

И. И. БУКС

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ И КРАТКИЙ АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ АЗИАТСКОЙ РОССИИ М. 1 : 7 500 000

СОДЕРЖАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Работа над корреляционной эколого-фитоценологической картой Азиатской России м. 1 : 7 500 000 ведется в Институте географии Сибири и Дальнего Востока под руководством акад. В. Б. Сочавы. В течение 1974—1975 гг. была разработана методика составления карты и создан первый вариант ее.

В основу работы была положена идея В. Б. Сочавы (1973) о необходимости системного подхода к картографированию природных объектов. Системный подход предусматривает выявление функциональных связей в пределах всех картируемых систем, что значительно повышает информационную емкость карты. При составлении корреляционной эколого-фитоценологической карты была сделана попытка выявить связи между растительностью и некоторыми экологическими факторами и показать их на карте. В строгом смысле слова настоящая карта не является картой связей, хотя ее содержание позволяет делать выводы о соотношении всех изображенных на ней компонентов.

Как следует из названия, настоящая карта одновременно отображает как фитоценологические категории, так и экологические факторы. Первая проблема, возникшая в самом начале работы над картой, заключалась в выборе компонентов, которые, влияя на существенные признаки растительности, могли быть показаны на карте одновременно с нею. При этом ставилась задача использования количественных показателей, что, безусловно, осложняло проблему, так как необходим был массовый материал для всей территории Сибири и Дальнего Востока.

В результате анализа и сопоставления многих факторов был произведен отбор четырех компонентов, которые в совокупности характеризовали условия формирования и развития растительности. Эмпирическим путем было установлено, что наиболее тесная корреляция наблюдается между растительностью и следующими показателями: суммой биологически активных температур воздуха (сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C) и радиационным индексом сухости, рассчитанным по методу М. И. Будыко (1971). Сумма биологически активных температур воздуха дает косвенное представление о тепловом балансе данного пункта, о продолжительности активного вегетационного периода. Радиационный индекс сухости — расчетный показатель, который отражает степень использова-

ния осадков при данных значениях радиационного баланса и характеризует условия увлажнения в каждой конкретной точке. Сумма температур выше 10° и индекс сухости являются комплексными показателями, которые, дополняя друг друга, дают достаточно исчерпывающую информацию об интенсивности географического процесса (Будыко, 1974).

Гидротермические условия определяют состав, структуру, характер распределения растительности, а также ее биологическую продуктивность. Последняя, хотя и зависит от условий теплообеспеченности и увлажнения, все же дает и дополнительную информацию, в связи с чем решено было учитывать ее в качестве дополнительного компонента при построении карты. Биологическая продуктивность определялась расчетным методом, предложенным М. И. Будыко (1974), по номограмме Н. А. Ефимовой (1975). Полученные величины представляют собой годовой прирост, выраженный в единицах веса сухой массы органического вещества надземной и подземной частей, и характеризуют потенциальную продуктивность растительности при данных значениях индекса сухости и радиационного баланса. Безусловно, эти показатели продуктивности в значительной степени приближительны, поскольку они зависят еще от целого ряда факторов, учесть которые в данных расчетах невозможно. Тем не менее, в принятом масштабе вычисленные величины продуктивности хорошо отражают тенденцию колебания этого показателя на всей обширной территории Сибири и Дальнего Востока и хорошо согласуются с данными других исследователей (Родин, Базилиевич, 1965).

Существенные коррективы в совокупное влияние тепла и влаги на характер растительности и ее биологическую продуктивность вносят особенности рельефа территории. В большинстве случаев сопряженное действие одинаковых показателей тепла и влаги на равнинах и в горах дает совершенно различный эффект, выражающийся в особенностях растительного покрова. В связи с этим в качестве одного из компонентов при составлении карты учитывался рельеф территории. При этом для получения расчетных показателей в пределах горных территорий вводились поправочные коэффициенты, полученные в результате интерполяции данных равнинных и очень редких высокогорных метеостанций.

Таким образом, для отражения на корреляционной эколого-фитоценологической карте в результате анализа и сопоставления многих компонентов было отобрано пять: растительность, ее биологическая продуктивность, сумма биологически активных температур воздуха, радиационный индекс сухости, характер рельефа территории.

Три фактора имеют количественное выражение, два — качественное.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ

Главная цель составления корреляционной эколого-фитоценологической карты заключается в том, чтобы выделенные на карте единицы давали действительно комплексную, синтетическую характеристику территории, т. е. «взаимодействующие факторы должны быть показаны во взаимной связи с учетом количественных показателей и отражены на карте как целое, характеризующее определенное соотношение» (Сочава, 1973, стр. 10). Эта цель определила поиски при разработке методики.

Поскольку основная идея карты заключается в том, чтобы показать связь растительности с рельефом и климатическими показателями, в качестве основы для построения корреляционной карты была использована геоботаническая карта м. 1:7 500 000 (рис. 1), составленная специально для этой цели путем генерализации геоботанических карт более крупного масштаба. В основном это были региональные блоки геоботанической карты Азиатской России м. 1:2 500 000, работа над которой ведется в Институте географии Сибири и Дальнего Востока под руководством В. Б. Сочавы. Для территорий, еще не охваченных картой м. 1:2 500 000, исполь-

зовались «Геоботаническая карта СССР» м. 1:4 000 000 (1954) и различные региональные материалы. Для составления геоботанической карты Азиатской России м. 1:7 500 000 была разработана сводная легенда, со-

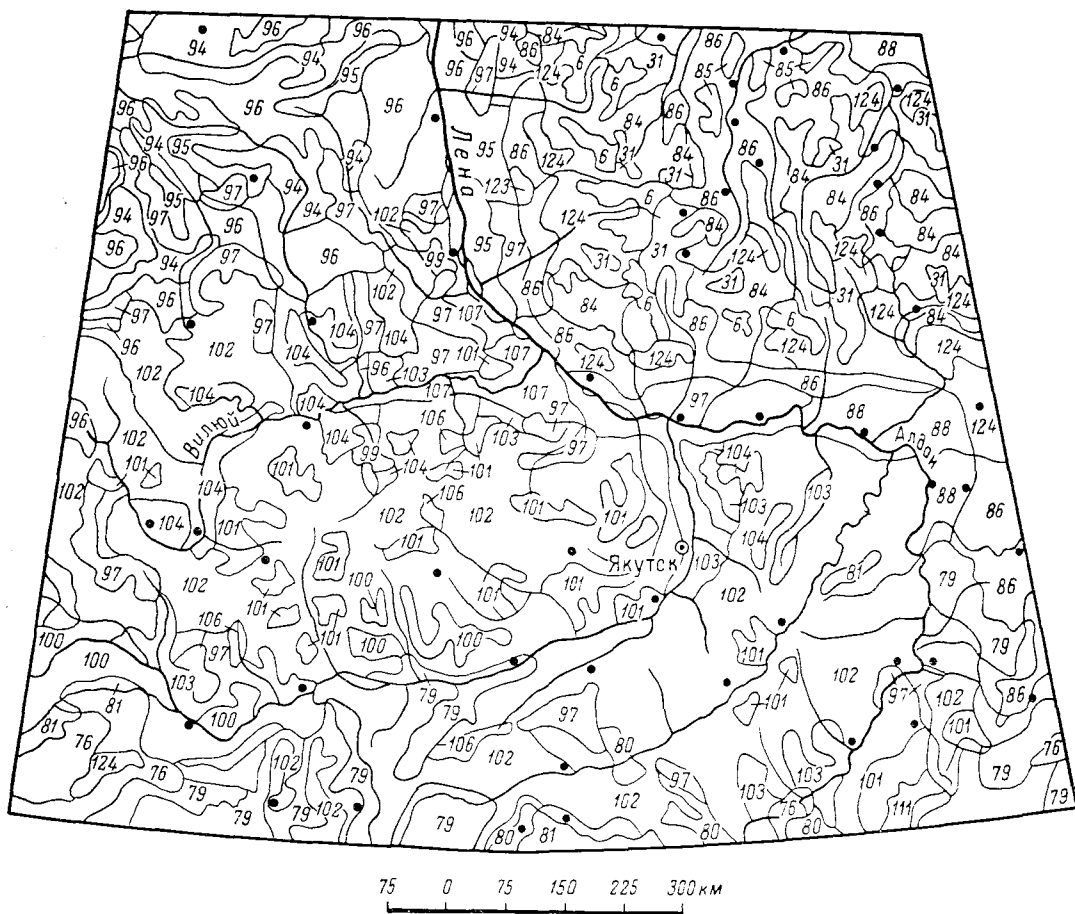


Рис. 1. Фрагмент геоботанической карты.

6 — каменные и полигональные несомкнутые кустарничковые тундры; 31 — кустарничково-лишайниковые и лишайниковые тундры; 76 — лиственничные редкостойные леса, преимущественно кустарничково-лишайниковые с кедровым стланком; 79 — лиственничные леса, преимущественно кустарничковые; 80 — сосновые и лиственнично-сосновые леса, преимущественно с подлеском из рододендрона даурского, березы Миддендорфа, ольховника; 81 — лиственничные с примесью темнохвойных пород леса, преимущественно травяно-кустарничково-зеленомошные; 84 — лиственничные редины и редколесья, преимущественно лишайниковые, часто с фрагментами ерников и горной тундры; 85 — лиственничные редины и редколесья, преимущественно кустарничково-лишайниковые, иногда с кустарниками; 86 — лиственничные редкостойные леса, преимущественно травяно-кустарничковые, иногда остепненные и с фрагментами степных группировок; 88 — лиственничные редколесья, преимущественно ерниковые, в комплексе с лугами и ерниками; 94 — лиственничные редины и редколесья, преимущественно лишайниково-моховые; 95 — лиственничные редколесья в сочетании с болотами и ерниками; 96 — лиственничные редкостойные леса, преимущественно мохово-лишайниковые; 97 — лиственничные леса, преимущественно багульниково-мохово-лишайниковые, часто с примесью ели; 99 — гнишковые болота в комплексе с ерниками и сфагновыми болотами; 100 — лиственничные с примесью темнохвойных устойчиво-производные леса, преимущественно кустарничковые; 101 — лиственничные леса, преимущественно травяно-кустарничковые, с фрагментами сосновых древостоев; 102 — лиственничные леса, преимущественно травяно-кустарничковые; 103 — сосновые леса, преимущественно травяно-кустарничковые; 104 — лиственничные и сосновые леса травяно-кустарничковые в сочетании с аласами; 106 — ерники, часто в комплексе с болотами; 107 — лугово-кустарничково-болотно-лесные пойменные серии; 123 — заросли кедрового стланника, местами в соcтании с лиственничными редколесьями; 124 — заросли кедрового стланника с фрагментами каменистых россыпей и горной тундры.

Залитые кружки — метеостанции и посты.

хранившая иерархическую структуру, принятую на картах м. 1:2 500 000 (Белов, Букс, Ильина, 1972). Низшая единица, показанная на карте м. 1:7 500 000, — формация (при большой пестроте растительного покрова — сочетание формаций), понимается в объеме, предложенном

В. Б. Сочавой (1972), т. е. как регионально локализованная структурно-экологическая единица, представляющая собой динамическую систему, включающую как коренные, так и переменные структуры.

Для корреляции характеристик растительного покрова и остальных показателей была использована существующая сеть метеорологических станций и постов Государственной гидрометеорологической службы. С этой целью для 826 станций были взяты суммы температур выше 10° , высчитаны радиационные индексы сухости и биологическая продуктивность растительности. Точки, соответствующие станциям и постам, были нанесены на геоботаническую основу (рис. 1).

Следующий этап работы заключался в том, чтобы сгруппировать точки по всем пяти показателям так, чтобы каждая группа точек давала представление о коррелятивных связях данного растительного комплекса с определенными значениями других факторов. Подобный сопряженный анализ даже двух факторов при большом числе точек труден для обработки, а в данном случае учитывалось пять факторов. Для их анализа была избрана следующая методика. Сначала точки группировались по двум факторам: суммам температур и радиационному индексу сухости. Для этого составлялись специальные графики, на которых по оси ординат откладывались значения сумм температур, а по оси абсцисс — значения радиационного индекса сухости. В результате образовались определенные скопления точек, однородных по этим двум показателям. При территориальном анализе этих скоплений выявилась достаточно четкая приуроченность их к определенным совокупностям формаций на геоботанической карте.

С помощью простейших методов математической статистики были установлены оптимальные интервалы для вариационных рядов показателей суммы активных температур и радиационного индекса сухости. Согласно этим интервалам выделялись группы точек и, следовательно, контуры на карте. По суммам температур границы проводились через каждые 200° , по индексу сухости — через 0.5. Всего выделено 12 температурных подразделений и шесть степеней увлажнения.

Среди групп точек, выявленных по этим двум факторам, проводился дальнейший отбор по условиям рельефа: точки, соответствующие равнинным, низко-, средне- и высокогорным группировкам. Территории, однородные по условиям теплообеспеченности, увлажнения и рельефа, далее подразделялись по региональным особенностям растительности.

Биологическая продуктивность, которая дополняет синтетическую характеристику каждого контура, была разбита на шесть ступеней с интервалом 20 ц/га.

Точки, скоррелированные по всем показателям, сводились в специальные таблицы. Каждая группа точек, однородных по всем показателям, относилась к одному номеру легенды. Конфигурация контуров на корреляционной карте согласовывалась с геоботаническими границами.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СВЯЗЕЙ, ОТРАЖЕННЫХ НА КАРТЕ

В процессе составления корреляционной эколого-фитоценологической карты выявился ряд определенных закономерностей, свидетельствующих о тесной коррелятивной связи пространственной структуры, сложения и состава растительного покрова, его биологической продуктивности с избранными гидротермическими параметрами.

Главная, наиболее очевидная закономерность — соответствие определенных величин сумм биологически активных температур воздуха зональным, подзональным и высотно-поясным границам растительности. Эта закономерность может быть выражена следующим соотношением: интервал суммы температур в 400° соответствует одной из подзон, а также высотно-поясному комплексу растительности.

При построении легенды корреляционной эколого-фитоценологической карты интервалы в 400° рассматриваются как уровни теплообеспеченности, соответствующие определенным подзональным сочетаниям форма-

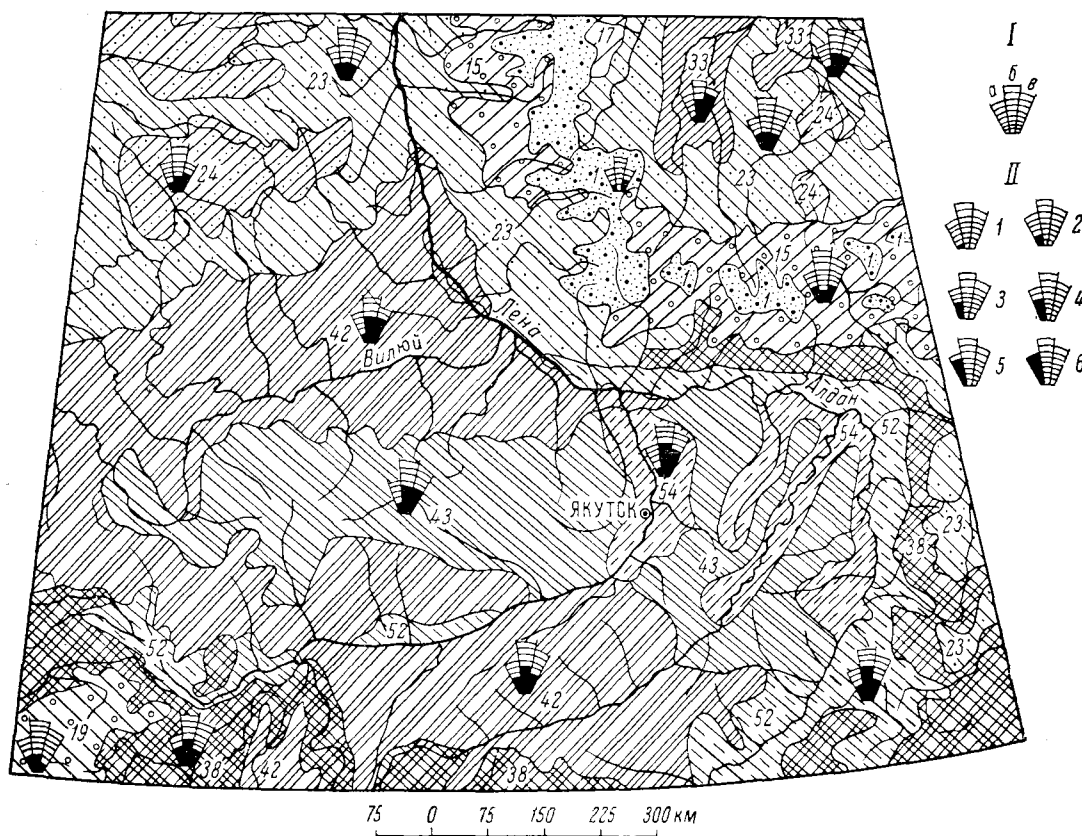


Рис. 2. Фрагмент корреляционной эколого-фитоценологической карты.

I — количественные показатели: а — продуктивность, б — сумма температур, в — индекс сухости; II — потенциальная биологическая продуктивность (ц/га): 1 — минимальная (< 20), 2 — низкая (20—40), 3 — средняя (40—60), 4 — выше средней (60—80), 5 — высокая (80—100), 6 — максимальная (> 100).

ций растительности (рис. 2). Например, интервал $800\text{—}1200^\circ$ объединяет умеренно холодные местообитания с распространением северотаежных лесов и редколесий, их восстановительных и серийных группировок на равнинах и подгольцовых редколесий, зарослей кедрового стланика,

Рис. 3. Легенда корреляционной эколого-фитоценологической карты. (Штриховые обозначения указаны только для номеров, имеющихся на фрагменте карты).

1 — высокогорные пустынные группировки в сочетании с горно-арктическими несомкнутыми, преимущественно кустарничковыми тундрами; 15 — подгольцовые (низко- и среднегорные) лиственные редколесья и заросли кедрового стланика, преимущественно кустарничково-лишайниковые; 17 — низко- и среднегорные лиственные, преимущественно брусничные и кустарничково-моховые с ерником, заредка с кедровым стлаником редколесья; 19 — подгольцовые (средне- и высокогорные) лиственные, преимущественно кустарничковые редколесья, заросли кедрового стланика с фрагментами горной тундры; 23 — северотаежные и низкогорные с фрагментами среднегорных лиственных, преимущественно ерничково-мохово-лишайниковые редкостойные леса и редколесья; 24 — низкогорные, местами северотаежные лиственные, преимущественно кустарничково-лишайниковые и ерничково-моховые леса и редколесья в сочетании с ерниками, болотами, лугами; 33 — северотаежные, местами низкогорные лиственные, преимущественно кустарничковые и ксерофитотравяные леса с фрагментами степных группировок; 38 — среднегорные лиственные, преимущественно кустарничково-травяно-зеленомошные леса; 42 — среднетаежные лиственные, иногда с примесью ели, преимущественно кустарничково-моховые леса, местами с фрагментами сосновых древостоев; 43 — среднетаежные лиственные, сосново-лиственные с фрагментами сосновых, преимущественно кустарничковые леса; 52 — среднетаежные лиственные, иногда с сосной, преимущественно травяные и кустарничково-травяные, часто с подлеском из ольховника и березы Миддендорфа леса; 54 — среднетаежные сосновые и лиственно-сосновые преимущественно кустарничково-травяные и остепненные леса в сочетании с участками остепненных лугов.

Подзональные и высотно-поясные комплексы растительности	Уровень, теплота-обеспеченности	Степень увлажнения (индекс сухости) $\Sigma t_t > 10^\circ$	Избыточно влажные		Влажные		Умеренно влажные		Недостаточно влажные		Сухие		Очень сухие		Положение в рельефе
			< 0.5	$0.5-0.9$	$1.0-1.4$	$1.5-1.9$	$2.0-2.4$	> 2.5							
Полярные и высокогорные пустыни; арктические и горно-арктические тундры	Очень холодные	Нет периода с $\Sigma t_t > 10^\circ$	1	2 3	4	5								Высоко-горные Средне-горные Низко-горные Равнинные	
Субарктические и горные тундры; предтундровые и подгольцовые редколесья	Холодные	$< 600^\circ$		6 7										То же	
		$600-800^\circ$	8 12	13 14	15 16	17	18							" "	
Северотаежные леса и горно-таежные леса редуцированного развития	Умеренно холодные	$800-1000^\circ$	19 20 21 22	23 24	25 26 27	28 29	30 31	32	33	34				" "	
		$1000-1200^\circ$												" "	
Среднетаежные леса и горно-таежные леса ограниченного развития	Умеренно теплые	$1200-1400^\circ$	35	36 37	38 39 40 48	41 42	43							" "	
		$1400-1600^\circ$	44 45 46 47	49 50	51 52	53 54								" "	
Южнотаежные, подтаежные леса и горно-таежные леса оптимального развития; лесостепи, горные степи	Теплые	$1600-1800^\circ$	55 56	57 58 59	60	61								" "	
		$1800-2000^\circ$	62	63 64	65 66	67	68							" "	
Субнеморальные леса; настоящие и сухие степи	Очень теплые	$2000-2200^\circ$		69 70	71	72								" "	
		$2200-2400^\circ$			73	74	75							" "	
Неморальные леса	Жаркие	$2400-2600^\circ$			76								" "		

других подгольцовых кустарников, горно-таежных лесов редуцированного развития (Сочава, 1967) в горных регионах.

Каждый уровень теплообеспеченности делится на два подуровня по интервалам сумм биологически активных температур в 200° . Подуровни соответствуют полосам растительности в пределах подзоны или высотного поясного комплекса.

При выбранной начальной точке отсчета 600° и величине интервала 200° северная (или соответственно верхняя) полоса представляет собой типичную подзональную (или высотно-поясную) растительность, тогда как южная является переходной к следующей подзоне. Это особенно отчетливо прослеживается на равнине Западной Сибири. Интервал $1200—1600^{\circ}$ (умеренно теплые местообитания) соответствует распространению среднетаежной растительности. Северная полоса в пределах $1200—1400^{\circ}$ включает только типичные среднетаежные группировки. Это преимущественно пихтово-кедровые мелко травно-зеленомошные леса с лиственницей и сосной; сосновые лишайниковые леса; кустарничково-сфагновые болота с сосной. Южная полоса в интервале $1400—1600^{\circ}$ также служит ареной распространения преимущественно среднетаежных лесов, но здесь встречаются также южнотаежные формации. Пихтово-кедровые леса северной полосы постепенно сменяются пихтовыми лесами, которые преобладают в северной полосе ($1600—1800^{\circ}$) южнотаежной подзоны.

Другая закономерность, которая выражена менее отчетливо, но также может быть прослежена на карте, связана со степенью увлажнения.

В пределах каждого из подуровней теплообеспеченности флористический состав, ярусная и синузальная структура растительного покрова и его биологическая продуктивность зависят от влажности, характеризующей радиационным индексом сухости. Например, южная полоса средней тайги в интервале $1400—1600^{\circ}$ в бассейне Амура (Зейская котловина) представлена лиственничными, преимущественно багульниково-зеленомошными лесами и лиственничными сфагновыми марями, местами с фрагментами пихтово-еловых зеленомошных лесов высокой продуктивности ($80—100$ ц/га). Радиационный индекс сухости этого района заключен в интервале $0.5—0.9$. В тех же температурных границах, но в условиях недостаточного увлажнения (индекс сухости $1.5—1.9$) в Центральной Якутии распространены лиственничные, иногда с сосной травяные и кустарничково-травяные, часто с подлеском среднепродуктивные ($40—60$ ц/га) леса (рис. 2, 3, 52). В еще более сухих местообитаниях (индекс сухости $2.0—2.4$) господствуют сосновые и лиственнично-сосновые кустарничково-травяные и остепненные с участками остепненных лугов низкопродуктивные ($20—40$ ц/га) леса (рис. 2, 3, 54).

Закономерности, связанные с теплообеспеченностью и условиями увлажнения, хорошо видны из таблицы, в которую сведена легенда карты (рис. 3).

На фоне этих главных закономерностей выявляется еще целый ряд частных, региональных, которые могут быть отмечены при рассмотрении карты в целом, например, наличие региональных аналогов растительности при одинаковых экологических условиях. В таблице они расположены в соответствующих клетках рядом (рис. 3, 44 и 45 или 36 и 37, и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешный анализ карты, позволяющий проследить взаимосвязи всех пяти компонентов, в значительной степени зависит от принципов построения легенды и картографических приемов отражения материала на карте.

В данном случае использована комбинированная форма легенды — таблица и текстовая часть (Букс, Тимирбаева, 1975). В таблице (рис. 3) одновременно отражаются четыре фактора.

1. Подзональные и высотно-поясные категории растительности, которые подразделяются на формации или их сочетания. Содержание последних расшифровывается в текстовой части легенды.

2. Уровни и подуровни теплообеспеченности, выраженные суммой температур выше 10°.

3. Степень увлажнения, выраженная радиационным индексом сухости.

4. Условия рельефа.

В пределах каждого подуровня теплообеспеченности выделена равнинная, низко-, средне- и высокогорная растительность. Это отражено в табличной части легенды положением условного знака в одном из четырех вертикальных подразделений (рис. 3, 38, 39, 40).

Пятый показатель — биологическая продуктивность — оказалось невозможным разместить в таблице. Данные о нем приводятся только на карте.

Максимальная наглядность карты и возможность получения всей заключенной в ней информации могут быть достигнуты с помощью специально разработанной системы цветовых, штриховых и значковых обозначений. Эта проблема еще не решена окончательно и находится в стадии разработки, но некоторые наглядные приемы используются. Например, все количественные показатели изображаются на карте специальным условным знаком, позволяющим установить их числовую величину (рис. 2, 1, а—в).

ЛИТЕРАТУРА

- Белов А. В., И. И. Букс, И. С. Ильина. 1972. Вопросы составления карты растительности Азиатской России (структура легенды, методы и принципы ее составления). Докл. Инст. геогр. Сибири и Дальнего Востока, вып. 36, Иркутск. — Будыко М. И. 1971. Климат и жизнь. Л. — Букс И. И., И. С. Тимирбаева. 1975. Принципы построения легенды корреляционной эколого-фитоценологической карты Азиатской России м. 1:7 500 000. Докл. Инст. геогр. Сибири и Дальнего Востока, вып. 48, Новосибирск. — Геоботаническая карта СССР. М. 1:4 000 000. 1954. Под ред. Е. М. Лавренко и В. Б. Сочава. М.—Л. — Ефимова Н. А. 1975. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. Автореф. докт. дисс. М. — Родин Л. Е., Н. И. Базилевич. 1965. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М.—Л. — Сочава В. Б. 1967. Структура новой обзорной карты растительности Забайкалья. В кн.: Геоботаническое картографирование 1967. Л. — Сочава В. Б. 1972. Классификация растительности как иерархия динамических систем. В кн.: Геоботаническое картографирование 1972. Л. — Сочава В. Б. 1973. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания. Докл. Инст. геогр. Сибири и Дальнего Востока, вып. 40, Иркутск.

*Институт географии
Сибири и Дальнего Востока
СО АН СССР,
Иркутск*

- Белов А. В., И. И. Букс, И. С. Ильина.* 1972. Вопросы составления карты растительности Азиатской России (структура легенды, методы и принципы ее составления) // Докл. Инст. геогр. Сибири и Дальнего Востока, вып. 36, Иркутск.
- Будыко М. И.* 1971. Климат и жизнь. Л.
- Букс И. И., Л. С. Тимирбаева.* 1975. Принципы построения легенды корреляционной эколого-фитоценологической карты Азиатской России м. 1 : 7 500 000 // Докл. Инст. геогр. Сибири и Дальнего Востока, вып. 48, Новосибирск.
- Геоботаническая карта СССР.* М. 1 : 4 000 000. 1954. Под ред. Е. М. Лавренко и В. Б. Сочавы. М.; Л.
- Ефимова Н. А.* 1975. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова. Автореф. докт. дисс. М.
- Родин Л. Е., Н. И. Базилевич.* 1965. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М.; Л.
- Сочава В. Б.* 1967. Структура полой обзорной карты растительности Забайкалья // Геоботаническое картографирование 1967. Л. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/1967.17>
- Сочава В. Б.* 1972. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование 1972. Л. <https://doi.org/10.31111/geobotmap/1972.3>
- Сочава В. Б.* 1973. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания // Докл. Инст. геогр. Сибири и Дальнего Востока, вып. 40, Иркутск.