

К. И. ДЖАНДИЕРИ, Н. И. ЗАНАШВИЛИ

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Экологическое картографирование растительного покрова начато сравнительно недавно, однако на сегодняшний день имеются определенные результаты, которые несомненно представляют большой теоретический и практический интерес и указывают на широкую перспективу этой проблемы.

В идеале экологическая карта (серия карт) представляет собой пространственно-временную модель экологической ситуации исследуемой территории, предназначенную для облегчения анализа механизмов организации отдельных экосистем и их взаимосвязей, способствующую в конечном счете разумному использованию, преобразованию и охране окружающей среды. С другой стороны, принимая во внимание особенности восприятия картографической информации, несомненно и то, что экологические карты являются хорошим пособием для экологического образования.

Несмотря на определенные успехи, экологическое картографирование еще нечетко «очертило свои контуры» и не удивительно, что не существует каких-либо унифицированных подходов, теоретических предпосылок, на которых мог бы прочно базироваться заинтересованный исследователь.

Инициаторами экологического картографирования следует считать сотрудников Лаборатории ботаники и биологии растений Гренобльского университета, руководимых проф. П. Озандой. Здесь же надо отметить, что французские исследователи начинали эту работу не на голом месте. Публикация первых материалов по экологическому картографированию (Documents. . . , 1973) явилась органическим продолжением десятилетнего труда по созданию карты растительности Альп (Documents. . . , 1963—1972; Федорова, 1974). Основные теоретические установки, которые разрабатывались во время составления карты растительности, в частности классификация растительности Озанды, использованы и для изображения растительности на экологических картах.

Как известно, целый ряд исследователей слову «экология» придает слишком широкую семантическую амплитуду и вследствие этого за экологические «иногда выдают обычные геоботанические карты» (Сочава, 1979 : 116). В качестве примера В. Б. Сочава приводит геоботанические карты, созданные Молинье (Molinier, Molinier, 1971; Сочава, 1975), но они не являются исключением. В серии экологических карт, составляемых сотрудниками Гренобльского университета, можно встретить карту потенциальной растительности северо-восточных Альп (Tonnel, 1974), геоботанические карты отдельных регионов Непала, снабженные некоторой дополнительной информацией о типах почв, количестве среднегодовых атмосферных осадков (Dobremez, 1973), обычные геоботанические карты (Richard, 1976) и др.

Некоторые авторы повышают информационную емкость карт этой серии за счет широкого использования карт-врезок. Так, Л. Ришар (Richard, 1973) на некоторых картах растительности крупного и среднего масштабов помещает дополнительные мелкомасштабные картосхемы с информацией о литологии, ботаническом районировании, типах почв, культурной растительности. Еще более широко использует карты-врезки, или картоны, как их называют французские авторы, М. Куту (Couteaux, 1973). Кроме основной карты м. 1 : 100 000 он при-

водит несколько карт м. 1 : 500 000, на которых показаны количество атмосферных осадков, среднегодовая температура воздуха на фоне гипсометрических показателей, потенциальная растительность с учетом химизма почв, дано литологическое и биоклиматическое районирование, а также карту м. 1 : 250 000, изображающую воздействие антропогенных факторов на растительность исследуемого региона.

Конечно, такое широкое использование врезных карт дает возможность анализа природных взаимосвязей, однако отсутствие чисто экологической информации (например, такого важного показателя, как продуктивность) придает вышеупомянутым картам скорее геоботаническо-ландшафтоведческую, нежели экологическую «окраску». Справедливости ради следует отметить, что в пояснительных текстах к картам приводится развернутая географическая и геоботаническая характеристика картируемого региона и даются схемы продуктивности основных сельскохозяйственных культур (см., например, Richard, 1973). Путем сопоставления разной картографической и некартографической информации выявляются определенные экологические показатели, которые возможно использовать для планирования будущего хозяйственного развития региона. Однако карты, о которых речь шла выше, сами по себе таких данных не предоставляют. Другими словами, эти карты только в самом широком смысле можно назвать экологическими. Следуя такой логике, экологической можно назвать и карту растительности степной части Казахского мелкосопочника (Карамышева и др., 1975), на которой также помещена серия мелкомасштабных карт-врезок, отражающих гипсометрию, климат, геоморфологию, почвы, ботанико-географическое районирование, границы ареалов растений, и ландшафтные карты, создаваемые в нашей стране. Здесь уместно привести еще одну цитату из книги В. Б. Сочавы (1979 : 116): «. . . истинному экологическому содержанию более соответствуют корреляционные геоботанические изображения. . . С полным правом экологическими эти карты смогут называться лишь тогда, когда на них будут отражены связи растительности со всеми главнейшими (абсолютно со всеми невозможно) факторами. Разумеется, они должны охватывать биоту в целом или разделяться на ботанические и зоогеографические экологические карты, на первых порах такой путь более разумен». На проанализированных картах как раз и не отражена связь экологических параметров растительности со средой обитания.

В серии экологических карт французских исследователей несколько особняком стоят карты окружающей среды, которые, по нашему мнению, имеют более определенный экологический характер, на что указывал В. Б. Сочава (1978). На одной из них остановимся подробнее (Dobremez et al., 1974).

Изображенная на карте территория (около 225 км²) расположена в среднем течении р. Роны к востоку от г. Лиона. Карта разработана на основе карты реальной (современной) растительности региона. Легенда состоит из двух разделов, которые называются: «Среда — ее экологические показатели» и «Влияние человека — результаты этого влияния». Первый раздел содержит данные как о природной растительности и условиях ее местообитания, так и о культурной. Эти показатели помещены в двух колонках. Они сгруппированы в легенде соответственно их положению в одном из шести установленных физико-географических регионов, показанных на мелкомасштабной схеме. Для каждой группы картируемых единиц указано среднегодовое количество осадков. Характеристики номеров содержат информацию об экотопе (экспозиции склонов, типе почв и др.). Для примера приведем фрагмент легенды (см. с. 57).

Стрелками в легенде указывается тенденция увеличения того или иного экологического параметра — влажности или сухости почв, количества среднегодовых атмосферных осадков, продуктивности растительных сообществ и пр. В этом же разделе помещена диаграмма глубины залегания грунтовых вод под разными сообществами и там же стрелкой указана тенденция увеличения продуктивности лесных сообществ по мере углубления залегания грунтовых вод. Информация о подобных связях в картографических материалах, к сожалению, встречается крайне редко.

Во втором разделе легенды содержатся объяснения нанесенной на карту различной информации о влиянии антропогенного фактора на данный регион.

Среда — ее экологические показатели

Природная растительность террас рек Роны и Эн (среднегодовое количество осадков 800—1000 мм)

Окультуренные земли

Террасы р. Эн

- | | | |
|---|---|---|
| <p>30. Лесные формации по берегам р. Эн, с доминированием осокорников, со значительным колебанием грунтовых вод</p> <p>31. Формации ксерофильной травяной растительности по берегам р. Эн</p> | <p>33. Значительные территории под зерновыми культурами, недавно освоенные человеком</p> <p>35. Зерновые культуры в пойме</p> | <p>↑ Увеличение сухости и щелочности почв и площадей окультуренных земель</p> |
|---|---|---|

Террасы р. Роны

- | | | |
|---|---|---|
| <p>18. Дубравы из пушистого дуба на аллювиальных почвах</p> <p>44. Ацидофильные дубравы с грабом на аллювии</p> <p>21. Ацидофильные дубравы с каштаном на выщелоченных почвах</p> | <p>38. Поликультуры на плато, скотоводство</p> <p>29. Северные и южные типы скотоводства</p> <p>39. Зерновые культуры на верхних террасах</p> <p>40. Зерновые культуры на нижних террасах</p> | <p>↑ Увеличение возраста террас и интенсивности окраски почвы</p> |
|---|---|---|

Примечание. Приведенные сообщества встречаются в разных физико-географических районах, чем и обусловлена непоследовательность их нумерации.

На карте указаны главные и второстепенные дороги, дороги местного назначения, канатные дороги, тоннели, перевалы, населенные пункты, территории военных баз, аэропорты, заповедники, границы административных единиц, даже такие объекты, как церкви, старые фортификационные строения, замки, мельницы и пр. Особо выделены главные и второстепенные центры миграции населения и области, на миграцию населения которых влияет г. Лион.

Для выявления корреляционных связей в практических целях нам представляются особенно важными данные о плотности населения, изображенные на карте штриховкой, причем частота штриховки соответствует определенной плотности населения (точные цифры приводятся в легенде). Вертикальная штриховка указывает общую плотность населения, горизонтальная — процент сельского населения от общего числа. Кроме того, особой штриховкой выделены районы, входящие в проект урбанизации, индустриальные районы и природно-территориальные комплексы. Из всего вышесказанного очевидна большая информативность карты, однако, по нашему мнению, авторы несколько перегрузили карту, из-за чего она трудно читается. Оправданием, возможно, служит определенная практическая целенаправленность ее.

Сведения, которые не удалось показать на основной карте (литология, интенсивность скотоводства, интенсивность возделывания основных агрокультур и др.), приводятся в тексте на специальных картосхемах.

В виде синтеза авторы делают интересную попытку экологического районирования. Каждая единица схемы районирования — «экологический ансамбль», выделяется на основе оригинальной комбинации экологических параметров. Кроме схемы приводится таблица, в которой каждой единице районирования дается характеристика с указанием литологии и почв, климата, природной растительности, агрокультур, плотности населения, процента сельского населения от общего его числа, типов расселения, индустриализации, коммуникаций и в конце прогнозируется тенденция развития региона. Для каждой из единиц районирования характерно определенное соотношение между площадью, занятой природной, культурной растительностью, и урбанизированными территориями. Эти соотношения варьируют в зависимости от изменения климатических и почвенных показателей, а также влияния антропогенных факторов. Например, в районе, где до сих пор сохранилась природная растительность, наблюдаются неблагоприятные климатические и почвенные условия для сельского хозяйства, но зато хорошие условия для произрастания лесов. Это же свидетельствует о том, что транспортная сеть неплотна, не существует индустрии, прогрессирует миграция крестьян. Авторы рекомендуют использовать эту тер-

риторию в рекреационных целях. Наоборот, в другом районе, где преобладают урбанизированные территории, площади которых увеличиваются, отмечена тенденция к нарушению природной растительности. Для примера взяты два крайних района. Другие характеризуются более сбалансированными взаимоотношениями. Авторы отмечают, что возможно скоординировать соотношения между районами для более гармоничного развития исследуемой территории.

Несмотря на полезность подобного районирования с практической точки зрения, все же экологическим его назвать трудно. Это скорее синтетический подход, включающий элементы геоботанического, физико-географического и социально-географического районирования. Однако для территории, где лимитирующим является антропогенный фактор, а также принимаемая во внимание масштаб карты и принципы картографирования окружающей среды, разработанные сотрудниками Гренобльского университета, а именно отображение параметров среды в корреляции с условиями жизни человека (Ozenda, Pauton, 1980), подобный подход несомненно целесообразен.

Определенный интерес представляют карты почв и растительности побережья залива Прудхо (Аляска) (м. 1 : 7 500), составленные К. Эверетом, Р. Вебером и Д. Уолкером (Everett et al., 1975).¹ В основе этих карт в отличие от рассмотренных выше лежит не геоботаническая, а ландшафтная карта данного региона. Единицы, таксономический ранг которых не указывается, но, по-видимому, соответствует рангу «урочища» советских ландшафтоведов, выделены путем дешифрирования аэрофотоснимков с последующей корректировкой во время полевых исследований. Для установленных единиц приводятся данные о растительности, микрорельефе и почвах. Как указывают авторы, карты растительности и почв составлялись порознь, но при сопоставлении выяснилось, что их контуры почти совпадают, и поэтому, по нашему мнению, эту информацию можно было поместить на одной карте.

Авторы сделали акцент на взаимосвязи растительности с микрорельефом. Эта связь раскрывается на карте растительности при помощи особых формул, расположенных в каждом контуре, наряду с цветовым фоном и графическими символами, обозначающими те или иные растительные сообщества.

Формулы состоят из трех групп индексов. Буквенные индексы, стоящие на первом месте, характеризуют рельеф; цифровые обозначают растительность разных элементов рельефа; следующий за ними буквенный индекс символизирует характер и степень антропогенного изменения данного участка (D — сильная, d — слабая степень). Например, формула P1 3; 2; 4 D₁ означает участок полигонов с низкой центральной частью (P1). Для участков с полигональным микрорельефом установлена растительность трех элементов микрорельефа: центральной части полигонов, валиков и межполигональных впадин. В данном примере это *Carex aquatilis*, *Eriophorum angustifolium* в центральной части полигонов (3); *Dryas integrifolia*, *Cetraria* sp. и другие лишайники на валиках (2); *Carex aquatilis*, *Eriophorum angustifolium*, *Drepanocladus brevifolius* при участии *Pedicularis sudetica* в межполигональных впадинах (4). Наибольшую площадь занимает растительность центральных частей полигонов (цифра подчеркнута). Участок (контур) характеризуется значительным изменением природной среды из-за органических и неорганических загрязнений (D₁).

Карта почв идентична карте растительности как по картируемой территории и масштабу, так и по оформлению. Она содержит информацию о разновидностях почв, различиях микрорельефа, текстуре почв и об угле наклона поверхности по отношению к горизонту. Вся эта информация дается в основном в виде формул. Цифра или цифры, стоящие в формулах до первой запятой, указывают доминирующую разновидность или разновидности почв картируемой категории. Если перед запятой стоит одна цифра, это значит, что 75% площади составляет почвенная разновидность, обозначенная данной цифрой. Если таких цифр две, то почва, обозначенная первой цифрой, занимает 50% площади этого урочища; если же цифр три, то все три разновидности почв занимают примерно

¹ Подробный анализ карт этого района, изданных в Геоботаническом атласе района залива Прудхо, опубликован в ежегоднике «Геоботаническое картографирование 1983» (Л., 1983). (Прим. ред.).

равную площадь. Цифра, стоящая после первой запятой, кодирует микрорельеф; цифра после второй запятой — текстуру почвы и последняя — угол наклона поверхности. Каждое из этих цифровых обозначений пояснено в легенде, и каждый из этих показателей имеет самостоятельную нумерацию.

Мы несколько подробно остановились на техническом исполнении этих карт, так как для крупномасштабного экологического картографирования они нам кажутся очень важными. Информативная емкость карт достаточно велика, и к тому же они легко читаются. Подобные карты можно считать экологическими — на них отражены интересные экосистемные взаимосвязи, учтено влияние антропогенного фактора. Карты наглядно иллюстрируют выигрешность крупномасштабного картирования в экстремальных условиях, так как улавливаются очень тонкие связи.

К опытам мелкомасштабного экологического картографирования следует причислить картографирование показателей биологического круговорота (Методы. . . , 1978). Например, карта годичной продуктивности суши земли, на которой к каждому контуру природных зон приурочены определенные цифровые показатели, дает возможность (сама по себе и при сопоставлении с картами иного содержания) проследить ряд экологических закономерностей, корреляционных связей планетарного масштаба. То же самое можно сказать о картах Х. Лита (цит. по: Лархер, 1978) первичной нетто-продуктивности суши и моря нашей планеты. Подобные карты являются прекрасным пособием для экологического образования.

Интересным опытом экологического картографирования является и корреляционная эколого-фитоценологическая карта Азиатской России м. 1 : 7 500 000, созданная под руководством В. Б. Сочавы (Букс, 1976; Эколого-фитоценологические комплексы. . . , 1977). Главным достоинством этой карты, по нашему мнению, является тот подход, который избрали авторы при выделении картируемых единиц: за основу берется контур, соответствующий выделу формации или группы формаций, а затем устанавливаются корреляционные зависимости с показателями экотопа. Такой путь составления экологических карт в мелком масштабе, по нашему мнению, оптимален. Для каждого контура рассчитана продуктивность растительности, что придает карте законченный экологический облик и способствует ее углубленному экологическому анализу.

Все же мелкомасштабные, да и среднемасштабные экологические карты трудно использовать в практических целях. Что же касается высокогорных территорий, то для них подобные карты утрачивают всякое практическое значение. Причина ясна. По мере ухудшения условий среды возрастает разнообразие экотопов на небольшой территории. Картируя высокогорные экосистемы в мелком и среднем масштабах, невозможно уловить нюансы отдельных синэкологических ситуаций и их взаимосвязей.

Схема построения крупномасштабной фитоэкологической карты высокогорных территорий, по нашему мнению, выглядит следующим образом. Основой ее должна служить геоботаническая карта. Затем для каждого типа фитоценозов следует собрать экологическую информацию и на последнем этапе (произведя по мере возможности экологическую классификацию или ординацию) надо составить собственно экологическую карту или серию карт. Такой подход, по нашему мнению, гарантирует экологическое содержание конечного результата.

Следует отметить, что для создания крупномасштабной истинно экологической карты необходимы стационарные исследования. Современные стационарные экологические исследования дают возможность собрать довольно обширную экологическую информацию, пригодную для картографирования: например, картированию подлежат такие синэкологические параметры, как количество фитомассы, индекс листовой поверхности, содержание энергии в фитомассе отдельных фитоценозов, эвапотранспирация и пр. Наряду с экологическими параметрами фитоценозов следует собрать информацию также по эдафотопу и в случае надобности климатопу и картировать ее. Желательно на одну карту наносить несколько параметров, что облегчит анализ внутриэкосистемных и межэкосистемных связей. Временную экологическую структуру исследуемых регионов можно выявить путем повторного экологического картирования через определенные промежутки времени.

Экологическое картографирование, видимо, со временем займет более широкое место в экологии. Однако пока опытов такого рода, особенно в отечественной науке, явно недостаточно.

В данной статье мы остановились на вопросах фитоэкологического картографирования суши, которое является новым этапом и органическим продолжением геоботанического картографирования, требующим к себе самого пристального внимания.

ЛИТЕРАТУРА

- Б у к с И. И. Методика составления и краткий анализ корреляционной эколого-фитоценологической карты Азиатской России м. 1 : 7 500 000. — В кн.: Геоботаническое картографирование 1976. Л., 1976. — К а р а м ы ш е в а З. В., Р а ч к о в с к а я Е. И., Г е р б и х А. А. Карта растительности степной части Казахского мелкосопочника. М. 1 : 1 500 000. М., ГУГК, 1975. — Л а р х е р В. Экология растений. М., 1978. — М е т о д ы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М., 1978. — С о ч а в а В. Б. Некоторые проблемы картографии растительности за рубежом. — В кн.: Геоботаническое картографирование 1975. Л., 1975. — С о ч а в а В. Б. Опыт создания карты окружающей среды во Франции. — В кн.: Геоботаническое картографирование 1978. Л., 1978. — С о ч а в а В. Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск, 1979. — Ф е д о р о в а И. Т. Картографирование растительности Альп. — В кн.: Геоботаническое картографирование 1974. Л., 1974. — Э к о л о г о - ф и т о ц е н о л и ч е с к и е комплексы Азиатской России. (Опыт картографирования). Иркутск, 1977. — С о u t e a u x M. Carte écologique au 1 : 100 000. Bessèges et Bourg St. André. — Doc. cartogr. écol., 1973, t. 12. — D o b r e m e z J. F. Carte écologique du Nepal. Région Terai Central au 1 : 250 000. — Doc. cartogr. écol., 1973, t. 12. — D o b r e m e z J. F., P a u t o n G., V i g n y F. Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Feuille de Belley. Matériaux pour une carte de l'environnement. — Doc. cartogr. écol., 1974, t. 13. — D o c u m e n t s de cartographie écologique. Grenoble, 1973, t. 11. — D o c u m e n t s pour la carte de la végétation des Alpes. Grenoble, 1963—1972, t. 1—10. — E v e r e t t K. R., W a l k e r D., W e b b e r P. J. Vegetation and landscape analysis at Prudhoe Bay, Alaska. — In: Ecological investigations of the Tundra Biome in the Prudhoe Bay region, Alaska. Biolog. papers Univ. Alaska, Special report, 1975, № 2. — M o l i n i e r René, M o l i n i e r Roger. La cartographie écologique au Service de l'aménagement du territoire. — Bull. Mus. hist. natur. Marseille, 1971, t. 31. — O z e n d a P., P a u t o n G. La cartographie écologique. III. Cartographie écologique et cartographie de l'environnement: l'exemple de la région Rhone-Alpes. — Bull. écol., 1980, t. 11, № 1. — R i c h a r d L. Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Annecy; Annecy-Vergine. — Doc. cartogr. écol., 1973, t. 11. — R i c h a r d L. Carte écologique des Alpes du 1/50 000. Chamonix. — Doc. cartogr. écol., 1976, t. 16. — T o n n e l A. Végétation potentielle des Alpes Nord-Occidentales. — Doc. cartogr. écol., 1974, t. 13.

- Букс И. И.* Методика составления и краткий анализ корреляционной эколого-фитоценологической карты Азиатской России м. 1 : 7 500 000 // Геоботаническое картографирование 1976. Л., 1976.
<https://doi.org/10.31111/geobotmap/1976.44>
- Карамышева З. В., Рачковская Е. И., Гербих А. А.* Карта растительности степной части Казахского мелкосопочника. М. 1 : 1 500 000. М., ГУГК, 1975.
- Лархер В.* Экология растений. М., 1978.
- Методы* изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М., 1978.
- Сочава В. Б.* Некоторые проблемы картографии растительности за рубежом // Геоботаническое картографирование 1975. Л., 1975.
- Сочава В. Б.* Опыт создания карты окружающей среды во Франции // Геоботаническое картографирование 1978. Л., 1978.
- Сочава В. Б.* Растительный покров на тематических картах. Новосибирск, 1979.
- Федорова И. Т.* Картографирование растительности Альп // Геоботаническое картографирование 1974. Л., 1974.
- Эколого-фитоценологические комплексы Азиатской России.* (Опыт картографирования). Иркутск, 1977.
- Couteaux M.* Carte écologique au 1 : 100 000. Bessèges et Bourg St. Andéol // Doc. cartogr. écol., 1973, t. 12.
- Dobremez J. F.* Carte écologique du Nepal. Region Terai Central au 1 : 250 000 // Doc. cartogr. écol., 1973, t. 12.
- Dobremez J. F., Pauton G., Vigny F.* Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Feuille de Belley. Matériaux pour une carte de l'environnement // Doc. cartogr. écol., 1974, t. 13.
- Documents de cartographie écologique.* Grenoble, 1973, t. 11.
- Documents pour la carte de la végétation des Alpes.* Grenoble, 1963—1972, t. 1—10.
- Everett K. R., Walker D., Webber P. J.* Vegetation and landscape analysis at Prudhoe Bay, Alaska // In: Ecological investigations of the Tundra Biome in the Prudhoe Bay region, Alaska. Biolog. papers Univ. Alaska, Special report, 1975, №2.
- Molinier René, Molinier Roger.* La cartographie écologique au Service de l'aménagement du territoire // Bull. Mus. hist. natur. Marseille, 1971, t. 31.
- Ozenda P., Pauton G.* La cartographie écologique. III. Cartographie écologique et cartographie de l'environnement: l'exemple de la region Rhone-Alpes // Bull. écol., 1980, t. 11, №1.
- Richard L.* Carte écologique des Alpes au 1/100 000. Annecy; Annecy—Vigne // Doc. cartogr. écol., 1973, t. 11.
- Richard L.* Carte écologique des Alpes du 1/50 000. Chamonix // Doc. cartogr. écol., 1976, t. 16.
- Tonne I A.* Végétation potentielle des Alpes Nord-Occidentales // Doc. cartogr. écol., 1974, t. 13.