrakt als auch konkret in kartographischer Form modellierbar.

Als Modellform wurde die Form des kartographischen Modells gewählt, da sie einige Vorzüge besitzt: das kartographische Material ermöglicht infolge seiner mathematisch-geodälischen Grundlagen den Zustand und die Ressourcen der Umwelt konkret, qualitativ und quantitativ darzustellen und mathematisch, graphisch sowie mit Hilfe kartographischer und anderer Methoden zu bearbeiten, ebenso den realen Zustand der Umwelt und ihre Erscheinungen in Zeit und Raum zu verfolgen: das auf einheitlichen methodisch-technologischen Grundlagen beruhende kartographische Material ist vergleichbar und korrelativ, es ist in Wissenschaft und Praxis anwendbar und in vielen Fällen nicht zu ersetzen — so in Gebietsplanung, beim Projektieren, Regulieren der Umwelt, im Naturschutz usw.

Zur Illustration und Kontrolle der Konzeption des kartographischen Modells wurde ein statisches Modell der Landschaften (Umwelt) Estlands ausgearbeitet. Es ist ein systematisches Makett schematischer Karten, welches der Struktur, dem Zustand und den Veränderungen der Umwelt entspricht.

Das kartographische Material stammt aus einem bestimmten Zeitabschnitt und einem bestimmten Raum (Estnische SSR). Das von uns zusammengestellte Makett ist ein Versuch, ein anatomisches Umweltsystem zu konstruieren. Ein derartiges Modell dient als Vorstufe für Modelle der Prozeßdynamik, «physiologische» Modelle, Stoffmigrationsmodelle und andere Modelle.

Das Makett besteht aus 99 Schemen, darunter 20 Originalschemen (Beilage).

Die Schemas wurden im hierarchischen System von der Analyse zur Synthese in folgende Serien eingeordnet.

I Allgemeine Schemas (Lage der Estnischen SSR, physische Karte, administrative Karte, ergänzendes Schema) — 5 Schemas.

II Exogene Faktoren (Klimakarten) — 13 Schemas.

III Endogene Faktoren (Tektonik, Geologie) — 13 Schemas.

IV Synthesefaktoren (Geomorphologie, Binnengewässer, Böden, Vegetation) — 43 Schemas.

V Synthese-Integration-Schemas (Naturlandschaften, Kulturlandschaften, naturräumliche Gliederungen) — 25 Schemas.

Die Schemas wurden aus den 1922—1972 publizierten, etwa 500 Komponentenkarten ausgewählt, deren größter Teil in den letzten 15 Jahren veröffentlicht worden ist. Bevorzugt wurden der allgemeinen Modellkonzeption entsprechende, inhaltsreiche, technisch korrekte, allgemein genehmigte und berücksichtigte Schemas (z. B. Karten der Enzyklopädien und Kollektivmonographien), doch auch neue technisch realisierbare Schemas. Bei der Publizierung neuer spezieller Schemas wurde das Makett fortlaufend vervollständigt, bereichert. Durch spezielle thematische Detailkarten wurde es aber nicht belastet, soweit diese Karten in speziellen Atlanten oder Monographien erschienen waren (Klimaatlas, Monographie der Vegetation der Estnischen SSR u. a.).

Es war technologisch zweckmäßig, die Schemas in einer einheitlichen, vergleichbaren und korrelativen Größe zu gestalten (für ihre spätere Bearbeitung mit Hilfe verschiedener Vergleichungsmethoden). Schemas wurden mittels der photographischen Methode nach einem Etalon auf durchleuchtbarem Dokumentpapier gefertigt. Schemablätter wurden nicht eingebunden, um die Erneuerung und Vergleichung der Schemas zu erleichtern. Unifiziert und redigiert werden sie, die Originalgestalt nach Möglichkeit erhaltend.

Die Arbeit am Modell ergab eine Übersicht des Untersuchungszustandes der Umweltbedingungen der Republik. Es stellten sich mangelhaft untersuchte Teile der Landschaftskunde und der Nachbarwissenschaften heraus, die Ergebnisse der Spezialuntersuchungen wurden auf allgemeinem Niveau systematisiert.

Ergebnisse:

1. Das kartographische Modell kann gleichzeitig als ein systematisches, hierarchisches und genetisches dienen. Es ist eine die Wirklichkeit konkret widerspiegelnde, viele spezielle Angaben konzentrierende, verallgemeinernde und koordinierende Methode, welche die Wissenschaft mit der Praxis verbindet.

2. Der Wissenschaft bietet das kartographische Modell neue Aspekte, besonders hinsichtlich Wechselbeziehungen, der Umweltkomponenten, deren Struktur, Genese usw. Gleichzeitig klärt sich die Rolle der die Erde untersuchenden Disziplinen (Untersuchungsangaben) im System, desgleichen die Möglichkeit, die Fragen analytisch-synthetisch zu behandeln. Die systematische Behandlung der Karten führt in mehreren Spezialitäten zu neuen Schlußfolgerungen über das Aspekt der hierarchischen Systeme, bietet Grundlagen fürs Begreifen der Entstehung der gegenwärtigen Landschaft.

3. Die Genauigkeit der so gemachten Schlußfolgerungen hängt vom Untersuchungsniveau, vom Minimum der Ausgangsangaben, von ihren Qualität und Quantität, von den methodischen Grundlagen der Ausstattung und der Informationsform (Vereinheitlichung), schließlich von der technischen Verwirklichung ab. Die Effektivität der praktischen Benutzung der Schemas hängt auch von der Koordinierung der Ausgangsangaben ab.

4. Die schematische Karte ermittelt vergleichbare und korrelative Information.

5. Zeitgemäße kartographische Methoden (Салищев, 1972) ermöglichen eine operative Übersicht über den Umweltzustand, die Ressourcennutzung und andere Äußerungen der menschlichen Tätigkeit zu bekommen. Wird das kartographische Material unifiziert und örtlich differenziert, so kann das Umweltmodell bei der Regulierung der Umwelt einen zentralen, auf wissenschaftlichen Grundlagen und konkreten Angaben basierenden Platz einnehmen.

6. Zeitgemäße Kartographie ermöglicht es, auf mathematisch-geodätischer Basis konstruierte Karten mathematisch, statistisch, mit Hilfe der kartographischen Methoden (Schema) und sogar elektrographisch zu analysieren.

7. Das kartographische Modell ermöglicht tatsächlich fast alle grundlegende Landschaftskomponenten und -elemente, ebenso die Naturkomplexe (Abb. 2) und antropogenen Landschaften (Synthese-Integration) darzustellen.

8. Das Modell ermöglicht die etappenweise Darstellung der Landschaften ihrer Evolution entsprechend, von den hierarchisch höheren Einheiten an und bis zu den niedrigeren, ebenso analytisch-synthetische und synthetisch-integrierende territoriale Untersuchungen durchzuführen (Abb. 3). Bei entsprechendem methodischem Programm und technischer Realisierung sind die Karten sowohl induktiv als auch deduktiv und rückkoppelnd benutzbar (z. B. Fixieren und Taxieren der Mensch-Umwelt-Beziehungen). Praktisch ist es zweckmäßig, die Schemas wie folgt einzureihen: a) fundamentale Elementarkarten, b) Taxier-, Ressourcen- und Bilanzkarten, c) konstruktive, in der Praxis gebräuchliche Karten (z. B. konstruktive, thematische Schemas, Generalschemas, Gebietsplanungsprogramme und Projekte, räumliche Standortpläne, Prognose-, Regulierungs- und Leitschemas der Umwelt).

9. Die Kartenanalyse und -synthese ermöglichen es, die Homogenität, Heterogenität und den Charakter der Territorien auf mehreren strukturgenetischen Niveaus sowie für das gesamte Territorium klarzustellen und die naturräumliche Gliederung durchzuführen.

10. Die Effektivität der Nutzung des kartographischen Materials wäre bedeutend größer, wenn es den kybernetischen Programmuntersuchungen nach der Modellkonzeption entspräche. In diesem Aspekt scheint es zweckmäßig, die Analyse der 3 Hauptssysteme: I Natur, II Mensch (als biologisches Objekt), III Gesellschaft (Wirtschaft, Kultur, Organisation usw.) mit dreifacher Rückkopplung nach folgendem vereinfachtem Schema durchzuführen:

A. Von der Evolution ausgehend: Natur  $\rightleftharpoons$  Mensch  $\rightleftharpoons$  Gesellschaft;

B. Vom Menschen ausgehend: Mensch  $\rightleftharpoons$  Natur (Umwelt)  $\rightleftharpoons$  Gesellschaft;

C. Von der Gesellschaft als dem höheren Entwicklungssystem ausgehend: Gesellschaft  $\rightleftharpoons$  Mensch  $\rightleftharpoons$  Natur.

Botanischer Garten  
der Akademie der Wissenschaften  
der Estnischen SSR

Eingegangen  
am 26. Juli 1973