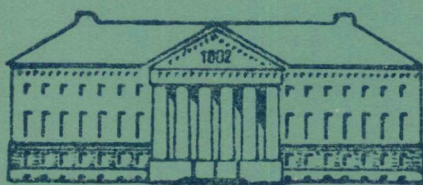


TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED  
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS  
ALUSTATUD 1893. a. VIHK 440 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ в 1893 г.

---

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЭСТОНСКОЙ ССР

ТРУДЫ ПО ГЕОГРАФИИ XV



ТАРТУ 1978

TARTU RIIKLIKU ULIKOOLI TOIMETISED  
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS  
Alustatud 1893. a. Vihik **440** Выпуск Основаны в 1893 г.

---

---

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И  
КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ТЕРРИТОРИИ ЭСТОНСКОЙ ССР

ТРУДЫ ПО ГЕОГРАФИИ XV

Тарту 1978

Редакционная коллегия:

Е. Вареп, Л. Васильев, А. Райк, Х. Мардисте (отв. редактор).

## К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕР

Т. Каллеярв

В Эстонской ССР, по данным справочника «Ресурсы поверхностных вод СССР» (1963), насчитывается 1525 озер с площадью зеркала 0,001 км<sup>2</sup> и более. Воды этих озер составляют перспективные запасы воды для народного хозяйства республики. Исследование возможностей комплексного использования наших озер — их берегов, вод, донных отложений, растительности и животного мира, рыбы, в первую очередь, — а также охраны их, является важной предпосылкой водохозяйственного планирования.

Комплексное использование вод требует и комплексного их изучения, только всесторонний подход поможет вскрыть взаимосвязи между компонентами природного комплекса водоема. Синтез сведений о водоеме и окружающей его местности, его гидрологических, гидрохимических и гидробиологических особенностях создает основу определения возможных видов его хозяйственного использования (Московский, 1968).

В период с 1951 по 1957 гг. лимнологами Института зоологии и ботаники АН ЭССР комплексно исследовалось более 200 озер Эстонской ССР. Результаты работ приведены в монографии «Озера Эстонии» (Eesti järved, 1968). Основное внимание в этих работах уделялось изучению гидробионтов водоемов. Остальные элементы режима озер, физико-географическая и в особенности гидрологическая стороны вопроса, остались на заднем плане и изучались весьма приблизительно.

Морфология является одним из существенных признаков, характеризующих природу водоема, существующие сложные взаимосвязи между котловиной, водной массой водоема и жизнью в нем. Морфометрические величины как количественное выражение формы котловины и заполняющей ее водной массы отражают в себе процессы, обусловившие образование озера и перестроение ее котловины, а также позволяют судить о тех процессах, которые обуславливают природу озер в современ-

ном состоянии (аккумулирующая способность ее водных масс, волнения, водообмен). Морфологические особенности являются, таким образом, одним из необходимых типологических показателей при построении классификаций на любой основе.

В настоящее время, в связи с широким охватом мелиоративных работ и созданием искусственных водоемов на территории республики, с расширяющимся использованием вод существующих озер для орошения сельскохозяйственных культур, с развивающимся рыбным хозяйством в озерах республики становится актуальным вопрос определения запасов воды, сосредоточенных в озерных водоемах. Выработка типологии озер Эстонской ССР, проводимая сотрудниками Института зоологии и ботаники в настоящее время, также требует подробного изучения морфологии и морфометрии озер республики.

С самого начала становления лимнологии как самостоятельной науки вопросам морфологии и морфометрии уделялось большое внимание (Ф. А. Форель, Е. С. Марков, А. А. Бобрин, П. И. Броунов). Теоретические основы лимноморфометрии, заложенные советскими учеными Г. Ю. Верещагиным (1929, 1930) и С. Д. Муравейским (1948, 1960а, 1960б), нашли обобщение и дальнейшую разработку в работах их учеников. Вопросам морфометрической характеристики озерных водоемов посвящено большое число исследований как теоретического, так и регионального характера — работы П. Д. Резвой (1928), М. В. Ремезовой (1928, 1932, 1935), В. Н. Рейзвих (1967, 1971), А. А. Нагеля (1929), Л. Л. Россолимо (1925, 1953), А. И. Молдованова (1965, 1966а, 1966б), Ю. М. Матарзина и И. К. Мацкевича (1970) и многих других. Некоторые вопросы морфометрии озер освещены в монографиях Б. Д. Зайкова (1966), Б. Б. Богословского (1960), Э. Хатчинсона (Hutchinson, 1957) и Р. Келлера (1965). В результате всех этих работ в лимнологии накопился ряд новых понятий, необходимых при характеристике водоемов.

Несмотря на детальную разработку вопросов морфометрической характеристики водоемов, в литературе наблюдается различный подход к определению некоторых показателей, что приводит к невозможности сравнивать разные озера, находящиеся даже в том же районе. Такое же явление наблюдается и в Эстонской ССР, где изучением внутренних водоемов республики занимается несколько научных и проектных учреждений.

Чтобы ввести единую основу на все проводимые на территории Эстонской ССР морфометрические исследования, мы поставили перед собой задачу более точно сформулировать смысл и методы определения морфометрических показателей озер.

Из большого числа существующих морфометрических показателей нами рассматриваются лишь те, которые, по нашему мнению, наиболее ярко характеризуют озерную чашу и ее индивиду-

альные особенности. Кроме основных морфометрических характеристик, мы рассматриваем также ряд гидрологических показателей, которые позволяют более четко подойти к гидрологической классификации озер, к разработке вопроса типологии озер и облегчают понимание особенностей их режима.

Морфометрические показатели можно получить двумя методами: или путем непосредственных измерений на топографическом плане и путем вычисления (абсолютные величины), или отношением одних абсолютных величин к другим абсолютным величинам (относительные величины). Следуя принципам, изложенным Г. Ю. Верещагиным (1930), все морфометрические показатели (как абсолютные, так и относительные) можно условно разделить на три группы:

- 1) показатели, характеризующие протяженность озера;
- 2) показатели, характеризующие поверхность озера;
- 3) показатели, характеризующие объем озера.

Кроме названных, мы выделяем еще четвертую группу показателей. В эту группу входят показатели, характеризующие положение озера в пространстве и качество промерных работ, проведенных на водоеме.

### **Морфометрические показатели, характеризующие протяженность озера**

Длина озера ( $L$ ) — кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными друг от друга точками береговой линии, считая по поверхности озера.

Длина большой оси озера ( $L'$ ) — кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными друг от друга точками береговой линии по прямой, которая может пересекать береговую линию и проходить по суше.

Ширина озера ( $B$ ): а) максимальная ширина ( $B_{\max}$ ) — расстояние по перпендикуляру к длине водоема между наиболее удаленными точками берегов; б) средняя ширина ( $\bar{B}$ ) — частное от деления площади зеркальной поверхности озера ( $f_0$ ) на длину ( $L$ ):

$$\bar{B} = \frac{f_0}{L}. \quad (1)$$

Длина малой оси озера ( $B'$ ) — расстояние по перпендикуляру к большой оси между наиболее удаленными точками берегов.

Глубина озера. Это понятие считается учеными настолько очевидным, что никем, кроме Г. Ю. Верещагина (1930) и Ю. Б. Литинского (1960), не определялось. Под глубиной, по Г. Ю. Верещагину, следует понимать вертикальную протяжен-

ность водной массы (выделено нами — Т. К.) озера по нормали к зеркалу водной поверхности. В своей формулировке Г. Ю. Верещагин не дает точного определения нижней границы водной массы. Это делает Ю. Б. Литинский (1960). Под глубиной озера ( $z$ ) Ю. Б. Литинский понимает расстояние по нормали от водной поверхности при среднем многолетнем уровне воды до верхней осредненной поверхности озерных отложений. Таким образом, под термином «глубина» понимается глубина современного водоема без донных отложений, какие бы они ни были. Такой смысл этого термина общепринят в работах географов, гидрологов и других специалистов.

Чтобы определить мощность всей толщи озерных отложений за весь период существования водоема, Ю. Б. Литинский (1960) применяет понятие глубины чаши озера, которая определяется как расстояние по нормали к акватории озера (при средневековом уровне воды) до дна первичной озерной котловины. Глубину чаши можно определить, применяя геологические и геофизические методы исследований (зондирование, звуковой геолокатор ЗГЛ-1 и др.).

Промеры современной глубины озера желательно проводить эхолотами, чем исключается субъективизм в получении результатов измерений. К сожалению, гидроакустические устройства не нашли применения у лимнологов Эстонии. В секторе гидробиологии Института зоологии и ботаники АН ЭССР до настоящего времени применяется нестандартный ручной лот весом 2,5 кг и диаметром основания 7 см. Глубиной водоема считается здесь расстояние, до которого проникает (на котором останавливается) лот при свободном падении на дно водоема (Kodu-uurija käsi-gaamat, 1966; Mäemets, 1974).

Производя промеры глубин вышеуказанным методом, измеряют вместе с водной массой и верхние, довольно толстые слои донных осадков, приравнивая таким образом две среды — водную массу и донные отложения. Как показывают наши наблюдения, проведенные на оз. Коорасте Палуярв (Kallejärv, 1974), названный лот пробивает донные отложения на глубину от 1,5 до 4,5 метров. Примерно такие же результаты получил Л. Л. Россолимо (1925) в двадцатых годах на Косинских озерах. На разную глубину проникает лот при таком промере даже в точках, находящихся в непосредственной близости друг к другу. Так, на оз. Коорасте Палуярв при глубине воды 1,1 м в точках, расположенных на 0,5—1 м друг от друга, мы получили разные результаты: 1,8, 2,9, несколько раз выше трех метров.

Глубина проникновения лота в донные отложения зависит, кроме плотности ила, и от целого ряда случайных факторов (наличия высшей растительности, корней растений, веток, бревен и т. д. на дне и в осадках, от глубины воды, скорости падения лота и др.). Таким образом, мы получаем несравнимые резуль-

таты, что приводит к невозможности использования полученных результатов при гидрологических и водохозяйственных расчетах.

Автор настоящей статьи придерживается мнения, что несмотря на большое водосодержание некоторых осадков (в сапропели и торфяных илах водосодержание может достигать 80—95%) эти две среды коренным образом отличаются друг от друга по своим физическим, химическим, динамическим и даже биологическим свойствам, и приравнивать их друг к другу никак нельзя. Поэтому мы считаем, что при промере ручным лотом, при отсутствии эхолота, никак нельзя допустить погружения лота в донные осадки. Даже работая вышеназванным лотом, можно довольно хорошо ощутить поверхность отложений. Точность определения толщины водной массы изменяется от 0,1 до 0,5 м в зависимости от характера осадков. В случае, когда дно озера покрыто жидким илом, в качестве лота необходимо применять круги диаметром 30 см (белый диск), с помощью которых дно прощупывается более уверенно.

Глубину полного погружения (до остановки) ручного лота в отложения А. Мяэметс (Mäemets, 1974) называет лимнологической глубиной озера (правда, называя ее еще и глубиной озера; общепринятое в литературе понятие «глубина озера» предлагает называть — гидрологической, а глубину чаши озера — геологической глубиной озера), предполагая, что ручной лот весом 2,5 кг при падении в осадки пробивает слои, в которых проходит интенсивная жизнедеятельность и круговорот веществ. Конечно, глубину активного слоя водоема необходимо учитывать при гидробиологических исследованиях, но предложенный А. Мяэметсом метод определения этой глубины, по нашему мнению, нельзя считать обоснованным, он требует специальных микробиологических исследований. Известно, что фактическая толщина активного слоя осадков зависит от типа озера. По данным В. А. Экзерцева (1948), в эвтрофных озерах он достигает 100, в мезотрофных — 60, это подтверждают и данные С. Локк по озеру Выртсыярв (Lokk, 1973), и в олиготрофных — 20 см. Ясно, что при помощи ручного лота мы вряд ли получим достоверные результаты.

Максимальная глубина озера ( $z_{\max}$ ) определяется по данным промеров, а средняя ( $\bar{z}$ ) — равна частному от деления объема ( $V$ ) на его площадь ( $f_0$ ):

$$\bar{z} = \frac{V}{f_0}, \quad (2)$$

Длина береговой линии (1). Эта величина выражает длину линии, по которой водная поверхность соприкасается с сушей. Различают: 1) длину береговой линии без островов; 2) длину береговой линии островов и 3) сумму береговой линии озера и островов (общую длину береговой линии).

Для характеристики степени изрезанности очертаний географического объекта, в том числе и озер, и его расчлененности было предложено множество способов. В основу всех этих коэффициентов было положено сопоставление длин береговой линии, площадей и т. д. с длинами или площадями окружностей или кругов, имеющих ту же площадь или любым образом вписанных или описанных вокруг данного объекта (Волков, 1950). Из этих многочисленных формул в большинстве случаев применялась формула Нагеля:

$$k = \frac{l}{2\sqrt{\pi \cdot f_0}}, \quad (3)$$

где  $l$  — длина береговой линии,  $f_0$  — площадь зеркала озера. Здесь коэффициент развития береговой линии (или степень изрезанности) вычисляется из сравнения длины береговой линии озера с длиной окружности круга, равновеликого площади зеркала озера, которое якобы является конечным звеном эволюции береговой линии. Применительно к озерам С. Д. Муравейский (1948) считает исключительным явлением в природе случай, когда форма береговой линии приближается к кругу, констатируя, что конечным звеном выравнивания является некоторая выпуклая фигура. Было доказано, что для эллипсов с разными отношениями осей коэффициенты изрезанности получаются разные, тогда как для эллипса и звездообразной гипоциклоиды они будут одинаковы, если периметр и площадь их равны между собой, что практически является полной бессмыслицей (Муравейский, 1948). Несмотря на это, формула Нагеля применяется при морфологических расчетах до сих пор как в Советском Союзе, так и за границей. Формула Нагеля применялась также в Эстонской ССР (Eesti järved, 1968; Eesti NSV järvede nimestik, 1964; Kask, 1968; Riikoja, 1930, 1937; Varend, 1972). Такое широкое применение формулы Нагеля можно объяснить только простотой вычислений.

Указанные выше недостатки исключены в формуле, предложенной С. Д. Муравейским (1948). Коэффициент изрезанности береговой линии вычисляют из отношения длины береговой линии ( $l$ ) к периметру ломаной линии, обводящей контур озера ( $l_0$ ):

$$k = \frac{l}{l_0}. \quad (4)$$

К сожалению, и эта формула не свободна от недостатков. Вычисленный по формуле Муравейского коэффициент зависит от длины обводящей, построение которой далеко не свободно от субъективизма. Несмотря на это, она дает нам теоретически более обоснованные результаты, чем формула Нагеля. А для

исключения ошибок, вызванных построением обводящих, нужно применять редуцированные длины береговой линии, как это предлагает Ф. А. Черняева (1966).

### Морфометрические показатели, характеризующие поверхность озера

Площадь поверхности (зеркала) озера ( $f_0$ ) и площади, ограниченные отдельными изобатами ( $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ ), определяются планиметрированием по урезу воды вдоль берегов или по изобате. Площадь водного зеркала озер, имеющих острова, определяется как разность между площадью водоема ( $F_0$ ) и суммарной площадью островов ( $\Sigma f_{\text{остр}}$ ).

Коэффициент островистости (островистость) равен отношению суммарной площади островов к полной площади водоема ( $F_0$ ), выраженному в процентах или долях единицы (Григорьев, 1959):

$$I = \frac{\Sigma f_{\text{остр.}}}{F_0}. \quad (5)$$

В гидрологическом режиме каждого водоема, независимо от его величины и происхождения, отражается степень и характер взаимосвязей между озером и его водосбором. Именно бассейн озера определяет величину поступления в водоем всякого рода вещества, жидкого, твердого и химического (ионного) стока с поверхности водосбора; количества тепла, вносимого в озеро его притоками. Связь величины водосбора и связанного с ним всякого рода стока характеризует степень возможного влияния на жизнь водоема, его режим. Поэтому установление количественных характеристик, связывающих водосборные площади с величинами озер, представляет собой крайне важную задачу.

Многообразные сочетания соотношений водоемов и их водосборов хорошо определяются двумя количественными показателями — удельным водосбором и показателем условного водообмена озера, предложенными С. В. Григорьевым (1958, 1959) и широко применяемыми в гидрологических исследованиях.

Удельный водосбор определяется формулой

$$\Delta F_{\text{оз}} = \frac{S}{f_0}, \quad (6)$$

где  $S$  — площадь водосбора озера;  $f_0$  — площадь зеркала озера.

Удельный водосбор означает площадь водосбора, приходящуюся на единицу площади водного зеркала<sup>1</sup>.

Некоторые авторы (Б. Б. Богословский, 1960; П. Гастеску /Gastescu, 1971/) применяют обратный вышеприведенному показатель: частное от деления площади зеркала озера ( $f_0$ ) на площадь его водосбора ( $S$ ) — показатель площади:

$$\Delta F = \frac{f_0}{S}. \quad (7)$$

Б. Б. Богословский справедливо считает этот показатель одним из важных критериев типизации озер. Удельный водосбор (и показатель площади) показывает степень влияния внешней среды на процессы и свойства озера: в озерах с небольшой (по сравнению с площадью бассейна) площадью зеркала, при прочих равных условиях, руководящими в водном балансе являются процессы, происходящие в бассейне; в озерах со сравнительно большой площадью зеркала влияние водосборной площади значительно меньше и режим озера определяется его внутренней жизнью — значительный вес приобретают здесь процессы водообмена через поверхность озера.

Представление о фигуре озера и дает нам показатель удлинненности озера (Верещагин, 1930), который определяется как отношение длины озера ( $L$ ) к его средней ширине ( $B$ ):

$$a_{\text{удл}} = \frac{L}{B}. \quad (8)$$

В. Н. Рейзвих (1971) называет отношение длины к максимальной ширине ( $L/B_{\text{max}}$ ) степенью вытянутости.

Одним из показателей формы является и относительная длина береговой линии, представляющая собой отношение длины уреза водоема (береговой линии) к площади его водного зеркала. Этот показатель ( $k = \frac{1}{f_0}$ ) может служить косвенной характеристикой потенциальных условий трансформации вод водоема в его прибрежной полосе (Эдельштейн, 1973).

Важной морфометрической характеристикой является зависимость площади водной поверхности от уровня воды ( $F=f(z)$ ), представленная в графической (батиграфическая кривая) или табличной форме. Так как по форме батиграфической кривой удобно определить форму озерной котловины, мы остановимся на ней ниже.

---

<sup>1</sup> Согласно С. В. Григорьеву (1958), по показателю удельного водосбора озера делятся на группы малого —  $\Delta F_{\text{оз}}$  менее 10 км<sup>2</sup> (и подгруппы с показателем менее 5 км<sup>2</sup>); среднего —  $\Delta F_{\text{оз}}$  от 10,1 до 100 км<sup>2</sup> (и подгруппы с  $\Delta F_{\text{оз}}$  от 10,1 до 50 км<sup>2</sup>) и большого —  $\Delta F_{\text{оз}}$  более 100 км<sup>2</sup> (и подгруппы с  $\Delta F_{\text{оз}}$  более 1000 км<sup>2</sup>) — удельного водосбора.

## Морфометрические показатели, характеризующие объем озера

Весьма важной морфометрической характеристикой озер является форма ее котловины. Возможность хотя бы при первом приближении выразить форму озерной котловины числовым показателем всегда привлекала внимание озероведов. Многие исследователи (А. А. Бобрик, Г. Ю. Верещагин и др.), считая «нормальной» форму конуса, сравнивали все озера с конусом, в виде отношения объема озера к объему конуса с основанием, равным площади озера и высотой, равной максимальной глубине озера. Но форма озерных котловин очень различная. Наряду с почти правильными конусообразными карстовыми воронками, весьма редко встречающимися в природе, распространены озера чрезвычайно причудливых форм, имеющие сложные очертания в плане и сильно пересеченный рельеф дна. Ввиду разнообразия и сложности форм озерных котловин, сравнение их с конусом мало показательно и затрудняет учет форм котловин при различных расчетах.

С. Д. Муравейский (1948) считает целесообразным выразить коэффициент (показатель) формы отношением

$$C = \frac{\bar{z}}{S_0}, \quad (9)$$

где  $\bar{z}$  — средняя глубина,  $S_0$  — глубина положения центра тяжести озера при однородной плотности.  $S_0$  подсчитывается по формуле.

$$S_0 = \frac{\int_0^h z dv}{V}$$

графическим способом. Планиметрируя площадь между объемной кривой и осями ординат, определяем значение интеграла  $\int_0^h z dv$ , а по графику батиграфической кривой — объем котловины  $V$ .

Поскольку определение центра тяжести сопряжено со значительными трудностями и сложными вычислениями, часто применяется и другая характеристика формы озерной котловины — показатель емкости — отношение средней глубины озера к его наибольшей глубине:

$$c = k_\phi = \frac{\bar{z}}{z_{\max}}. \quad (10)$$

Этот коэффициент дает возможность сопоставлять форму озерных котловин с правильными геометрическими телами — цилиндром, полуэллипсоидом, параболоидом и конусом. Показатель емкости цилиндра равен 1,000, полуэллипсоида — 0,667, параболоида — 0,500 и конуса — 0,333. Принимая во внимание значение этого коэффициента исследуемого нами озера, можно при первом приближении судить о сходстве озерной котловины с правильным геометрическим телом. Вполне ясно, что только одним цифровым коэффициентом трудно выразить истинную сложную форму озерной котловины.

Для выявления объемных признаков формы природной котловины лучше использовать визуально-геометрический способ. Для этого строятся объемная и батиграфическая кривые озера и сопоставляется с соответствующими графиками правильных геометрических тел (Хомскис, 1969; Bieliukas, 1961; Chomskis, 1960). Сопоставлять графики можно только в том случае, если кривые построены в едином масштабе. Поэтому целесообразно значения глубин, площадей и объемов выражать не абсолютными (в метрах, гектарах, км<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>, км<sup>3</sup>), а относительными величинами, заменяя максимальную глубину, площадь водного зеркала и объем озера единицей. Данные, соответствующие определенным изобатам, выражаются отношением к их максимальным величинам (долями единицы).

При сравнении батиграфических кривых природных озерных котловин и батиграфических кривых правильных геометрических тел, построенных по данным табл. 1, появляется возможность определить характер котловин точнее, чем при сравнении объемных кривых. Как мы видим на рис. 1, объемные кривые конуса, параболоида и полуэллипсоида по форме мало отличаются друг

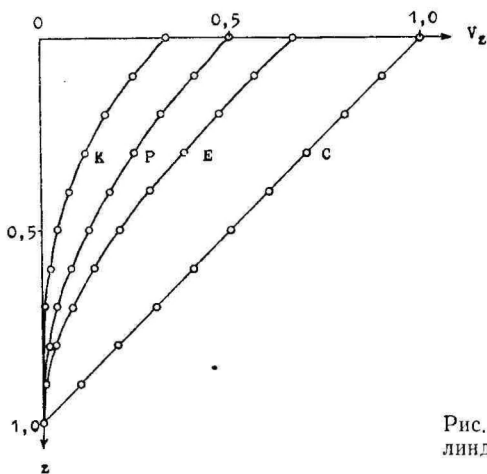


Рис. 1. Объемные кривые: С — цилиндра, Е — полуэллипсоида, Р — параболоида, К — конуса.

от друга. Батиграфические кривые (рис. 2) в то же время намного лучше выражают сложность формы котловины.

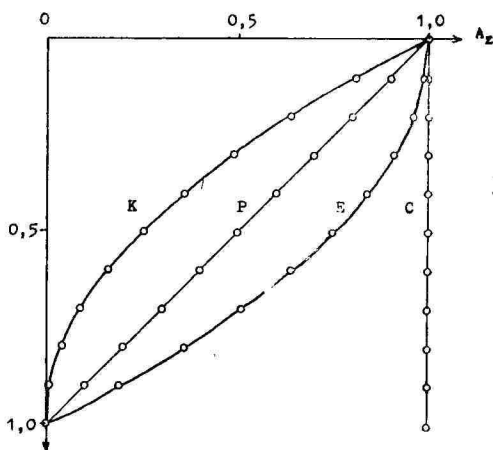


Рис. 2. Батиграфические кривые: С — цилиндра, Е — полуэллипсоида, Р — параболоида, К — конуса.

Этими графиками следует пользоваться при определении характера объемных функций природных котловин. По В. Хомкису (1969) нужно при этом учесть следующее:

а) объемная функция озера по своему характеру является близкой объемной функции конуса, если батиграфическая кривая озера не содержит перегибов и имеет вогнутость в сторону координатных осей;

б) в том случае, когда батиграфическая кривая мало отличается от прямой линии в равных отрезках на координатных осях, объемную функцию озера следует считать параболоидической;

в) батиграфическая кривая озера без перегибов и с вогнутостью, противоположной координатным осям, рассматривается как производная объемной функции полуэллипсоида.

Кроме названных, существуют и такие озера, батиграфические кривые которых перегибаются в одной или нескольких точках и сложены из нескольких отдельных дуг, напоминающих батиграфические кривые разных геометрических тел. Эти озера следует считать сложными.

Таким образом, основываясь на общем виде батиграфических кривых, можно озера рассматривать как конические, параболоидические, эллипсоидальные и сложные. Некоторые озера антропогенного происхождения могут иметь и цилиндрическую форму.

В литературе о морфометрии озер встречаются разные методы для определения объемов водных масс (методы призм, усеченного конуса, формула Симпсона, графический и др.).

Значения объемных и батиграфических функций цилиндра, полуэллипсоида  
параболоида и конуса

[по В. Хомскису (1969) стр. 50]

Наименования геометрических тел	Функ- ции	Значение функции, когда $z$										
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Цилиндр	Vz	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100	0
	Az	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—	1,—
Полуэллипсоид	Vz	0,667	0,567	0,469	0,376	0,288	0,208	0,139	0,081	0,037	0,010	0
	Az	1,—	0,990	0,960	0,910	0,840	0,750	0,640	0,510	0,360	0,190	0
Параболоид	Vz	0,500	0,405	0,320	0,245	0,180	0,125	0,080	0,045	0,020	0,005	0
	Az	1,—	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100	0
Конус	Vz	0,333	0,243	0,171	0,114	0,072	0,046	0,021	0,009	0,003	0,000	0
	Az	1,—	0,810	0,640	0,490	0,360	0,250	0,160	0,090	0,040	0,010	0

Б. Б. Богословский (1966) советует объемы воды отдельных слоев и всего озера определять двумя способами: графическим и аналитическим.

Графический способ определения объема водной массы озера заключается в планиметрировании площади между осями координат и батиграфической кривой. Графический способ является лучшим для подсчета объема неправильного геометрического тела, так как площадь батиграфической кривой неправильной формы отражает действительный объем (Хомскис 1969). Однако построение батиграфической кривой по нескольким точкам не свободно от субъективизма и откладывает отпечаток неточности на полученный результат. В то же время при определении объема воды разными аналитическими методами получаются различные результаты, и нет никакого основания утверждать, что какой-либо из этих методов дает более точный результат. Для наглядности в табл. 2 приведены вычисленные объемы водных масс для оз. Видрике, полученные разными методами вычислений. По характеру объемной функции оз. Видрике является сложным: верхняя его часть (до глубины 4 метров) — параболоидическая, нижняя — коническая. Как видно из табл. 2, разница в полученных результатах достигает 9080 м<sup>3</sup>.

При решении этого вопроса мы придерживаемся мнения В. Хомскиса (1969), что при определении объемов водных масс при аналитических расчетах необходимо исходить из геометрической классификации озер. Применение разных аналитических формул хорошо объясняется строением батиграфических кривых (рис. 2).

Площадь сегмента батиграфической кривой параболоида является площадью трапеции; площади сегмента батиграфической кривой полуэллипсоида и конуса являются в то же время площадями параболоидических трапеций. Как известно, площадь сегмента батиграфической кривой представляет действительный объем этого слоя. Значит, площадь трапеции выражает объем слоя параболоидической котловины, и площадь параболоидической трапеции — объем слоев эллипсоидального и конического озера. Исходя из вышеизложенного, мы можем послойно определить объемы воды.

Если озеро или его часть принадлежит к цилиндрической группе, то объем слоя равняется произведению площади основания на толщину воды. Если форма котловины является параболоидической, тогда объем слоя находят по формуле:

$$\Delta V = \frac{f_1 + f_2}{2} \cdot \Delta z. \quad (11)$$

Для подсчета слоев эллипсоидальных и конических форм целесообразно пользоваться формулами:

$$\Delta V = \frac{1}{3} (f_1 + 4f_2 + f_3) \cdot \Delta z. \quad (12)$$

$$\Delta V = \frac{1}{3} (f_1 + \sqrt{f_1 \cdot f_2} + f_2) \cdot \Delta z, \quad (13)$$

где  $f_1, f_2, f_3$  — площади соседних изобат,  $\Delta z$  — толщина слоя,  $\Delta V$  — объем слоя.

Таблица 2

Объем оз. Видрике по разным методам исчисления

Глубина, м	Площадь, $10^4 \text{ м}^2$	Объем, $10^4 \text{ м}^3$			
		По формуле (11)	По формуле (13)	Планиметрированием	Исходя из типа озера
0	14,300				
1	12,778	13,539	13,533	13,57	13,539
2	11,111	11,944	11,936	12,00	11,944
3	9,490	10,301	10,290	10,45	10,301
4	7,446	8,468	8,447	8,45	8,468
5	4,348	5,897	5,828	6,10	5,828
6	1,074	2,711	2,528	2,80	2,528
7	0,356	0,715	0,683	0,70	0,683
8	0,096	0,226	0,157	0,25	0,157
8,3	0	0,014	0,010		0,010
Весь объем		53,815	53,412	54,32	53,458

Общий объем водной массы озера равен сумме объемов слоев:

$$V = \sum \Delta V. \quad (14)$$

В последние годы в морфометрической литературе встречаются т. н. санитарные показатели (Гайлютис и Парейгис, 1970) и параметры, характеризующие качество водоема (Молдованов, 1966). Первые включают понятия площадей литорали ( $f_l$ ) и пелагиали ( $f_p$ ), а также их соотношение ( $k = \frac{f_p}{f_l}$ ). А. И. Молдовановым приведены в морфометрию критерии площадей и объемов литорали и пелагиали. Первые из них ( $L_\omega = \frac{\omega_l}{\omega}$ ;  $P_\omega = \frac{\omega_p}{\omega}$ ) показывают, какая часть водоема занята литоральной или пелагиальной зоной. Вторые ( $L_w = \frac{w_l}{w}$ ;  $P_w = \frac{w_p}{w}$ ) представляют

численные характеристики литорали и пелагиали как частей общего объема.

Необходимость выделения таких характеристик очевидна. В различных частях котловины, в зависимости от глубины, рельефа дна и конфигурации берегов, создаются специфические особенности режима водных масс и условия жизнедеятельности организмов. Прибрежные мелководные части озерных котловин играют основную роль в развитии последних. Выделенные А. И. Молдовановым, Б. Гайлютисом и Р. Парейгисом характеристики дают нам возможность для качественной оценки и сравнения водоемов.

А. И. Молдованов рассматривает под литоралью прибрежные мелководные части водоемов с глубинами до 1,5 м, Б. Гайлютис и Р. Парейгис — до 2 метров. Вполне понятно, что для количественной характеристики зон бентали необходимо определить четкие границы зон, но, к сожалению, нельзя согласиться с выделенными границами литорали.

Понятие «литораль» истолковывается учеными по-разному. Так, в морях и океанах литоральная зона определяется по колебанию уровней приливов-отливов. Во внутренних (безливных) водоемах Ю. Б. Литинский (1960) считает целесообразным литоралью называть зону побережья от наивысшего весеннего горизонта до низшего меженного уровня. Сублиторалью он называет зону побережья и подводного берегового склона, все время находящуюся под водой. Б. Б. Богословский (1960) определяет литораль как прибрежную часть озера, в которой дно подвержено воздействию волн, а под профундалью (пелагиалью) — глубинную область водоема, в которой волны непосредственно не воздействуют на дно.

Понятие «литораль» является все-таки чисто гидробиологическим понятием, которое часто смешивают с гидрологическим понятием «прибрежная мелководная зона».

В озерах биотопами в самом широком смысле этого слова являются дно — бенталь, и водная толща — пелагиаль. Бенталь разделяется на литораль и профунталь. Литораль определяется как мелководная часть дна озера, ограниченная линией распространения высших растений — макрофитов, как погруженной, так и погруженной (Березина, 1953; Воскресенский, 1960). Дальше литораль делится на эпилитораль, супралитораль, евлитораль и т. д. (Schwoerbel, 1971).

Нижняя граница распространения высших растений зависит от глубины проникновения света, т. е., в первую очередь, от географической широты, местоположения озера в ландшафте, оптических свойств его вод, типа озерной котловины и т. д. Поэтому глубина этой зоны на каждом озере различная, изменяясь в довольно широких пределах даже в одном географическом регионе. Так, в Эстонской ССР распространяются макрофиты в

некоторых озерах до 12 метров [оз. Нохипалу Валгъярв (Eesti järved, 1968)].

Толща воды в пресноводных озерах, в свою очередь, делится по горизонтали на две области: прибрежную, которая располагается над литоралью, и пелагическую, охватывающую всю остальную часть зеркала воды. Гидробиологи часто прибрежную зону также определяют термином «литораль», отчего иногда появляется путаница в терминологии.

По нашему мнению, нельзя называть пространство озерного водоема в границах, определенных А. И. Молдовановым, Б. Гайлютисом и Р. Парейгисом, литоралью. Глубина 1,5 м (или 2 м) ни по какому определению не является нижней границей литоральной зоны, тем более единым для всех водоемов критерием. Правильнее было бы называть ее просто мелководной (пелагиаль глубиной выше 1,5 или 2 м — соответственно глубоководной) зоной, понятие которое не вызывает таких разногласий.

Максимальную глубину мелководной зоны нужно определить для каждого региона (озера) исходя из теории волнения. Обычно при изучении трансформации волн (Браславский, 1952; Кондратьев, 1950), из соотношений, определяющих степень воздействия ветровых волн на дно (соотношение глубины участка водоема —  $z$  — с длиной волны —  $L_B$ ) выделяют три зоны: глубоководную, мелководную и прибрежную. Глубоководной считают зону, где глубина участка больше чем  $1/2$  длины волны ( $z > \frac{L_B}{2}$ ), мелководной — зону, где  $z_{кр} < z < \frac{L_B}{2}$ . Наибольшим воздействиям волны подвержена прибрежная зона ( $z < z_{кр}$ ), где происходит разрушение волны. Критическая глубина ( $z_{кр}$ ) принимается равной высоте волны ( $h_B$ ).

На акватории самого крупного внутреннего водоема Эстонии, оз. Выртсъярв, наблюдаются короткие (3—5 м) волны, высота которых при ветре 6—7 баллов может достигать у берегов 40—60 см (Ресурсы поверхностных вод, 1972; Jaani, 1973). На остальных озерах Эстонской ССР высота и длина ветровых волн намного меньше. Только на Чудском озере высота волны при ветре 9 баллов (20 м/сек) может достигать 2,2—2,8 м.

По вышеизложенной методике нижней границей мелководной зоны для крупных озер можно считать двухметровую изобату, являющуюся максимальной для озер Эстонской ССР. При морфометрических исследованиях малых озер республики рекомендуем прибрежную зону соединить с мелководной зоной, так как в этих условиях она не оказывает существенного влияния на режим озера.

Принимая во внимание вышесказанное, советуем критерий Молдованова применять в следующем виде (в частности при изучении озер Эстонской ССР):

а) показатель площади мелководной зоны —  $M_f = \frac{f_M}{f_0}$ ;

б) показатель объема мелководной зоны —  $M_v = \frac{V_M}{V}$ ;

в) показатель площади глубоководной зоны —  $S_f = \frac{f_S}{f_0}$ ;

г) показатель объема глубоководной зоны —  $S_v = \frac{V_S}{V}$ ;

д) показатель отношения глубоководной и мелководной зон —  $k_f = \frac{f_S}{f_M}$ ;

е) показатель отношения объемов глубоководной и мелководной зон —  $k_v = \frac{V_S}{V_M}$ ,

где  $f_0$  — площадь озера,  $V$  — объем озера,  $f_M$  — площадь мелководной зоны (с глубинами меньше 2 м),  $V_M$  — объем мелководной зоны,  $f_S$  — площадь глубоководной зоны (с глубинами больше 2 м),  $V_S$  — объем глубоководной зоны.

Важными морфометрическими показателями могут служить также и площадь литорали ( $f_l$ ), и показатель площади литорали — отношение площади литорали к площади озера ( $f_0$ ):

$$k_l = \frac{f_l}{f_0}. \quad (15)$$

Одной из морфометрических характеристик, которая может служить показателем для сравнительной оценки разнотипных озер по их величине и глубине, является коэффициент относительной глубины озера, предложенный П. В. Ивановым (1948) при классификации озер мира. Показатель глубины выражается формулой:

$$a = \frac{\bar{z}}{\sqrt{f_0}}, \quad (16)$$

где  $\bar{z}$  — средняя глубина в метрах,  $f_0$  — площадь озера в км<sup>2</sup>.

По показателю «а» П. В. Ивановым составлена шкала глубинности и выделены типы озер в зависимости от глубины<sup>2</sup>. Эта шкала очень удобна и при исследовании озер Эстонской ССР. Наибольших величин показатель достигает в небольших глубоких озерах, резко сокращаясь в крупных, но менее глубоких озерах. Имея озера-аналоги, можно в первом приближении получить среднюю глубину и объемы исследуемого озера и площади зеркала.

<sup>2</sup> По предложенной П. В. Ивановым (1948) шкале: при «а» от 0,1 до 0,5 м — очень мелкие озера; от 0,5 до 2 м — мелкие озера; от 2 до 4 м — озера нормальной глубины; от 4 до 10 м — глубокие озера; свыше 10 м — очень глубокие озера.

Своеобразным показателем служит отношение площади зеркала озера к ее средней глубине  $\left(\frac{x_0}{z}\right)$  — показатель открытости, который позволяет сравнивать озера по степени воздействия климатических характеристик непосредственно на водную массу (Сорожин, 1968). Показатель открытости характеризует глубину ветрового перемешивания. Наибольших величин достигает он в крупных, сравнительно неглубоких водоемах: в глубоких, но небольших озерах показатель открытости резко снижается.

Непосредственную связь озера и его бассейна характеризует условный водообмен, который подсчитывается путем деления объема среднего годового (многолетнего) притока с водосбора ( $V_{пр}$ ) на объем водной массы озера ( $V$ ):

$$a_{\text{водооб.}} = \frac{V_{пр}}{V}. \quad (17)$$

Этот показатель указывает, какую долю от объема воды самого водоема составляет объем притока и каково возможное влияние приточных вод на режим озера. Условный водообмен обозначает степень сменности водного тела или число условной смены объема озера в году за счет его стока. Коэффициент водообмена обусловлен не только объемом водных масс озера и приточными водами, но и долей участия озерных вод в этом водообмене, сильно зависящей от рельефа чаши озера, его общей расчлененности, типа распределения приточности и проточности (Богословский, 1971; Григорьев, 1958).

Обратная величина условного водообмена  $\left(\frac{1}{a_{\text{водооб.}}}\right)$  определяется как удельная водообменность, показывающая приблизительное число лет средней водности, в течение которых весь объем воды в озере может смениться за счет притока с водосбора, при условии, что в обмене принимает участие весь объем озера (Григорьев, 1958). Б. Б. Богословский (1960) определяет отношение объема водной массы сточного водоема ( $V$ ) к годовому стоку из него ( $W$ ) как водообменность

$$D = \frac{V}{W}. \quad (18)$$

Уклоны дна чаши озера между изобатами для отдельных ступеней районов и всего озера вычисляются по формуле

$$\beta = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{p} \cdot \frac{l_1 + l_2}{2}, \quad (19)$$

где  $\beta = \text{tg } \alpha$  — уклон местности (участка донной поверхности),  $h$  — высота сечения изобат,  $P$  — площадь между изобатами,  $l_1$  и  $l_2$  — длины соответствующих изобат.

Средний уклон дна определяется по формуле

$$\bar{\beta} = \text{tg } \alpha = \frac{h \sum l}{f}, \quad (20)$$

где  $\bar{\beta} = \text{tg } \alpha$  — средний уклон дна,  $\sum l$  — сумма длин изобат,  $h$  — сечение изобат.

В связи с тем, что высота сечения рельефа на батиграфических картах, по которым производят вычисления, различная, Ф. А. Черняева (1966) рекомендует средние уклоны для отдельного района определять как средние весовые:

$$B = \text{tg } A = \frac{(\beta_1 \cdot p_1) + (\beta_2 \cdot p_2) + \dots + (\beta_n \cdot p_n)}{P}, \quad (21)$$

где  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  — уклоны между изобатами,  $p_1, p_2, \dots, p_n$  — площади между изобатами,  $P = \sum p$ .

### Показатели, характеризующие положение озера и точность промерных работ

Большинство рассматриваемых нами морфометрических показателей зависит от точности проведенных промерных работ. Учитывая это, карельский гидролог Ю. Б. Литинский (1959, 1960) ввел в морфометрию озер такие показатели, как плотность промера и плотность эхолотирования. Плотность промера определяется числом промерных точек на  $1 \text{ км}^2$  (или на  $1 \text{ га}$ ) акватории озера, плотность эхолотирования — отношением длины промерных галсов, произведенных эхолотом, к акватории озера.

При описании конкретных водоемов необходимо привести: 1) административную принадлежность; 2) расположение водоема в отношении населенных пунктов; 3) принадлежность водоема к бассейну моря, озерно-речной или речной системы; 4) положение озера в водной системе; 5) высоту уровня воды над уровнем моря.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Березина Н. А. Гидробиология, М., «Советская наука», 1953, 360 с.
2. Богословский Б. Б. Озероведение, М., Изд-во МГУ, 1960, 335 с.
3. Богословский Б. Б. Задания и методологические указания для практических работ по курсу «Озероведение». М., Изд-во МГУ, 1966.

4. Богословский Б. Б. Классификация водных объектов по водообмену и водным массам. — «Вестник Белорус. ун-та», 1971. Сер. 2, вып. 3, с. 75—78.
5. Браcлавский А. П. Расчет ветровых волн. «Труды ГГИ», 1952, вып. 35(89), с. 94—158.
6. Верещагин Г. Ю. Методы сравнительно-морфологического изучения озер. — «Труды II Всес. гидрол. съезда», 1929, ч. 2, основные доклады, с. 275—277.
7. Верещагин Г. Ю. Методы морфологической характеристики озер. — «Труды Олонецкой научной экспедиции», 1930, ч. 2, вып. 1.
8. Волков Н. М. Принципы и методы картометрии. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, 328 с.
9. Воскресенский К. А. Особенности жизни в озерах. — В кн.: Богословский Б. Б. Озероведение. М., 1960, с. 299—335.
10. Гайлютис Б., Парейтис Р. Морфометрические показатели возможных водохранилищ Литвы. — «Труды Всес. симпозиума по основным проблемам пресноводных озер», 1970, т. 1. Вильнюс, с. 365—377.
11. Григорьев С. В. Опыт гидрологической типологии озер Латвийской ССР. — «Труды Института биологии АН Латв. ССР», 1958, т. 7. Рига, с. 245—258.
12. Григорьев С. В. О некоторых определениях и показателях в озероведении. — «Труды Карельского филиала АН СССР», 1959, вып. 18. Петрозаводск, с. 29—45.
13. Зайков Б. Д. Очерки по озероведению, часть 2. Л., Гидрометеоздат, 1960, 240 с.
14. Иванов П. В. Классификация озер мира по величине и по их средней глубине. — «Научн. бюлл. ЛГУ», 1948, вып. 21, с. 29—36.
15. Келлер Р. Воды и водный баланс суши. Введение в гидрогеографию. «Прогресс», 1965, 435 с.
16. Кондратьев Н. Е. О трансформации волн на мелководье при постепенно уменьшающихся глубинах. — «Труды ГГИ», 1950, вып. 22(76), с. 54—88.
17. Литинский Ю. Б. Геоморфология Сямозера. — «Труды Сямозерской комплексной экспедиции», 1959, т. 1, с. 79—93.
18. Литинский Ю. Б. Некоторые вопросы геоморфологии озер Карельского региона. — «Труды Карельского филиала АН СССР», 1960, вып. 27. Петрозаводск, с. 10—59.
19. Матарзин Ю. М., Мацкевич И. К. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ. — В кн.: Вопросы формирования водохранилищ и их влияния на природу и хозяйство, вып. 1. Пермь, 1970, с. 27—45.
20. Молдованов А. И. Постулаты инвариантности в морфологии водоемов и их практическое применение. — «Метеорология, климатология и гидрология», 1965, вып. 1, с. 164—171.
21. Молдованов А. И. Опыт морфологической характеристики Костештского и Новопокровского водохранилищ. — «Метеорология, климатология и гидрология», 1966, вып. 2, с. 173—178.
22. Молдованов А. И. Система количественных измерителей для оценки формы, размеров и качества искусственных водоемов. — «Метеорология, климатология и гидрология», 1966, вып. 2, с. 179—190.
23. Московский Б. Д. К методике комплексного изучения озер. — «Труды Дагестанского гос. пед. ин-та», 1968, т. 3, с. 73—78.
24. Муравейский С. Д. Очерки по теории и методам морфометрии озер. — «Вопросы географии», 1948, сб. 7, с. 65—99.
25. Муравейский С. Д. Морфометрия Глубокого озера. — В кн.: Реки и озера. Гидробиология. Сток, М., Географиздат, 1960, с. 202—220.
26. Муравейский С. Д. О съемках озер и использовании карт при мор-

- фометрических вычислениях. — В кн.: Реки и озера. Гидробиология. Сток, М., Географиздат, 1960, с. 126—140.
27. Нагель А. А. Морфологическая характеристика некоторых озер Северо-западной области. — «Труды II Всес. гидрол. съезда», 1929, ч. 2. Основные доклады. Л., с. 277—278.
  28. Резвой П. Д. К морфологической характеристике стоячих водоемов. — «Русск. гидробиол. журнал», 1928, т. 7, вып. 5—7.
  29. Рейзвих В. Н. К морфометрии водохранилищ Средней Азии. — «Научн. труды Ташкентского ун-та», 1967, вып. 330, с. 143—162.
  30. Рейзвих В. Н. О методах морфометрической характеристики водохранилищ. — «Сб. работ Ташкентской гидрометеорол. обсерватории», 1971, вып. 4, с. 96—108.
  31. Ремезова М. В. Морфометрия озера Сандал. — «Известия ГГИ», 1928, вып. 22, с. 151—152.
  32. Ремезова М. В. Морфометрия участка Байкала, примыкающего к истоку Ангары. — «Труды Байкальской лимнолог. станции», 1932, т. 3.
  33. Ремезова М. В. Морфометрия Телецкого озера. — «Известия Росс. геогр. о-ва», 1935, т. 67, вып. 4, с. 412—452.
  34. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность, т. 4. Прибалтийский район, вып. 1. Эстония. Л., Гидрометеоиздат, 1963, 160 с.
  35. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 4. Прибалтийский район, вып. 1. Эстония. Л., Гидрометеоиздат, 1972, 556 с.
  36. Россолимо Л. Л. Морфометрия Косинских озер. — «Труды Косинской биол. станции», 1925, вып. 2, с. 3—24.
  37. Россолимо Л. Л. Очерки по географии внутренних вод СССР. М., Географиздат, 1953, 304 с.
  38. Сорокин И. Н. Гидрологическая характеристика малых озер некоторых озерных районов Северо-запада. — В кн.: Озера различных ландшафтов Северо-запада СССР, ч. 1. Л., «Наука», 1968, с. 91—122.
  39. Хомскис В. Динамика и термика малых озер. Вильнюс, «Минтис», 1969, 204 с.
  40. Черняева Ф. А. Морфометрическая характеристика Ладожского озера. — «Труды Лаборатории озероведения ЛГУ», 1966, т. 20, с. 58—80.
  41. Эдельштейн К. К. Морфология и морфометрия Можайского водохранилища. — В кн.: Комплексные исследования водохранилищ, 2. М., Изд-во МГУ, 1973, с. 24—40.
  42. Экзерцев В. А. Определение мощности микробиологически активного слоя иловых отложений некоторых озер. — «Микробиология», 1948, т. 17, вып. 6, с. 476—483.
  43. Bieliukas, K. Ežerstyros psgrindai. Vilnius, 1961, p. 360.
  44. Chomskis, V. Pagrindines ežero vandens masiu dinamines salygos ir jo dubens forma. — «Lietuvos TSR geografine draugija, geografinis metraštis», 1960, III, p. 193—229.
  45. Eesti järved. Toimetaja A. Mäemets. Tallinn, «Valgus», 1968, 548 lk.
  46. Eesti NSV järvede nimestik. Koostanud I. Kask. Tallinn, Eesti Riiklik Kirjastus, 1964, 224 lk.
  47. Gâstescu, P. Lacurile din România. Bucuresti, 1971, p. 372.
  48. Hutchinson, G. E. A Treatise on Limnology. Geography, Physics and Chemistry. New York—London, 1957, 1015 p.
  49. Jaani, A. Hüdroloogia. — Rmt.: Võrtsjärv. Tallinn, «Valgus», 1973, lk. 37—60.
  50. Kallejärv, T. Uut Eesti järvede sügavusest. — «Eesti Loodus», 1974, nr. 4, lk. 241—244.
  51. Kask, I. Kagu-Eesti järvedest. — «Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1966», 1968, lk. 106—114.
  52. Lokk, S. Bakterid. — Rmt.: Võrtsjärv. Tallinn, «Valgus», 1973, lk. 83—94.
  53. Kodu-uurija käsiraamat. Koostanud K. Müürisepp. Tallinn, «Eesti Raamat», 1966, lk. 181—194.

54. Mäemets, A. Mis on järve sügavus? — «Eesti Loodus», 1974, nr. 4, lk. 245—247.
55. Schwoerbel, J. Einführung in die Limnologie. Stuttgart, 1971, 170 S.
56. Riikoja, H. Zur Morphometrie einiger Seen Eestis. — «Loodusuuri-  
jate Seltsi aruanded 1930», 1930, XXXVII, 1—2. Tartu. S. 115—201.
57. Riikoja, H. Zur Morphometrie einiger Seen Eestis II. — «Loodusuuri-  
jate Seltsi aruanded 1936», 1937, XLIII, 1—2. Tartu, S. 139—196.
58. Varend, H. Keema järved (andmeid nende morfomeetriast ja genee-  
sist). — Rmt.: Opilaste kodu-uurimuslikke töid. Tallinn, «Valgus», 1972,  
lk. 127—132.

## ON METHODS OF MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF LAKES

T. Kallejärv

S u m m a r y

The article deals with the main coefficients to be fixed in the course of morphometric studies of lakes, presents their definitions and the methods for obtaining them. The indices under observation are divided into four groups:

- 1) indices characterizing the length of lakes;
- 2) indices characterizing the surface of lakes;
- 3) indices characterizing the water mass of lakes;
- 4) indices characterizing the location and sounding exactness of lakes.

The indices characterizing the depth of lakes, development of shore line, form of lake bottom, volume, and littoral (and pelagic) zone are treated in greater detail.

## РАСЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ И ИХ ПЛОЩАДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ЭВМ

П. Каринг

При решении комплексных географических проблем по регулированию водного режима информация по климату часто представляется в виде карт отдельных метеорологических элементов. Составление карт территориального распределения показателей влагообеспеченности, характеризующих отношение тепла и влаги, на основе этих материалов, представляет трудную задачу. Кроме того, расчеты по картам площадных характеристик климатических показателей, а также применение корреляционного и информационного анализов являются очень трудоемкими и сложными, что делает их без механизации технической работы трудноиспользуемыми.

В настоящее время для территории Эстонской ССР наиболее распространенными являются мелкомасштабные климатические карты, характеризующие условия на территории всей республики, и крупномасштабные карты, позволяющие оценить микроклиматические условия в пределах одного хозяйства. Исходя из этого, целью данной работы являлась разработка методики расчета и составления карт вышеперечисленных характеристик климата на ЭВМ «Минск-22» по картам исходных данных различного масштаба.

На территории Эстонии отношение прихода-расхода влаги характеризуется коэффициентом атмосферного увлажнения  $K_1$ , обратная величина которого равна радиационному индексу сухости, предложенному М. И. Будыко (1956).

$$K_1 = \frac{XL}{R}, \quad (1)$$

где  $X$  — осадки (гр/см<sup>2</sup>·месяц, 1 гр/см<sup>2</sup> = 10 мм),

$R$  — радиационный баланс (кал/см<sup>2</sup>·месяц),

$L$  — скрытая теплота парообразования, равная 598 кал/гр.

Для характеристики территориального распределения осадков использованы месячные карты из «Климатического атласа Эстонской ССР» (1969) и «Справочник по климату СССР», вып. 4, ч. IV (1968). В расчетах использованы данные осадков, не исправленные поправками на ветровой недоучет и смачивание.

Радиационный баланс определяется по соотношению (Каринг, 1973)

$$R = a \cdot R_k + b, \quad (2)$$

где  $R_k$  — поглощенная радиация подстилающей поверхности,  $a$  и  $b$  — эмпирические коэффициенты, рассчитанные для условий Эстонии по данным наблюдений на актинометрической станции Тыравере.

Поглощенная радиация найдена по формуле:

$$R_k = Q(1 - A), \quad (3)$$

где  $Q$  — суммарная радиация,

$A$  — альbedo подстилающей поверхности.

Месячные суммы суммарной радиации  $Q$  определялись на основе карт распределения суммарной радиации в республике, составленных по методике, изложенной ранее (Каринг, 1970).

Наибольшую площадь из поверхностей, близких по своим отражающим свойствам, в Эстонии занимают поверхности с травяным покровом (Каринг, 1972). Кроме того, для травяного покрова имеются длинные ряды наблюдений над альbedo на метеорологических станциях и выявлены основные закономерности изменения его в суточном и годовом ходе (Тоомиинг, 1960). По этим причинам представляется целесообразным при первом приближении в расчетах радиационного баланса пользоваться значениями альbedo, измеренными на метеоплощадке актинометрической станции Тыравере.

Как следует из вышеизложенного, исходными картографическими материалами для расчета коэффициента  $K_1$  по формуле (1) служат карты распределения осадков и суммарной радиации. Правильнее было бы использовать вместо карт суммарной радиации карты облачности, поскольку количество облаков непосредственно определяется на метеостанциях. Но так как карты суммарной радиации в подходящей форме были составлены уже раньше, в настоящей работе использовались последние.

Для ввода исходных данных по территориальному распределению осадков и суммарной радиации в ЭВМ, на карты месячных сумм этих характеристик была нанесена сетка. На сетке выбран прямоугольник, в который вписывается территория Эстонской ССР. Таким образом получена матрица  $A$ , элементами которой являются прямоугольники, применяемые в сетке.

Затем были отмечены элементы матрицы А, которые покрывают на карте территорию республики, и записаны они по рядам матрицы А в один ряд. В масштабе 1 : 1 500 000 всего было 868 элементов. Таким образом получили первую строку матрицы В (адреса). На основе распределения суммарной радиации и осадков определяли значения этих величин по элементам матрицы А и получили соответственно вторую и третью строку матрицы В. Принимая обозначения в матрице В для первой строки  $\alpha$ , получим

$$B = \begin{matrix} \alpha_{11} & \alpha_{21} & \alpha_{31} & \dots & \alpha_{i1} \\ Q_{12} & Q_{22} & Q_{32} & \dots & Q_{i2} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & \dots & x_{i3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{1j} & p_{2j} & p_{3j} & \dots & p_{ij} \end{matrix},$$

где  $i$  — местоположение на территории Эстонской ССР,

$j$  — элемент климата.

Одна строка матрицы характеризует значения климатических элементов в различных местах, один столбец дает информацию о различных элементах климата в одном пункте. Матрицу такого типа называют матрицей географических данных (Хаггет, Чорли, 1971). Опыт показал, что для сбора, хранения и систематизации исходных данных, снятых с карт распределения отдельных элементов климата, целесообразно пользоваться перфокартами с краевой перфорацией. На одну перфокарту наносят данные одного столбца в матрице В. В масштабе 1 : 1 500 000 получается картотека с общим числом карт 868.

Для ввода исходных данных в ЭВМ материалы перфорируются по строкам матрицы В (т. е. по отдельным картам). Результаты отпечатываются в виде таблиц или картограмм.

В таблице 1 даны средневзвешенные значения, в таблицах 2—4 — площадные характеристики территориального распределения радиационного баланса, осадков и коэффициента  $K_1$ .

Таблица 1

Средневзвешенные значения радиационного баланса (мм), осадков (мм) и коэффициента  $K_1$

Метеорологический показатель	Месяцы			
	V	VI	VII	VIII
Радиационный баланс	125,9	145,7	133,3	98,9
Осадки	45,4	58,4	74,9	84,5
Коэффициент $K_1$	0,35	0,40	0,56	0,85

Из таблицы 1 видно, что средние значения осадков по времени возрастают, а средние значения радиационного баланса с июня уменьшаются. В результате такого изменения исходных величин радиационного баланса и осадков, скорость повышения коэффициента  $K_1$  постепенно увеличивается.

Таблица 2

Площадь с одинаковыми значениями осадков  
в процентах от всей площади Эстонии

Осадки мм	Месяцы			
	V	VI	VII	VIII
35	15,78	6,57		
45	64,17	11,20	2,19	
55	20,05	26,15	11,41	
65		53,57	15,32	0,92
75		2,42	36,52	18,55
85			24,77	64,86
95			9,68	15,67

Таблицы 2—4 показывают, что по площадным характеристикам наиболее сложным является территориальное распределение осадков, наиболее простым — распределение радиационного баланса.

Таблица 3

Площадь с одинаковыми значениями радиационного баланса  
в процентах от всей площади Эстонии

Радиационный баланс, мм	Месяцы			
	V	VI	VII	VIII
91—95				71,43
96—100				28,57
101—105				
106—110				
111—115				
116—120				
121—125	75,23		36,98	
126—130	24,88		42,97	
131—135			20,05	
136—140		6,22		
141—145		34,56		
146—150		48,73		
151—155		10,48		

Площадь с одинаковыми значениями коэффициента  $K_1$   
в процентах от всей площади Эстонии

Коэффициент $K_1$	Месяцы			
	V	VI	VII	VIII
—0,30	15,78	8,87		
0,31—0,40	64,17	35,14	9,33	
0,41—0,50	20,05	53,57	19,70	
0,51—0,60		2,42	36,52	
0,61—0,70			25,12	0,92
0,71—0,80			9,33	18,55
0,81—0,90				64,86
0,91—1,00				15,67

На рис. 1 представлена картограмма распределения коэффициента  $K_1$  на территории Эстонии в среднем за год. Видно, что в пределах республики выделяются 4 района с различными значениями коэффициента  $K_1$ . Первый район охватывает берега открытого моря и занимает 11% от всей площади республики. В годовом цикле здесь сумма осадков примерно равна максимально возможному испарению, выраженному через радиационный баланс. Второй район располагается на побережье открытого моря и на территории между озерами Чудским и Выртсъярв. Этот район занимает 33% от всей площади Эстонии, осадки превышают испаряемость до 10%. Третий район находится главным образом вокруг возвышенностей и в центральных частях островов Сааремаа и Хийумаа общей площадью 38% от всей площади республики. Осадки превышают испаряемость до 20%. Четвертый район располагается в районе возвышенностей. Суммарная площадь этого района равна 18% от всей площади Эстонии, осадки превышают испаряемость до 30%.

Такое распределение коэффициента  $K_1$  можно объяснить влиянием моря и возвышенностей на режим осадков и облачности. В прибрежной зоне под влиянием моря количество осадков и облачность уменьшаются, на возвышенностях, наоборот, увеличиваются. С увеличением облачности уменьшается приток солнечной радиации, а в связи с этим и максимально возможное испарение. В районе между озерами Чудским и Выртсъярв уменьшение коэффициента  $K_1$ , по-видимому, обусловлено уменьшением облачности и осадков в прибрежной зоне Чудского озера, подветренным расположением этой территории относительно возвышенностей и преобладающих ветров, что приводит к рассеиванию облачности и уменьшению количества осадков в потоках воздуха, перемещающихся в направлении Чудского озера.

A - 0,90  
 \* 0,94 - 1,00  
 = 1,04 - 1,10  
 O 1,14 - 1,20  
 ш 1,24 - 1,30



Рис. 1. Картограмма распределения коэффициента атмосферного увлажнения  $K_1$  на территории Эстонской ССР, 1964.

Следует отметить, что применение ЭВМ для составления карт территориального распределения комплексных климатических показателей позволяет более точно учитывать особенности территориального распределения исходных данных. При картировании комплексных климатических показателей без ЭВМ изучаемые показатели вычисляются обычно только на метеостанциях или в других пунктах измерений, а затем, с учетом характера подстилающей поверхности, проводятся изолинии. При составлении карт на ЭВМ, как в нашем примере, данные о количестве осадков и суммарной радиации сняты с карт по сетке, в которой расстояние между точками не превышало 5 миллиметров. Значения коэффициента  $K_1$  вычислялись для каждой точки и при составлении картограммы наряду с этим автоматически учитывался характер распределения исходных данных.

Методика составления крупномасштабных микроклиматических карт существенно отличается от мелкомасштабных. Различия определяются главным образом самим принципом построения таких карт, на которых можно показать непосредственное влияние отдельных форм рельефа, почвенных разностей, водоемов и т. д. на режим метеоэлементов в приземном слое воздуха и в верхних горизонтах почвы. Основные принципы картирования главных элементов микроклимата разработаны сотрудниками сектора микроклимата Главной Геофизической Обсерватории им. А. И. Воейкова (Гольцберг, 1961; Голубова, 1967; Романова, 1972; Мищенко, 1972; Горышина, 1970 и др.). На основе этих методических разработок и методики построения комплексных микроклиматических карт наложением карт отдельных элементов друг от друга (Методические указания, 1968) была разработана методика составления крупномасштабных микроклиматических карт при помощи ЭВМ (Каринг, 1974). Согласно этой методике, карты отдельных элементов микроклимата и их комплексов составляются на основе крупномасштабных почвенных карт хозяйств с некоторыми уточнениями рельефа на них. На почвенной карте выделяются участки, на которых наблюдаются изменения хотя бы в одном рассматриваемом метеоэлементе по сравнению с наблюдениями на опорной точке (или на метеостанции). По данным наблюдений и на основе литературных источников, определяются величины этих отклонений для каждого участка, т. е. составляется таблица поправок и по измерениям на опорной точке рассчитываются абсолютные величины метеоэлементов. Для ввода в ЭВМ информации, содержащейся на почвенной карте, на эту карту наносится сетка и в узлах сетки определяются все компоненты ландшафта. Вышеизложенным способом строится матрица географических данных, где в первой строке написаны адреса, во второй — характеристика рельефа, в третьей — механический состав почвы и т. д. Таким образом получается почвенная карта в кодированном виде, которая вместе с

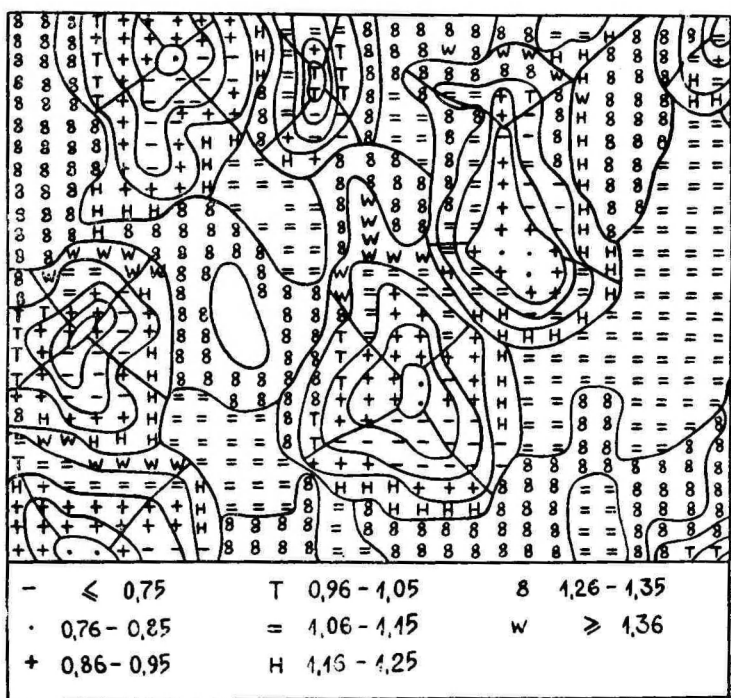


Рис. 2. Картограмма распределения коэффициента увлажнения  $K_2$  в холмистой местности Выурского района ЭССР. Май-июнь.

таблицей поправок вводится в ЭВМ. В качестве примера рассчитано распределение коэффициента увлажнения для многолетних трав  $K_2$  за период май—июнь в холмистой местности Выурского района на территории колхоза им. Свердлова.  $K_2$  рассчитан по формуле:

$$K_2 = \frac{(W_H + X_P)L}{R_P}, \quad (4)$$

где  $W_H$  — весенние запасы влаги в различных частях рельефа,  
 $X_P$  — величина осадков, учитывающая влияние ветра и перераспределение осадков по склону,  
 $R_P$  — величина радиационного баланса в различных частях рельефа.

Значения радиационного баланса  $R$  и осадков  $X$  по равнине, необходимые для расчета  $R_P$  и  $X_P$ , за период май—июнь определялись по машинным картограммам распределения  $R$  и  $X$  на тер-

ритории Эстонии, составленные по вышеизложенной методике. Весенние запасы влаги  $W_H$  были найдены по методике Е. Н. Романовой (1971), проверенной ею по фактическим данным Выруского района.

Результаты машинной обработки печатались в виде картограммы, которая представлена на рис. 2 на фоне контуров частей рельефа и почв с различным механическим составом. Видно, что на полях с многолетними травами в пересеченной местности создаются сложные условия увлажнения. Различия по увлажнению объясняются главным образом неравномерным приходом влаги, неравномерным ее расходом на испарение в различных частях рельефа и различными водно-физическими свойствами почв. На приведенной иллюстрации довольно четко прослеживается зависимость изменений коэффициента  $K_2$  от рельефа. В общих чертах на вершинах, южных и восточных склонах доминируют засушливые условия, на северных и западных — близкие к оптимальным. На подножьях склонов и на пониженных частях рельефа наблюдаются условия переувлажнения. Влияние рельефа на изменение коэффициента  $K_2$  зависит от почвенных разностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. Л., Гидрометеоздат, 1956, 256 с.
2. Голубова Т. А. Количественные характеристики радиационного режима. — В кн.: Микроклимат СССР. Л., Гидрометеоздат, 1967, с. 11—37.
3. Гольдцберг И. А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. Л., Гидрометеоздат, 1961, 198 с.
4. Горышина П. Т. Теплообеспеченность почв на Северо-Западе ЭТС. — «Труды ГГО», 1970, вып. 264, с. 73—81.
5. Каринг П. Х. Некоторые особенности радиационного режима многолетних трав в условиях Эстонской ССР. — «Труды ГГО», 1970, вып. 264, с. 104—111.
6. Каринг П. Х. Опыт построения карт распределения альбедо на территории Эстонской ССР. — «Сборник работ Таллинской ГМО», 1972, вып. 8, с. 86—94.
7. Каринг П. Х. О влиянии климата почвы на рост многолетних трав. — «Труды ГГО», 1973, вып. 306, с. 26—38.
8. Каринг П. Х. К методике комплексного изучения микроклимата полей в Эстонской ССР. — В кн.: Повышение рациональности использования природных условий и ресурсов Советской Прибалтики. Доклады и сообщения конференции географов Советской Прибалтики. Апрель, 1972. Вып. 1. Рига, 1974, с. 46—53.
9. Климатический атлас Эстонской ССР. Таллин, 1969, 209 с.
10. Методические указания по составлению микроклиматических карт территории колхозов и совхозов. Л., Гидрометеоздат, 1968, 75 с.
11. Мищенко З. А. О разномасштабном картировании термических показателей дня с учетом рельефа. — «Труды ГГО», 1972, вып. 288, с. 29—42.
12. Романова Е. Н. Принцип расчета и картирования влажности почвы на морфометрической основе. — В кн.: Климат почвы. Л., 1971, с. 39—51.

13. Романова Е. Н. Картирование ветровых характеристик в сложном рельефе на картах разного масштаба. — «Труды ГГО», 1972, вып. 288, с. 3—11.
14. Справочник по климату СССР. Вып. 4. Эстонская ССР. Часть IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Л., Гидрометеопиздат, 1968, 227 с.
15. Тооминг Х. Дневные и сезонные изменения альbedo некоторых естественных поверхностей ЭССР. — «Исследования по физике атмосферы», 1960, № 2, с. 115—163.
16. Хаггет П., Чорли Р. Д. Модели, парадигмы и новая география. — В кн.: Модели в географии. М., 1971, с. 7—28.

## THE CALCULATION OF CLIMATIC INDEXES OF WATER REGIME AND THEIR AREAL CHARACTERISTICS BY COMPUTER

P. Karing

Summary

When solving problems of water regime regulation, the initial data about the investigated territory are often presented in form of charts. The calculation of complex climatic characteristics and the drawing up of corresponding charts on the basis of cartographical material, however, is rather a complicated and labour-consuming task. For that reason the present article makes an attempt to calculate the climatic characteristics of the water regime and compile its territorial distribution by means of a computer.

For carrying out the calculation a net is drawn on the charts of the initial data, in each nodal point of which the values of the initial data are determined. On the basis of the obtained results a matrix of the geographical data is compiled, where the lines characterize the initial values of each chart, the columns, however, the data in different points of the territory. All the used information is perforated chart by chart. The results of the calculations are printed in form of tables or cartograms.

For example the moistening coefficients as the relation of precipitation and evapotranspiration are calculated in the scale 1 : 1 500 000, which characterizes the moistening conditions of the republic as a whole, and 1 : 10 000, which enables one to estimate the moistening conditions on one farm.

The results indicate that according to the relation of precipitation and evapotranspiration on the territory of the republic 4 regions can be distinguished. Within the limits of one farm the specific features of the territorial distribution of the moistening coefficient are mainly determined by the conditions of the relief and soil.

The application of a computer in the compilation and analysis of complex climatic charts considerably simplifies the cartometrical work in the calculation of areal characteristics and makes it possible to calculate the specific features of the territorial distribution of the initial data more exactly.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОРОТКОВОЛННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ЭСТОНСКОЙ ССР

П. Каринг

Приход солнечной радиации является определяющим фактором в формировании водно-теплового режима подстилающей поверхности. Его климатические характеристики необходимы при объяснении климатических особенностей отдельных территорий, при разработке проектов мелиоративных мероприятий и градостроительства, а также при решении многих других прикладных и теоретических задач. Наряду со средними многолетними месячными характеристиками радиационного режима, приведенные в справочниках по климату СССР, все большее значение приобретают вероятностные характеристики пространственно-временного распределения.

На территории Эстонской ССР в зависимости от близости моря, расположения возвышенностей и больших водоемов приход солнечной радиации изменяется в различных ее частях (Каринг, 1970; Karing, 1974). Поэтому в пределах республики необходима более детальная характеристика пространственного распределения отдельных видов радиации.

Изменчивость пространственного распределения прихода солнечной радиации, как и других метеорологических элементов, наглядно характеризуется набором карт территориального распределения, в котором карты составлены для различных моментов времени. Исходя из этого задачей данной статьи является построение карт месячных сумм прямой, рассеяной, фотосинтетической активной и суммарной радиации на территории Эстонской ССР и количественная оценка особенностей пространственного распределения на этих картах.

### Методика составления и анализа карт

Прямая солнечная радиация ( $S'$ ) была рассчитана по формуле Н. М. Копылова (Кондратьев, 1965)

$A \leq 38,0$   
 $* 38,1 - 40,0$   
 $= 40,1 - 42,0$   
 $o 42,1 - 44,0$   
 $\varepsilon > 44,1$

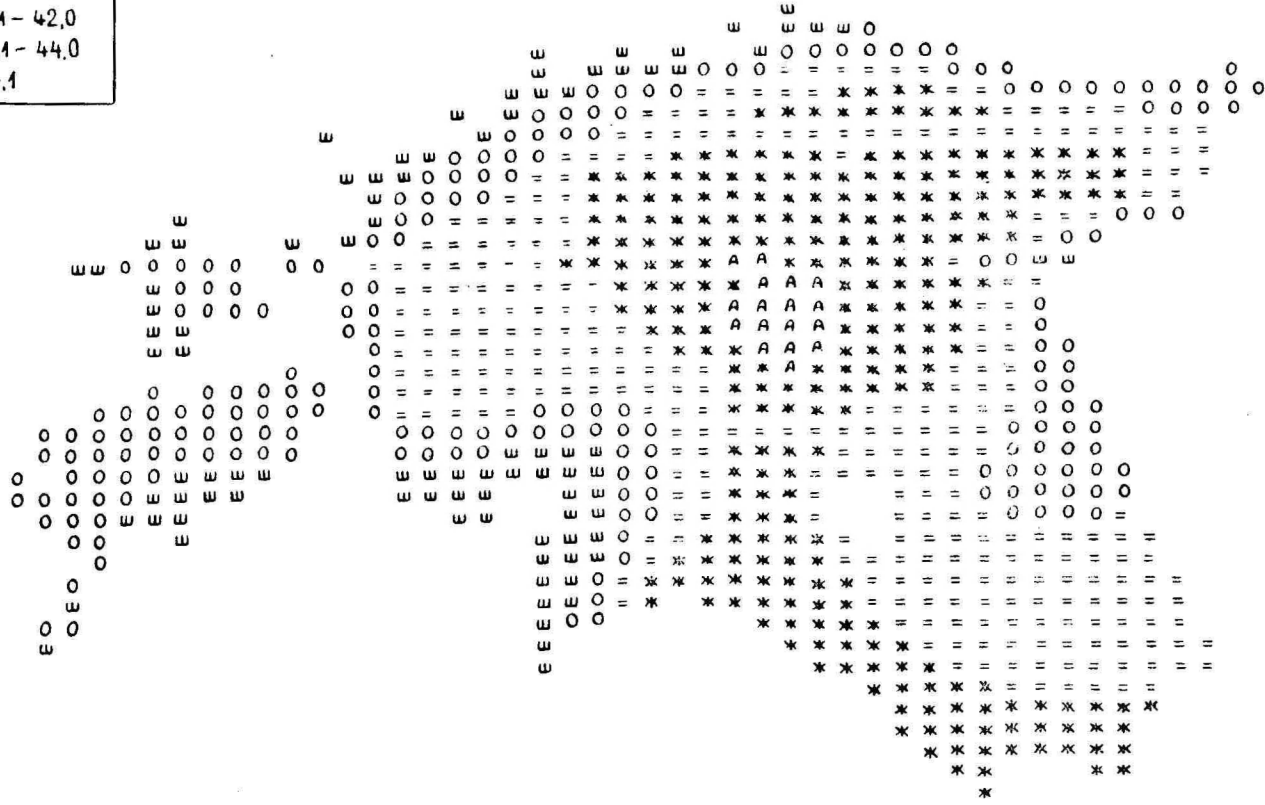


Рис. 1. Распределение прямой солнечной радиации на территории Эстонской ССР. Год.  $\left( \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2 \cdot \text{год}} \right)$ .

$$S' = S'_0 \left( 1 - \frac{H + H_m}{2} - K_H \right), \quad (1)$$

где  $S'_0$  — возможная прямая радиации на горизонтальную поверхность,

$H, H_m$  — общая и нижняя облачность,

$K_H$  — эмпирический коэффициент.

Суммарная радиация ( $Q$ ) рассчитана по формуле М. С. Аверкиева (1961)

$$Q = Q_0 \left[ 1 - K_m \left( \frac{H + H_m}{2} \right) \right] \frac{1}{1 - \kappa A}, \quad (2)$$

где  $Q_0$  — возможная суммарная радиация,

$K_m$  — коэффициент, характеризующий пропускание суммарной радиации облаками,

$A$  — альbedo подстилающей поверхности

$$\kappa = 0.2 + 0.5 \left( \frac{H + H_m}{2} \right).$$

Рассеянная радиация ( $D$ ) получена как разность

$$D = Q - S'. \quad (3)$$

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) была найдена по формуле (Молдау и др., 1963)

$$\text{ФАР} = 0.42S' + 0.60D. \quad (4)$$

В расчетах использованы данные облачности 27 метеостанций. Методические особенности расчетов по формулам 1—4 на территории Эстонской ССР изложены в ранее опубликованной работе (Каринг, 1970).

Для количественной оценки изменчивости территориального распределения солнечной радиации по месячным картам использовался метод информационного анализа. Информационным анализом исследуется передача информации в изучаемой системе. Для использования его при расчетах по картографическим материалам в настоящее время разработан легко используемый вариант (Пузаченко, Мошкин, 1967; Tooming, Kallis, 1973). Основным понятием в информационном анализе является неопределенность явления  $A$ , которая характеризует разнообразие состояний явлений  $a_i$ . Неопределенность  $H$  явления  $A$  рассчитывается по формуле

$$H(A) = - \sum_i p(a_i) \log_2 p(a_i), \quad (5)$$

где  $H(A)$  — неопределенность явления  $A$ ,

$p(a_i)$  — вероятность  $i$ -того состояния явления  $A$ .

На картах значение  $p(ai)$  определяется как доля площади данной градации метеоэлемента от всей площади изучаемой территории.

Максимальное значение неопределенность явления имеет при равновероятном его состоянии, т. е.

$$p(ai) = p(a_1) = p(a_2) = \dots = \frac{1}{i} \quad \text{и}$$

$$H(A)_p = - \sum_i \frac{1}{i} \log_2 \frac{1}{i} = \log_2 i = \max, \quad (6)$$

где  $H(A)_p$  — неопределенность явления при его равновероятном состоянии.

Чем больше вероятности  $p(ai)$  отличаются от значения  $\frac{1}{i}$ , тем

больше  $H(A)$  различается от  $H(A)_p$ . Это различие используется в качестве коэффициента равномерности  $q$  для характеристики несоответствия действительно встречаемого пространственного распределения к равномерному

$$q = \frac{H(A)}{H(A)_p} = \frac{\sum_i p(ai) \log_2 p(ai)}{\log_2 i}. \quad (7)$$

Исходная информация по картографическим материалам вводится в ЭВМ при помощи сетки, которая наносится на карты. Затем отмечаются те прямоугольники в сетке, которые покрывают территорию Эстонской ССР. Эти прямоугольники записываются по рядам сетки в один ряд и таким образом получается первая строка матрицы географических данных для территории Эстонской ССР. Принимая обозначением первой строки (адреса) матрицы географических данных  $a$ , для территориального распределения отдельных видов солнечной радиации получим

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & \dots & a_{k1} \\ S'_{12} & S'_{22} & S'_{32} & \dots & S'_{k2} \\ D_{13} & D_{23} & D_{33} & \dots & D_{k3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{1j} & n_{2j} & n_{3j} & \dots & n_{kj} \end{matrix},$$

где  $k$  — местоположение на территории Эстонской ССР,

$j$  — вид солнечной радиации.

Для расчетов характеристик пространственного распределения по формулам (5)—(7), нормируем количество элементов одного ряда матрицы на 1 так, чтобы отношение числа прямоугольников, соответствующее отдельным градациям показателя к общей площади территории Эстонской ССР, представлялось эквивалентом вероятности  $p(ai)$ .

## Результаты

Изолинии на всех картах месячных сумм распределения солнечной радиации на территории Эстонской ССР проведены через  $0,5 \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мес.}}$ .

При сравнении карт месячных сумм прихода различных видов солнечной радиации заметно, что в течение года в характере территориального распределения выделяются два периода: 1) холодный (X—IV), 2) теплый (V—IX).

В течение зимнего периода в Эстонской ССР приток радиации небольшой и территориальные различия небольшие. В апреле приток солнечной радиации увеличивается и территориальные различия растут, но все-таки оказываются близкими к погрешностям расчетов.

В летний период существенно увеличиваются территориальные различия прихода всех видов радиаций. В качестве иллюстрации на рисунке приводится карта распределения прямой радиации с мая по сентябрь, составленная на ЭВМ «Минск-22».

Характерными являются повышенные суммы радиаций на островах и побережьях открытого моря, что связано главным образом с бризовой циркуляцией.

В районе возвышенности Пандивере, моренной равнины Средней Эстонии, Кырвемаа и друмлинного ландшафта Тюри (Вареп, 1958), изолинии образуют ряд замкнутых контуров. Такое распределение притока радиации можно объяснить влиянием возвышенностей, которые увеличивают облачность.

В юго-восточной части республики между Чудским и Выртсъярв озерами наблюдается увеличение притока радиации. Это, по-видимому, обусловлено подветренным расположением этой территории относительно возвышенностей и преобладающих ветров, что приводит к рассеиванию облачности в потоках воздуха, перемещающихся в направлении Чудского озера. Облачность уменьшается также в береговой зоне Чудского озера.

В южной части республики особенности территориального распределения радиации определяются увеличением облачности под влиянием возвышенностей.

Из приведенного краткого анализа следует, что в практических расчетах за зимний период можно пренебречь территориальными различиями притоков радиации. В этот период для всей территории Эстонской ССР могут быть непосредственно использованы данные регистрации притоков радиации на актинометрической станции Тыравере. В летние месяцы приток радиации в различных частях республики отличается от притока радиации на актинометрической станции и требуется более детальная характеристика особенностей территориального распределения.

Таблица 1

Площадные характеристики прямой, рассеянной и фотосинтетически активной радиации в Эстонской ССР

Месяцы	Вид радиации	Доли площадей с одинаковыми значениями радиации																	n	H(A)	q	1-q			
		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5					11.0		
V	S' Д ФАР					0.1	0.0	2.3	23.4	19.8 60.9 1.9	29.6 13.3 81.5	24.2 16.6	16.6	9.5	0.2	0.1					7	2.26	0.80	0.20	
																					6	1.44	0.56	0.34	
																						3	0.77	0.49	0.51
VI	S' Д ФАР						0.1	0.2	6.2	56.3	36.7 1.4	6.0 0.5 67.3	35.6 31.1	30.8 0.2	17.0	8.6	1.8	0.1	0.1		8	2.15	0.72	0.28	
																					6	1.28	0.49	0.51	
																					4	1.01	0.51	0.49	
VII	S' Д ФАР						0.1	1.7	39.7	56.5 1.5	10.3 2.0 65.0	37.5 33.5	34.8	17.3	0.0	0.1					6	1.84	0.64	0.36	
																					5	1.22	0.52	0.48	
																					3	1.02	0.64	0.36	
VIII	S' Д ФАР				0.1	0.1	31.2 4.1 0.8	58.6 81.2 23.0	9.9 14.6 76.2	0.1											6	1.32	0.46	0.28	
																					4	0.84	0.42	0.58	
																					3	0.84	0.53	0.47	
IX	S' Д ФАР	3.1	89.8	7.0 25.3 27.9	0.1 74.1 72.1	0.6															4	0.56	0.28	0.72	
																						3	0.87	0.55	0.45
																						2	0.85	0.85	0.25

Таблица 2

## Площадные характеристики суммарной радиации в Эстонской ССР

Меся- цы	Доли площадей с одинаковыми значениями суммарной радиации																n	H(A)	q	1-q	
	6.5	7.0	7.5 ...10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5					
V										11.7	40.0	35.8	12.0	1.4	0.1			6	1.88	0.73	0.27
VI												1.4	17.4	46.9	26.0	7.1	1.2	6	1.89	0.73	0.27
VII										1.4	21.5	44.0	24.2	8.9	0.1			6	1.90	0.73	0.27
VIII			0.9		21.9	64.6	12.5	0.1										5	1.33	0.56	0.44
IX	24.5	71.8	3.7															3	1.01	0.64	0.36

В таблицах 1 и 2 приведены площадные характеристики территориального распределения основных видов коротковолновой радиации.

Из таблицы 1 видно, что наиболее сложное территориальное распределение притока солнечной радиации в июне. В течение следующих месяцев в характере распределения радиации происходит существенное упрощение.

Распределение прямой солнечной радиации на территории республики в мае близко к равномерному. С наступлением летних и осенних месяцев наблюдается постепенное уменьшение равномерности распределения, и в сентябре, в основном, вся территория республики занята одной градиацией прямой радиации.

Рассеяная радиация имеет в течение рассматриваемых месяцев примерно одинаковый коэффициент равномерности — около 0.5. Территориальное распределение фотосинтетически активной радиации имеет противоположную тенденцию в изменении равномерности распределения по сравнению с прямой радиацией — наиболее равномерным является оно в мае, неравномерным — в сентябре.

В таблице 2 приведены результаты расчетов площадных характеристик суммарной радиации. Видно, что с мая по июль значительных изменений в территориальном распределении не отмечается. Характер распределения имеет сравнительно высо-

Таблица 3

Средние месячные суммы по территории Эстонской ССР различных видов радиации и на актинометрической станции Тыравере

Вид радиации	Место	V	VI	VII	VIII	IX	Год
Q	ЭССР Тыравере	13.5	14.9	13.8	10.7	6.6	85.1
		12.6	14.8	13.9	10.3	6.7	83.8
S'	ЭССР Тыравере	7.1	8.2	7.6	5.1	2.8	41.4
		6.3	8.1	7.3	4.7	3.1	40.1
D	ЭССР Тыравере	6.4	6.6	6.3	5.6	3.9	43.7
		6.3	6.7	6.6	5.6	3.6	43.7
ФАР	ЭССР Тыравере	6.8	7.4	7.0	5.5	3.5	43.3
		6.4	7.4	7.1	5.4	3.5	43.0

кую степень равномерности. В августе и сентябре уменьшается как число градаций, так и равномерность распределения.

На основе данных в таблицах 1 и 2 вычислены средневзвешенные значения отдельных видов радиации на территории Эстонской ССР. Результаты расчетов представлены в таблице 3. Для сравнения средних значений радиации в Эстонской ССР в этой таблице приведены значения тех же видов радиаций на актинометрической станции Тыравере. Данные таблицы 3 показывают, что зарегистрированные суммы радиации на актинометрической станции хорошо отражают средние показатели для всей территории республики. Наиболее существенные различия наблюдаются в мае в приходе прямой и суммарной радиации и в некоторой степени в приходе ФАР. Это, по-видимому, обусловлено значительным увеличением прямой радиации весной в прибрежной зоне открытого моря и на островах. В остальные месяцы различия имеют в основном случайный характер.

Из вышеприведенных материалов следует, что ведущим фактором в формировании пространственных различий в радиационном режиме на территории Эстонской ССР является прямая солнечная радиация. Используемые площадные характеристики являются перспективными климатологическими показателями при количественной оценке климатических особенностей ограниченных территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверкиев М. С. Уточненный метод расчета суммарной радиации. — «Вестник Московского университета», 1961, серия V, № 1, с. 40—47.
2. Вареп Э. Ф. Физико-географическое (ландшафтное) районирование Эстонской ССР. — «Уч. зап. Латвийской гос. ун-та им. П. Стучки», 1961, том XXXVII, вып. 4, с. 349—361.
3. Каринг П. Х. Некоторые особенности радиационного режима многолетних трав в условиях Эстонской ССР. — «Труды ГГО», 1970, вып. 264, с. 104—111.
4. Кондратьев К. Я. Актинометрия. Л., Гидрометеопиздат, 1965, 691 с.
5. Молдау Х., Росс Ю., Тооминг Х., Ундла И. Географическое распределение фотосинтетически активной радиации (ФАР) на территории Европейской части СССР. — В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., 1963, с. 149—158.
6. Пузаченко Ю. Т., Мошкин А. В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях. — В кн.: Медицинская география. Вып. 3. М., 1967, с. 5—75.
7. Karin, P. Summaarse kiirguse jaotumisest Eesti NSV territooriumil. — EGS-i aastaraamat 1971/1972. Tln., 1974, lk. 24—34.
8. Tooming, H., Kallis, A. Informatsioonianalüüsi rakendamisest taimekoosluste produktivsuse uurimisel. — LUS-i aastaraamat. 62. köide. Tln., 1973, lk. 67—88.

# TERRITORIAL DISTRIBUTION OF SHORT-WAVE SOLAR RADIATION IN THE ESTONIAN S.S.R.

P. Karing

## Summary

Using a method of information analysis the variability of the territorial distribution of direct, diffuse, photosynthetically active and total solar radiation from their month maps drawn up by computer was calculated. In winter the territorial differences of the radiation are small. In Tables 1 and 2 are given the areal distribution of all the above-mentioned kinds of short-wave radiation in summer months, when due to the effect of the sea considerable differences occur (particularly in June). The mean weighted values of individual kinds of radiation for the whole Estonian S.S.R. as compared with mean month radiation amounts at of the Tõravere actinometric station shows that the latter serve fairly well to characterize the corresponding indices of the whole Estonian S.S.R. (Table 3).

## О ДВИЖЕНИИ ВОДЫ И РАЗВИТИИ МИКРОРЕЛЬЕФА В ГРЯДОВО-ОЗЕРКОВОМ КОМПЛЕКСЕ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ

Л. Метс

Возникновение на болотах грядово-мочажинного микроландшафта со специфическим микро рельефом объясняется по-разному. Из них самой мотивированной и самой новой является приведенная К. Е. Ивановым (1957) гипотеза возникновения на болотах грядово-мочажинного микро рельефа, в которой образование гряд и мочажин, а также ориентация их объясняется фильтрацией болотных вод вниз по склону верховых болот и распределением при этом питательных веществ.

Можно полагать, что причины образования грядово-мочажинного комплекса: уклон болота, фильтрационный поток и распределение питательных веществ сохраняются и после перехода указанного комплекса в грядово-озерковый, т. е. при появлении озерков на месте бывших мочажин.

Однако в грядово-озерковом комплексе имеются участки, где вышеизложенные условия не выполнены. Так, вокруг островков и полуостровков, расположенных в озерках, отсутствует уклон воды и, следовательно, отсутствует и фильтрационный поток по уклону массива. Из-за этого рост указанных элементов микро рельефа не объясняется фильтрацией воды по уклону массива и переносом при этом питательных веществ.

Следовательно, в изменяющихся островках и полуостровках, расположенных в озерках, должно иметь место некоторое иное движение воды и перенос питательных веществ.

Известно, что во время дождя уровень воды в деятельном слое болота поднимается в среднем в пять раз больше, чем поднимался уровень воды в озерке. Причиной такого неровного подъема уровня является большое количество капиллярной и внутриклеточной влаги в деятельном слое выше уровня воды.

Испарением изменяется уровень в озерках и в островках в противоположном направлении. В островках понижается уровень больше, чем в озерках.

Вследствие такого неровного подъема уровня появляется местный уклон воды в деятельном слое островков или полуостровков и вместе с тем — фильтрационный поток. Во время дождя и после дождя направление потока с островка в озерко, а во время испарения воды — с озерка в островок. На рисунке 1 схематически показано влияние дождя и испарения на уровень болотных вод и появление фильтрационного потока.

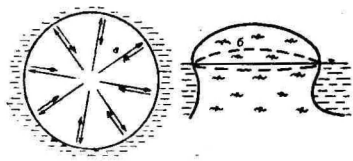


Рис. 1. Влияние дождя и испарения на уровень болотных вод и появление фильтрационного потока.

1 — план; 2 — разрез; а — линия стекания; б — измененный уровень воды.

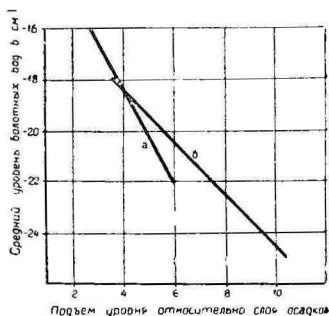


Рис. 2. Связи между средним уровнем воды и подъемом уровня относительно слоя выпадающих осадков в островке (а) и в гряде (б).

Приведенное явление рассматривал К. Е. Иванов (1974) при изучении озерно-болотных систем Западной Сибири.

Для исследования фильтрационных потоков воды, не связанных с уклоном болотного массива, были в 1974 году на БС Тоома проведены наблюдения. Изучался уровенный режим в озерке, островке и в гряде. Регистрация уровня болотных вод производилась облегченными самописцами, а осадков — стандартным самописцем дождя. Самописец уровней воды сконструирован в 1971 году на БС Тоома, имеет недельный ход, масштаб записи 1:1, он находится в деревянной трубе скважины.

Результаты проведенных наблюдений подтвердили вышеизложенное. Уровень воды поднимался во время дождя в островке в 3—6 раз, а в гряде в 4—10 раз больше слоя осадков или подъема уровня в озерке. На рисунке 2 приведены связи между средним уровнем воды в деятельном слое и подъемом уровня относительно слоя выпадающих осадков в островке и в гряде.

При этом использовался не коэффициент водоотдачи (отношение слоя осадков к подъему уровня), а его обратная величина, что дает выпрямленную кривую связи.

На рисунке 3 приведены ходы уровней во время дождя от 9 авг. 1974 г. в озерке, островке и гряде. Понижение уровня после дождя в островке и в гряде обусловлено фильтрацией воды из деятельного слоя островка и гряды в озерко. Более интенсивный подъем и менее интенсивный спад уровня в гряде относительно тех же явлений в островке обусловлены разницей в размерах между островком и грядой и направлениями фильтра-

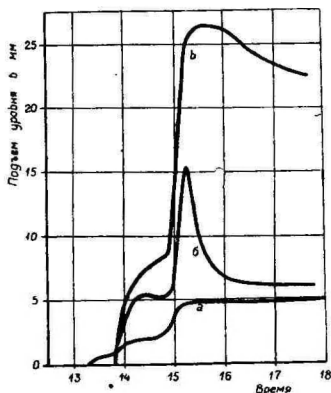


Рис. 3. Ходы уровней во время дождя в озерке (а), островке (б) и в гряде (в).

ционных потоков. В островке диаметром 4,5 метра фильтрационный поток расходящийся (рис. 1), а в гряде шириной 14 метров фильтрационные потоки параллельные. Из-за этого фильтрация с островка происходит быстрее и подъем уровня меньше чем в гряде.

Понижение уровня во время испарения зарегистрировано, но разница между уровнями в островке, гряде и озерке не зафиксирована. По-видимому, фильтрационный поток во время испарения с озерка в островок или в гряду происходит непрерывно и остается незаметным.

Следовательно, на верховых болотах помимо фильтрационного потока воды по направлению общего уклона массива имеет действительно место и другой вид фильтрационного потока воды, независимый от общего уклона массива. Этот фильтрационный поток, названный в дальнейшем изложении местным потоком воды, появляется под влиянием жидких осадков с островка в озерко (а при испарении наоборот) и является единственным видом фильтрационного движения воды в островках среди озерков.

Однако можно предполагать, что местный фильтрационный поток воды имеет место не только в островках, а вообще между повышенными и пониженными элементами микрорельефа болот.

Местный фильтрационный поток воды ритмичный и с ним со-

проводяется обогащение деятельного слоя растворенным кислородом от осадков и от воды в озерах.

В настоящее время является возможным определение растворенного кислорода в полевых условиях. В Тартуском государственном университете сконструирован прибор УТ-6803 под названием «Электрохимический анализатор растворенного кислорода», который позволяет непосредственно, без взятия проб воды определить концентрацию растворенного кислорода в воде в озерах и в деятельном слое болота. Для определения нужен датчик прибора погрузить в орос или в озеро, определить выдаваемый им ток и температуру среды для введения поправки.

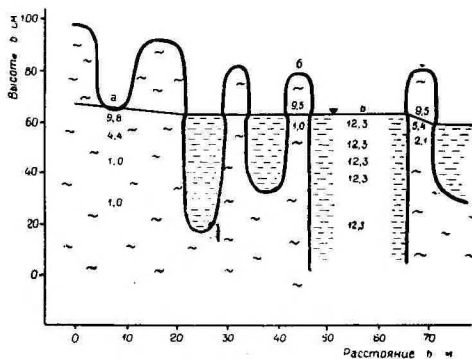


Рис. 4. Результаты определения концентрации растворенного кислорода в воде в деятельном слое мочажины (а), гряды (г), островке (б) и в озерке (в), 23. 10. 74 г.

На рисунке 4 приведены результаты определения концентрации растворенного кислорода в воде в деятельном слое мочажины, гряды, островка и в озерке при температуре от 5 до 8°, 23 окт. 1974 г. в миллиграммах на литр среды.

Выяснилось, что концентрация растворенного кислорода в озерках на всю глубину (до 2 м) соответствует концентрации насыщения воды кислородом воздуха при данной температуре (7,3° — 12,3 мг/л) и только в донном иле озерка резко падает. Деятельный слой гряды и островка выше уровня воды содержат кислорода меньше (9,5 мг/л), чем насыщенная вода при данной температуре (7,3° — 11,7 мг/л). Ниже уровня болотных вод самая большая концентрация растворенного кислорода в мочажине и то лишь в поверхностном слое в 10 см.

Видимо, появление растворенного кислорода в гряде ниже уровня воды обусловлено фильтрационным потоком вод по уклону массива через гряды, а появление кислорода выше уровня

воды в гряде и островке объясняется местным потоком воды. Растворенный кислород в мочажине может быть доставлен как общим фильтрационным потоком вод по уклону массива, так и местным потоком воды, оба они имеют в мочажине место. Величина местного фильтрационного потока воды может быть вычислена, если знать причины появления его и площадь озерков и гряд. В таблице 1 приведены компоненты водного баланса для грядово-озеркового комплекса на наблюдаемом участке для гидрологического года и для вегетационного периода.

Таблица 1

Компоненты водного баланса для грядово-озеркового комплекса.  
Средние за период наблюдений 1964—1974 г. в мм.

Водосбор или часть его	Периоды и компоненты водного баланса					
	Год (XII—XI)			Лето (V—X)		
	Осадки	Испарение	Сток	Осадки	Испарение	Сток
Грядово-озерковый комплекс	700	460	240	430	400	60
Гряда или островок	700	410	(290)	430	350	(110)
Озерко	700	610	(90)	430	550	(—90)

Примечание: приведенные в скобках данные не измерены, а определены по водному балансу.

Вычисление местного потока воды проведено при следующих условиях: 1) так как нас интересует рост островков, то местный поток рассчитан по данным вегетационного периода, с мая по октябрь; 2) для расчета выбран частный случай, когда половина общей площади грядово-озеркового комплекса занята озерками; 3) не учтено испарение с поверхности микроландшафта после дождя во время местного потока воды с островка в течение часа, испарение за это время неизвестно и, по-видимому, незначительно; 4) уровень воды в островке поднимается из-за дождя в среднем в 4 раза больше слоя осадков или подъема уровня воды в озерке.

Местным потоком воды с островка не вытекает весь слой осадков за вегетационный период, т. е. 430 мм, а меньше, поскольку и уровень в озерке поднимается во время дождя и после дождя из-за местного потока воды в озерко. Таким образом,

средний слой стока воды местным потоком ( $\bar{m}_1$ ) за вегетационный период с островка можно выразить через слой осадков ( $h$ )

$$\bar{m}_1 = h - \frac{h}{4} - \frac{3h}{16} = 236 \text{ мм.}$$

Местный поток с озера в островок во время испарения подсчитан при условии испарения с островка и озера (приведенные в таблице 1). В результате получен средний слой стока воды в островок за вегетационный период

$$\bar{m}_2 = 160 \text{ мм.}$$

Следовательно, суммарный слой стока местным потоком, средний за вегетационный период, составляет 396 мм, т. е. почти 400 мм.

Полученный средний слой стока местным потоком воды превышает средний слой стока по уклону болотного массива в 6—7 раз. Однако, ввиду того, что местный поток воды происходит на органических площадях, в островках и грядах, проточность местного потока чрезвычайно малая.

По К. Е. Иванову (1957) средняя проточность для круглых массивов ( $\bar{q}$ ) равняется:

$$\bar{q} = \frac{\bar{p} \cdot r}{2} \left[ \frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \right], \quad (1)$$

где  $\bar{p}$  — средняя интенсивность прихода влаги на единицу площади болота (осадки за вычетом испарения),  $r$  — радиус болотного массива или участка.

Так как среднюю интенсивность прихода влаги на единицу площади ( $\bar{p}$ ) можно подсчитать по среднему слою стока, а радиус ( $r$ ) островка и грядово-озеркового комплекса известен, можно по формуле (1) получить и средние величины проточности ( $\bar{q}$ ) для обоих случаев.

Полученная величина средней проточности для островка радиуса 2 м составляет  $2,5 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \right)$  и обусловлена местным потоком воды во время вегетационного периода, а величина средней проточности для грядово-озеркового комплекса радиусом 500 м составляет в том же периоде  $95 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \right)$  и, как уже сказано, обусловлена фильтрационным потоком воды по склону болотного массива.

Таким образом, средняя проточность за вегетационный период в островке радиусом 2 м в 38 раз меньше, чем средняя проточность в гряде того же участка грядово-озеркового комплекса, расположенного на 0,5 км от эпицентра болота.

Хотя местный поток воды по величине незначительный, он безусловно имеет значение в комплексных микроландшафтах,



где в повышенных элементах микрорельефа основной поток воды по уклону массива расположен глубоко в деятельном слое и его влияние на развитие растений незначительное. Однако в настоящей статье не затрагивается проблема совместного действия обоих потоков воды как недостаточно изученная.

Основным поводом изучения местного потока являлось развитие полуостровов и островков в озерах грядово-озеркового комплекса, где отсутствует общий уклон воды болотного массива и вследствие этого поток воды по склону массива.

В последнее время, в 1974 году, в развитом грядово-озерковом комплексе болотного массива Мянникярве (в болотной системе Эндла) обнаружены гряды, в которых отсутствует уклон

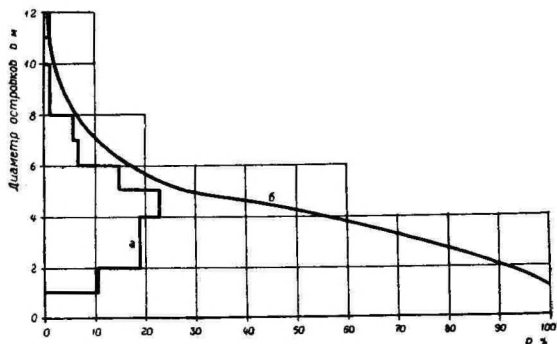


Рис. 5. Эмпирическое распределение диаметров островков; график относительных частот (а) и график относительных накопленных частот (б).

воды. Озера выше и ниже такого гряда соединены не фильтрационным потоком, а турбулентным потоком внутризалежных водотоков. Развитие таких гряд, в том числе и их растительности, обусловлено только местным потоком воды.

Ниже и рассматривается влияние местного потока на развитие гряд, полуостровов и островков в грядово-озерковом комплексе на вышеупомянутом болотном массиве.

Наблюдениями подтверждено, что островки в большинстве случаев по очертанию круглые. Промер диаметров 76 островков показал, что средний диаметр их 4,2 метра, самый большой островок был диаметром в 11,1 метра, а самые мелкие — диаметром в 1,3 метра. На рисунке 5 приведено эмпирическое распределение диаметров островков: график относительных частот и график относительных накопленных частот. Из последнего видно, что островки по диаметру распределены умеренно асимметрично. Большие островки (один диаметром в 11—12 м и другой 9—10 м) — явно исключения. Самое большое число островков

(22,4%) имеет диаметр от 4 до 5 м. В диапазоне от 2 до 4 метров (36,8%) наблюдается, видимо, некоторая стабилизация в развитии островков. Вероятно, островки указанных диаметров имеют благоприятный гидрологический режим для вегетации мхов на островках. Островки диаметром меньше 2 м, вероятно, не стабильны. Островки диаметром меньше 1,3 м не встречались. В статье рассматриваются только те островки, которые твердо связаны с дном. Кроме того, есть еще плавучие острова и островки из плуцицы, которые не рассматриваются.

Островки в озерах являются остатками бывших гряд. Гряды являются запрудами на пути потока болотных вод вниз по уклону болотного массива. Однако некоторые из таких гряд утрачивают это свойство. Уровни воды ниже и выше расположенных озерков соединяются по неизвестной причине. Исчезает уклон между озерами в гряде и вместе с ним фильтрационный поток через гряду. Сначала в таких грядах ничего не изменяется. Постепенно они становятся полуостровками, а потом островками в озерах.

Из вышесказанного следует, что диаметр островков не превышает ширину гряд. Однако диаметр самых маленьких островков меньше ширины самых узких гряд. Это свидетельствует о постепенном уменьшении диаметра островков. Как уже было сказано, образование и развитие островков связано только с местным потоком воды. При этом предполагается, что закономерности фильтрационного течения, выявленные К. Е. Ивановым (1957) для болотных массивов и микроландшафтов, действительно и для гряд и островков, которые могут быть в данном случае рассмотрены как самостоятельные формы с самостоятельным водным режимом.

Выше уже приведена формула (1) для проточности в круглых островках при радиально расходящемся потоке. Для цилиндрической формы массивов и островков при параллельных между собой линиях стекания, проточность ( $\bar{q}$ ) имеет соотношение:

$$\bar{q} = \bar{p}x, \quad (2)$$

где  $x$  — расстояние от водораздельной линии на болотном массиве или на островках до края, т. е. равняется половине ширины полуостровка.

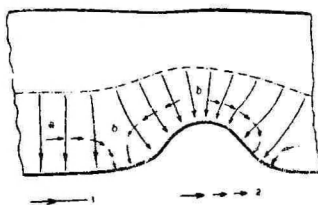
Для несимметрических в плане массивов и островков, где водораздельная линия кривая и береговая линия островка вогнутая (т. е. со сходящимися линиями стекания), проточность имеет соотношение:

$$\bar{q} = p \cdot ax, \quad (3)$$

где  $a$  — является фактором, показывающим степень схождения линий потока. При этом  $x > 1$ .

Рассмотрим теперь распределение линий стекания и величин проточности в частях случайной гряды, расположенной в озерке (рис. 6). На гряде намечены три участка *a*, *b*, *в* с различными величинами проточностей. В участке *в* проточность самая большая (соотношение 3), так как линии стекания сходятся. В участке *a* проточность меньше, чем в районе *в*, линии стекания параллельные (соотношение 2). В третьем районе *б* проточность самая маленькая (соотношение 1), в два раза меньше, чем в участке *a*; линии стекания расходятся.

Рис. 6. Распределение линий стекания воды и величин проточности в частях случайной гряды, расположенной в озерке. *a*, *б* и *в* — выделенные участки; 1 — линии стекания местного потока; 2 — перераспределенные линии местного потока.



Предполагая, что пропускная способность деятельного слоя гряды по всем трем участкам одинаковая, ясно, что вода, поднимаясь из-за дождя, лучше всего может вытекать из участка *б*, где береговая линия, принятая за контур вытекания, самая длинная и из-за чего проточность самая маленькая. В участках *a* и *в* фильтрационный сток с гряды в озерок затрудненный, так как береговая линия короче и проточность больше. Следовательно, в участках *a* и *в* возникает подпор и вследствие чего часть воды вытекает через участок *б*. Линии стекания при этом перераспределяются, и по участку *б* вытекает больше воды вместе с растворенным в воде кислородом и питательными веществами. Выясняется, что участок *б* имеет лучшие условия для питания растений, по сравнению с соседними участками.

В течение длительного развития на участке *в* вогнутость береговой линии углубляется и часть гряды отделяется. На участке *a* сперва появляется вогнутая береговая линия, а позже отделяется закругленный островок на участке *б*.

Кроме местного потока воды, формирующегося в результате дождя с островка в озерок в период преобладания испарения, местный поток воды направлен с озерка в островок. При последнем преимущество имеет участок *б*, через который вытекает самое большое количество воды вместе с растворенным кислородом и питательными веществами.

Так можно объяснить появление в озерках круглых островков; данная форма является, по-видимому, самой благоприятной.

В настоящем исследовании сделана попытка выяснить неболь-

шую деталь в длительном и сложном развитии микроландшафтов верховых болот. Возможно, что такой же подход применим и при разьяснении развития некоторых других форм болотного микрорельефа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов К. Е. Основы гидрологии болот лесной зоны и расчеты водного режима болотных массивов. Л., 1957, 500 с.
2. Иванов К. Е. Озерно-болотные системы и их устойчивость при преобразовании избыточно увлажненных территорий. — «Уч. зап. Ленинградского гос. ун-та», 1974, № 376, серия географических наук, вып. 23, с. 5—81.

### ABOUT THE MOVEMENT OF WATER AND DEVELOPMENT OF THE MICRORELIEF IN A BOG POOL COMPLEX

L. Mets

#### Summary

According to K. Ivanov the development of a bog hollow complex is due to heterogeneous filtration of water and plant nutrients through the active layer of a marginal slope. So far the further development of a bog hollow complex into a bog pool complex has received little attention.

The author of the present work has tried to explain the development of peat islets in a bog pool.

It appears that besides the filterable flow of precipitation through the marginal slope there is still the local movement of water in the active layer not connected with the tilt of the marginal slope. The local movement of water can be explained by a variety of effects caused by precipitation on the level of water in a bog pool, peat islet and hummock. In consequence of rainfall the water level in a bog islet rises about four times and in a hummock about six times more than that of a pool. Hereby, the local flow of water arises from the evening out of different water levels. Though the local flows of water is tens of times smaller than transflow through a marginal slope, it is the only mode to make water move in a peat islet and at the same time give the latter a round shape.

# ОБ ЭМПИРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЭНТРОПИЯМИ ПО ДАННЫМ СРЕДНИХ МЕСЯЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР В г. ТАРТУ

Х. Мюрк

## Введение

Вследствие постоянной изменчивости многих макропроцессов, формирующих погоду и климат, средние месячные температуры можно рассматривать как случайные величины. Как известно, в теории вероятностей мерой неопределенности состояния некоторой физической системы является энтропия  $H$ , которая вычисляется по формуле К. Шеннона (Вентцель, 1962; Пугачев, 1968; Шамбадаль, 1967; Яглом А., Яглом И., 1973)

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где  $p_i$  ( $i=1, 2, 3 \dots n$ ) — вероятность того, что случайная величина принимает некоторое конкретное значение  $x_i$  (реализация случайной величины  $X$ );  $n$  — количество всех реализаций.

В термодинамике энтропией  $S$  (по Клаузиусу) называется некоторая функция термодинамического состояния, приращение которой равно приведенному количеству теплоты при изотермическом процессе. Как показал Л. Больцман, между энтропией и термодинамической вероятностью  $W$  существует связь, выражаемая формулой Больцмана

$$S = k \ln W, \quad (2)$$

где  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \left( \frac{\text{дж}}{\text{дег}} \right)$  — постоянная Больцмана.

Учитывая значение термодинамической вероятности (которая равна числу всевозможных микрораспределений частиц по координатам и скоростям, соответствующим данному термоди-

намическому макросостоянию), последнюю можно интерпретировать как меру неопределенности (хаотичности, беспорядочности). Таким образом, можно сказать, что статистическая энтропия  $H$  характеризуется степенью неопределенности системы (в рассматриваемом случае образует систему средних месячных температур) на макроскопическом, а термодинамическая энтропия  $S$  — на микроскопическом уровне.

При этом сам собой возникает вопрос: существует ли некоторая связь между этими неопределенностями (т. е. между статистическими и термодинамическими энтропиями) и, если такая связь действительно существует, то какой вид она имеет?

Целью настоящей статьи является исследование эмпирической связи между статистическими и термодинамическими энтропиями по данным средних месячных температур в городе Тарту за период 1866 до 1950 гг.

### 1. Численные значения некоторых термодинамических характеристик атмосферы в г. Тарту

Известно, что удельная термодинамическая энтропия (для единицы массы) связана с потенциальной температурой  $\Theta$  по формуле

$$S = c_p \ln \Theta + \text{const}, \quad (1.1)$$

где  $c_p = 10004,8 \left( \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{дег}} \right)$  — удельная теплоемкость при постоянном давлении для влажного воздуха,  $\Theta$  — потенциальная температура.

Под  $\Theta$  понимают температуру, которую принимает воздушная масса при ее сухоадиабатическом перемещении с исходного уровня, на котором давление равно  $p$ , на уровень, где давление  $p_0 = 1000$  мб (стандартное давление).

Используя уравнение Пуассона

$$\frac{T}{T_0} = \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{R}{c_p}} \quad (1.2)$$

и учитывая определение потенциальной температуры ( $\Theta = T_0$  при  $p_0 = 1000$  мб), получаем для вычисления потенциальной температуры формулу

$$\Theta = T \left( \frac{1000}{p} \right)^{\frac{R}{c_p}}, \quad (1.3)$$

где  $R$  — удельная постоянная воздуха,  
 $c_p$  — удельная теплоемкость при постоянном давлении.

Для сухого воздуха отношение  $\frac{R_d}{c_{pd}} = 0,2871$ . Нетрудно показать, что для влажного воздуха отношение

$$\frac{R}{c_p} = \frac{R_d}{c_{pd}} (1 - 0,3s), \quad (1.4)$$

где  $s = 0,622 \frac{e}{p - 0,378e}$  — удельная влажность ( $e$  — упругость водяного пара).

В условиях нашего климата удельная влажность  $s$  изменяется от 0,002 до 0,010. В соответствии с этим отношение  $\frac{R}{c_p} = 0,2869$

(зимой) меняется до  $\frac{R}{c_p} = 0,2862$  (летом); среднее значение при-

ближенно  $\frac{R}{c_p} = 0,2865$ .

Если давление воздуха мало отличается от стандартного ( $p_0 = 1000$  мб), то можно пользоваться для вычисления потенциальной температуры  $\Theta$  приближенной формулой

$$\Theta = T - 0,08\Delta p, \quad (1.4)$$

где  $\Delta p = p - 1000$ .

Что касается постоянной в формуле (1.1), то она зависит от условий, при которых энтропия  $S = 0$ . В метеорологии условно принимается  $S = 0$  при абсолютной температуре  $T = 100^\circ\text{K}$  и давлении  $p_0 = 1000$  мб (т. е. при потенциальной температуре  $\Theta = 100^\circ\text{K}$ ).

В этом случае удельная энтропия

$$S^* = c_p \ln \frac{\Theta}{100}. \quad (1.5)$$

Если просто взять постоянную равной нулю и подставить это значение в формулу (1.1), получим

$$S = c_p \ln \Theta. \quad (1.6)$$

Для удобства вычисления целесообразно перейти от натуральных логарифмов к десятичным и, учитывая, что для средне-влажного воздуха  $c_p = 1004,8$  (дж/кг·град), получим для вычисления энтропии (в единицах СИ) следующие прикладные формулы

$$S^* = 2314 \log \frac{\Theta}{100} \quad (1.7)$$

или (при условии  $\Theta = 1^\circ\text{K}$ ,  $S = 0$ )

$$S = 2314 \log \Theta. \quad (1,8)$$

Кроме молекулярной, потенциальной температуры и энтропии  $S$  термодинамическое состояние идеального газа характеризуют и другие физические величины, например энтальпия

$$\mathcal{E} = c_p T \quad (1,9)$$

и внутренняя энергия

$$U = c_v T \quad (1,10)$$

( $c_v = 717,6$  (дж/кг·град) — удельная теплоемкость при постоянном объеме).

В таблице 1 даны средние численные значения (в единицах СИ) этих основных термодинамических характеристик атмосферы по месяцам и их изменения относительно соседних месяцев в городе Тарту за период с 1866—1950 гг.

Эти данные показывают:

1) термодинамическая энтропия достигает максимального значения летом, минимального — зимой, причем большие изменения ( $\Delta S > 20$ ) наблюдаются весной и осенью, малые — зимой.

2) как уже следует из формул (1,9) и (1,10), годовой ход энтальпии и внутренней энергии прямо пропорционален абсолютной температуре, причем максимальные изменения этих характеристик происходят весной и осенью, а минимальные — зимой.

Таблица 1

Термодинамические характеристики (в единицах СИ) атмосферы в Тарту за период 1866—1950 гг.

	$t_k$	$\Theta_k$	$S$	$S^*$	$\mathcal{E}$	$U$	$\Delta S$	$\Delta \mathcal{E}$	$\Delta U$
I	-6,61	266,14	5611,0	983,6	267819	191269	0,2	31	22
II	-6,58	266,24	5611,2	983,8	267850	191291			
III	-3,01	269,88	5625,3	997,9	271437	193852	14,1	3587	2561
IV	3,68	276,54	5649,4	1022,0	278159	198653	24,1	6722	4801
V	10,36	283,13	5673,2	1045,8	284871	203447	23,8	6712	4794
VI	14,87	287,80	5689,7	1062,2	289402	206683	16,5	4531	3236
VII	17,25	290,30	5698,2	1070,8	291794	208391	8,5	2392	1708
VIII	15,53	288,53	5692,2	1064,8	290066	207157	-6,0	-1728	-1234
IX	10,84	283,67	5675,1	1047,6	285353	203791	-17,1	-4713	-3366
X	5,05	277,84	5654,3	1026,8	279535	199636	-20,8	-5818	-4155
XI	-0,09	272,77	5635,8	1008,3	274371	195948	-18,5	-5164	-3688
XII	-4,47	268,42	5619,6	992,1	269970	192805	-16,2	-4401	-3143
							-8,6	-2151	-1536

## 2. Статистические энтропии средних месячных температур

Статистические (Шеннонские) энтропии средних месячных температур вычислены по прикладной формуле

$$H(t_k) = -3,322 \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (2.1)$$

где  $t_k$  — средняя температура  $k$ -того месяца ( $k$  — порядковый номер месяца),

$n$  — число интервалов температуры  $t_k$  в данном ( $k$ -том) месяце за период с 1866—1950 гг.,

$p_i$  — статистическая вероятность того, что  $t_k$  попадает в данный интервал с номером  $i$  и множитель 3,322 — модуль перевода бинарных логарифмов в десятичные ( $\log_2 10 = 3,322$ ).

При вычислении  $H(t_k)$  по интервалам возникает вопрос о группировке средних месячных температур. Как известно, число интервалов, на которые следует разбить статистический материал, не должно быть слишком большим или слишком маленьким. Практика показывает, что рационально выбрать число

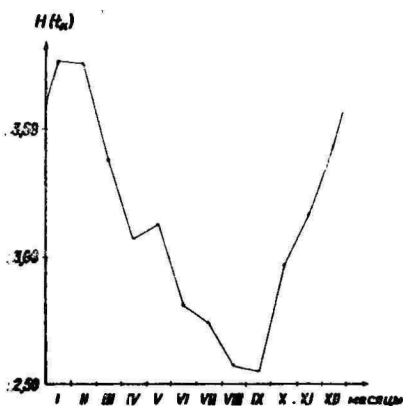


Рис. 1. Годовой ход статистической энтропии средних месячных температур в городе Тарту.

интервалов 10—20. В данном случае это требование удовлетворяется, если выбрать ширину интервалов  $\Delta t_k = 1^\circ$ , т. е. один интервал включает все те значения  $t_k$ , которые начинаются одним и тем же целым числом.

Из рисунка 1, на котором приведен годовой ход  $H(t_k)$ , видно, что зимой значения  $H(t_k)$  максимальные, летом минимальные. Так как статистическая энтропия отражает степень неопределенности распределения реализации случайных величин, то неоп-

ределенность средних месячных температур зимой больше, чем летом.

Как показывают вычисления, между статистическими энтропиями  $H(t_k)$  и средними месячными температурами  $t_k$  имеет место сильная коррелятивная связь (рис. 2): коэффициент кор-

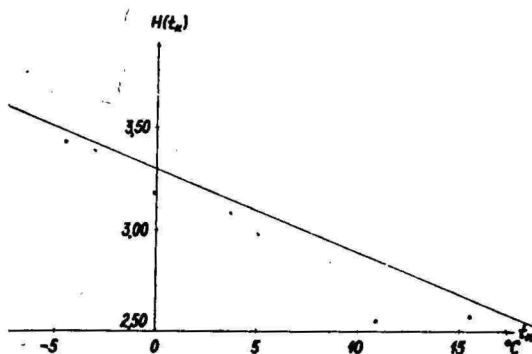


Рис. 2. Зависимость между статистической энтропией  $H(t_k)$  и средними месячными температурами  $t_k$ .

реляции между ними  $r = -0,91$  и линейное уравнение регрессии имеет вид:

$$H(t_k) = 3,30 - 0,043t_k. \quad (2.2)$$

Отклонение значения  $H(t_k)$ , вычисленное по формулам (2.1) и (2.2), достигает максимально 0,3 бит, а среднее абсолютное

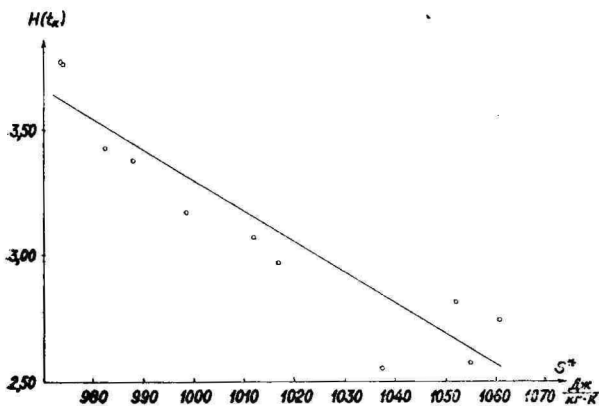


Рис. 3. Зависимость между статистической и термодинамической энтропией.

отклонение составляет 0,15 бит, т. е. около 5% от среднего значения  $H(t_k)$ .

### 3. Об эмпирической связи между термодинамическими и статистическими энтропиями

На первый взгляд кажется, что между термодинамическими и статистическими энтропиями нет ничего общего и поэтому говорить о связи между ними не имеет смысла. Однако развитие теории информации показывает, что это не так — по теоретическим соображениям термодинамическая энтропия и количество информации связаны между собой (Шамбадаль, 1967). Каков конкретный вид этой связи — об этом не говорится даже в монографии французского ученого П. Шамбадаля (1967).

По данным средних месячных температур (за период с 1866—1950) термодинамическая и статистическая энтропия взаимосвязаны очень сильно: коэффициент корреляции между ними  $r = -0,95$ , т. е. связь почти функциональная. Соответствующее уравнение регрессии имеет вид:

$$H(t_k) = 15,57 - 0,012S^*, \quad (3.1)$$

если  $S^*$  вычислена по формуле (1.5).  
или

$$H(t_k) = 71,79 - 0,012S, \quad (3.2)$$

если  $S$  вычислена по формуле (1.6).

Из этих формул нетрудно получить соотношение

$$\Delta H(t_k) = -0,012\Delta S, \quad (3.3)$$

т. е. изменение статистической энтропии  $H(t_k)$  пропорционально изменению термодинамической энтропии  $S$  с обратным знаком. Так как термодинамическая энтропия является мерой неопределенности на молекулярном уровне, а статистическая энтропия — мерой неопределенности на макроскопическом уровне (средние месячные температуры  $t_k$  образуются макроскопическими атмосферными процессами), то эмпирической формуле (3.3) можно дать следующую интересную интерпретацию: возрастание неопределенности на микроскопическом уровне приводит к уменьшению неопределенности на макроскопическом уровне, причем эти изменения пропорциональны друг другу.

Наконец подчеркнем, что все вышеуказанные рассуждения действительны не только для средних месячных температур в городе Таргу, а также в других местах (напр., в Мюнхене, Якутске, Мурманске, Антарктике), где климатические условия

весьма отличаются от климата Эстонии. Как показывают вычисления, в этих местах значения коэффициентов корреляции между термодинамическими и статистическими энтропиями колеблются от  $-0,60$  до  $-0,96$ . Вероятно, эмпирическая связь между  $H(t_k)$  и  $S$  имеет глобальный характер.

## Выводы

Основные результаты работы следующие:

1. Термодинамическая энтропия  $S$ , вычисленная по месячным температурам, максимальная — летом, минимальная — зимой, причем большие изменения весной и осенью, минимальные в январе (табл. 1).

2. Статистическая энтропия  $H(t_k)$  зависит от средних месячных температур  $t_k$ : коэффициент корреляции между  $H(t_k)$  и  $t_k$  равен  $-0,91$ . Вычисленные по уравнению (2.2) значения отличаются от действительных значений  $H(t_k)$  в среднем на 0,15 бит.

3. По данным средних месячных температур за период с 1866—1950 гг. в городе Тарту, статистическая энтропия  $H(t_k)$  зависит почти функционально (коэффициент корреляции  $r = -0,95$ ) от термодинамической энтропии (по формуле (3.1) или (3.2)) и изменение статистической энтропии пропорционально изменению термодинамической энтропии с обратным знаком (форм. 3.3). Вероятно, эмпирическая связь между термодинамическими и статистическими энтропиями имеет глобальный характер.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., Физматгиз, 1962, 564 с.
2. Пугачев В. С. Введение в теорию вероятностей. М., «Наука», 1968, 368 с.
3. Тверской П. Н. Курс метеорологии (Физика атмосферы). Л., Гидрометеиздат, 1962, 700 с.
4. Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропии. М., «Наука», 1967, 278 с.
5. Яглом А. М., Яглом И. М. Вероятность и информация. М., «Наука», 1973, 511 с.

# ON THE EMPIRICAL RELATIONSHIP BETWEEN THERMODYNAMIC AND STATISTICAL ENTROPY (ON THE BASIS OF MONTHLY MEAN VALUES OF TEMPERATURES IN TARTU)

H. Mürk

## Summary

An attempt is made in the paper to investigate the correlation between thermodynamic and statistic (Shannon) entropy on the basis of the monthly mean values of the temperatures obtained from the records of the Tartu Meteorological Observatory in the years 1866—1950.

The first section (Table 1) presents annual variations in thermodynamic characteristics (temperature  $t_k$ , potential temperature  $\Theta_k$ , entropy  $S$ , enthalpy  $\mathfrak{E}$  and internal energy  $U$ ) about the field of atmospheric temperature in Tartu.

The second section presents the values of statistic entropy  $H(T_k)$  on the monthly mean values of temperatures  $t_k$ . Fig. 1 gives the annual variation of  $H(t_k)$  depends strongly on  $t_k$  (Fig. 2).

The empirical equation relating  $H(t_k)$  to  $t_k$  is given by Formula (2.2).

The correlation between statistical entropy  $H(t_k)$  and thermodynamic entropy  $S$  is very close (Fig. 3), the coefficient of correlation  $r = -0,95$ . Entropies  $H(t_k)$  and  $S$  are related by a linear regression equation [(3.1) or (3.2) or (3.3)].

Formula (3.3) can be interpreted statistically in the following way: on increase in the irregularity ( $\Delta S$ ) of the molecular level corresponds to a decrease in the irregularity [ $\Delta H(t_k)$ ] of the level of the macroprocesses determining the monthly mean values of temperatures (in our climatic conditions above all cyclonic activity).

## КОМПЛЕКСНАЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДЫ ДЛЯ ЭТОЙ ЦЕЛИ

(на примере Вырусского района Эстонской ССР)

И. Арольд

Максимальное удовлетворение потребностей общества с одновременным решением вопросов целесообразного использования природы требует планомерной пространственной организации всех видов человеческой деятельности, конкретным выражением которой является комплексная территориальная (районная) планировка. Понятие «комплексная территориальная планировка» более точное, чем «районная планировка», так как данный вид планировки может быть применен и для относительно небольших территорий, например, для зоны отдыха или национального или природного парка. Соответствующим государственным документом (СН 446-72) по районной планировке ее задачи формируются следующим образом: «...задачей районной планировки является наиболее рациональное решение территориально-хозяйственного устройства проектируемого района, формирования его архитектурно-планировочной структуры и функционального зонирования в целях обеспечения оптимальных условий для развития производства, градостроительства, сохранения и улучшения природной среды, сохранения памятников материальной культуры при условии эффективного и комплексного использования естественных, экономических и трудовых ресурсов». Такие же цели поставлены и видными исследователями районной планировки (Богорад, 1965; Перцик, 1971). Инструкцией определяется содержание схем и проектов районной планировки, а также предусматриваются материалы, составляемые в ходе планировки; однако в ней почти не говорится о научно-исследовательских работах, необходимых для комплексной территориальной планировки, в том числе по изучению природы. Но в условиях унификации содержания выходных материалов планировки, очевидно, необходима и разработка единой схемы предпланировоч-

ных исследований. Ввиду того, что за последний период, после разработки в 1967—1969 гг. схемы комплексной территориальной планировки республики в Эстонской ССР главным объектом планировок стали административные районы (ведущий институт — «Эстгипросельстрой»), наше внимание сосредоточено на проблемах исследования природы для комплексных территориальных планировок на уровне административного района, причем особое внимание уделялось разработке необходимого для планировок набора карт. Образец предлагаемой схемы исследований приводится на примере Вырусского района Эстонской ССР, на территории которого можно выделить большое количество разнообразных ландшафтных единиц. Так как в период составления этой работы не имелось ландшафтоведческих исследований, которые, по нашему убеждению, должны быть естественной основой прикладных разработок при комплексной территориальной планировке по какому-либо из административных районов республики, нами выработана методическая схема исследования и дана ландшафтная характеристика исследуемого Вырусского района. Ландшафтная карта составлена на уровне подтипов местностей.

Для наиболее разносторонней характеристики природных условий, с точки зрения их пространственной дифференциации, разработан набор исходных карт, используемых в качестве основы планировки; основная часть этих карт составлена автором для Вырусского района (табл. 1).

При рассмотрении общих вопросов основное внимание обращается на предпланировочное функциональное расчленение территории и ландшафтную планировку как стадии планировки, которые особенно тесно связаны с физико-географическими (ландшафтными) исследованиями. С целью создания основы решения проблем ландшафтной планировки автором разработана оригинальная методика составления крупномасштабных прикладных ландшафтных карт; такие карты по Вырусскому району составлены автором для окрестностей г. Выру и ландшафтных заказников.

Комплексная территориальная планировка — это этап планирования, следующий за общим отраслевым планированием народного хозяйства, при котором должен быть осуществлен синтез отраслевого народнохозяйственного планирования на территориальной основе (Nõmmik, 1969).

При планировке административного района и постановке исследований для этой цели необходимо учитывать, что до этого разработана схема комплексной территориальной планировки республики (области), в которой уже зафиксированы многие конкретные частные задачи по данному району. В основе постановки конкретных задач по району лежат исследования естест-

венных ресурсов, которые по некоторым видам ресурсов, в особенности по полезным ископаемым, произведены уже для разработки республиканской схемы с такой детальностью, что дополнительных исследований запасов ресурсов на уровне планировки района не требуется. Правда, следует уточнить пути решения проблем, возникающих при эксплуатации месторождений, чтобы, например, избежать излишнего изъятия плодородных земель из сельскохозяйственного пользования и обеспечить охрану среды.

Однако по некоторым видам ресурсов, являющихся основой решения более общих задач, необходимо, если не существенно уточнять общий запас ресурсов, то во всяком случае давать точную картину их распределения (лес, некоторые стройматериалы), чтобы определить местонахождение сырья и возможные зоны производства.

Исследования, направленные на удовлетворение потребностей мероприятий, предусмотренных республиканской схемой планировки, на уточнение их территориального распространения и решение проблем, возникающих при их реализации, заслуживают, конечно, особого внимания и проводить их необходимо в первую очередь. Но ошибочно было бы это делать за счет общего исследования территории района. Последнее необходимо как для обоснованного решения проблем разработки схемы комплексной территориальной планировки самого района, так и для возможного внесения уточнений в республиканскую схему.

Всестороннее исследование природных условий и естественных ресурсов необходимо также потому, что в ходе планировок следует рассматривать несколько вариантов использования природных ресурсов, отличающихся друг от друга по интенсивности и по объемам их использования.

Некоторые различия как в отношении очередности исследовательских работ, так и по тому вниманию, которое обращается на отдельные проблемы, зависят от производственного профиля района. Но зачастую наибольшего объема исследования требуют не традиционные, ведущие отрасли народного хозяйства, так как по ним отраслевые планы развития хорошо разработаны. В ЭССР, например, такой отраслью является сельское хозяйство. В подобной обстановке большего внимания требуют именно новые виды использования земель — отведение земель под заповедники и под территории, предназначенные для рекреации.

Участие географов в предпланировочных исследованиях, а также в некоторых стадиях планировки становится все более значительным. При этом следует отметить, что нередко планировочные проблемы трудно отнести к физической или к экономической географии, поскольку они тесно переплетаются в прикладных географических разработках.

**Исходный набор карт для комплексной территориальной планировки  
административного района (в условиях Эстонской ССР)**

Название карты или схемы	Рекомен- дуемые масштабы	Планировочная информация
1	2	3
1. Орографическая карта	1 : 50 000	Орографическое расчленение территории, общие уклоны земной поверхности (эрозионоопасность, предпосылки к строительству дорог, водных сооружений и т. д.)
2. Геоморфологическая карта	1 : 50 000	Характер форм рельефа и четвертичных отложений, их разнообразие, эрозионоопасность грунтов, предпосылки к естественному дренажу, наличие полезных ископаемых, ограничение для строительства
3. Схема внутренних вод	1 : 100 000	Водотоки, расходы воды в них; озера, их гидробиологические типы; чистота водоемов, размещение очистных сооружений, границы водосборов; утопьяемые земли, размещение водохранилищ
4. Почвенная карта	1 : 50 000	Почти вся информация для сельскохозяйственной деятельности; для строительства — качество земли и т. д.; для мелиорации — переувлажненные и эрозионоопасные земли, степень их заболоченности
5. Карта лесов	1 : 50 000	Леса и болота, видовой состав лесов, форма лесных массивов, границы зеленого пояса
6. Карта численности дичи	1 : 100 000	Численность важнейших видов охотничьей дичи, ареалы их распространения по охотничьим районам; запретные для охоты территории
7. Карта землепользования	1 : 50 000	Дороги, наиболее крупные водоемы. Границы землепользований (сельских хозяйств, прочих землепользователей), зеленого пояса, заказников и т. д.; разделение угодий территории, распределение окультуренных земель; местонахождение центров хозяйств, поселений, карьеров, шахт, промышленных узлов, зон отдыха, садоводческих кооперативов, газопроводов, высоковольтных линий и т. д.

1	2	3
8. Ландшафтная карта	1 : 50 000	Различные генетические типы местностей как ландшафтных единиц, образовавшихся на территории известных морфогенетических типов рельефа; имеющие приблизительно одинаковые качества и предпосылки к использованию, а также при использовании, требующие применения почти одинаковых мероприятий; местонахождение полезных ископаемых.
9. Схема перспективной мелиорации	1 : 50 000	Распределение и объем осушенных и поливных земель, распределение перспективных, осушаемых в I, II и III очередь, подлежащих дождеванию земель и полей; зарегулированность водотоков; магистральные каналы, водохранилища, лесные массивы, фермы; перспективные внутрихозяйственные дороги.
10. Схема перспективного землеустройства	1 : 50 000	Перспективное землепользование, угодья, фермы, поселения, линии коммуникаций и т. д.
11. Схема комплексной оценки территории или	1 : 50 000	Элементы территории с комплексной оценкой их по степени благоприятности для того или иного вида использования по сумме природных, санитарных, экономических и планировочных факторов. Месторождения полезных ископаемых, зоны затопления болота, участки распространения вредных выбросов и шума промышленных и энергетических предприятий, участки неблагоприятных геологических явлений (карст, эрозия, оползни и т. п.) и другие факторы, влияющие на ограничение градостроительного и хозяйственного освоения территорий и характеризующие природно-климатические, инженерно-строительные и планировочные условия района.
Схема функционального зонирования (предпланировочная)	1 : 50 000	Местонахождение функциональных зон (главные виды землепользования: сельское и лесное хозяйство, организация отдыха, промышленность, шахты, охрана природы, поселения, неиспользуемые земли) и рекомендации к изменению землепользования.
12. Прикладные ландшафтные карты (окрестностей городов, мест отдыха, заказников или существенно преобразуемых ландшафтов)	1 : 10 000 или 1 : 25 000	Урочища или местности, современное землепользование (структура угодий), размещение промышленных предприятий, населенных пунктов, мест отдыха; качество леса (главные и второстепенные, виды древостоя, возраст, бонитет); качество и мелиорированность окультуренных земель; размещение заказников и памятников культуры и пр.

Ареной планировок служит земная поверхность. В одних условиях она является непременным условием, в других, например в растениеводстве — непосредственным ресурсом, средством производства. При планировке землю следует рассматривать также как территорию, как известную часть земной поверхности, характеризующую площадь, природными свойствами, местонахождением и видом хозяйственного использования.

При исследовании территории в целях планировки главное значение имеют следующие моменты:

- а) нынешнее использование земель;
- б) площадь или численность определенного типа природного объекта и значение его как ресурса;
- в) оценка возможностей использования ресурсов территории;
- г) состояние восстановления и охраны природных ресурсов;
- д) необходимость изменения некоторых объектов с целью повышения продуктивности или предотвращения ущерба для соседней территории (водного режима, микроклимата), степень нынешнего изменения природы и факторы лимитирующего изменения.

В предпланировочном исследовании характеристику природных ресурсов и условий следует давать в таком плане, чтобы она позволяла использовать данные исследований для решения ряда вопросов, т. е. дается возможно более широкая характеристика качеств территории.

Исследование природы для планировок следует проводить, с одной стороны, по отдельным компонентам, так как они имеют относительную самостоятельность и важны в хозяйственной деятельности каждый в отдельности (четвертичная толща осадков, почвенный и растительный покровы и др.), являясь ресурсами для той или иной отрасли производства. Но, с другой стороны, при планировании природа должна быть рассмотрена как целостная, комплексная система, с учетом взаимосвязи всех ее компонентов; в целях планировки природа должна рассматриваться по геокомплексам, т. е. по концепциям ландшафтоведения. Геокомплексы как природные системы создают определенные, специфические для данного типа ландшафта предпосылки к использованию его человеком и требуют применения определенных мероприятий при использовании, в частности в аспекте ландшафтной архитектуры и ухода за ландшафтом. При этом за основу должно быть принято общеландшафтное исследование, на которое опираются последующие прикладные разработки.

Как в схеме комплексной территориальной планировки, так и в изложении результатов исследования природы для ее разработки самое существенное значение имеет карта как наилучшая форма представления пространственных отношений и закономер-

ностей. Выбирается масштаб карт, позволяющий охарактеризовать компоненты и ландшафты с такой подробностью, которой требуются решаемые проблемы планировки; при более простых заданиях используются карты более мелкого масштаба. В связи с изложенным, программа физико-географических исследований по изучению административного района в целях комплексной территориальной планировки представлена нами в самой сжатой форме в виде перечня карт с указанием желательного масштаба и изложения их содержания (табл. 1).

Поскольку не вся информация, требуемая при планировке, может быть передана на картах, часть данных приводится в текстовой части характеристики территории. Эту часть можно рассматривать как расширенную легенду к карте. В ней отражаются важные для планировки качества компонентов ландшафта, динамика природных процессов, а также мероприятия по охране природы, принципиальные рекомендации по использованию территории и т. д. Текстовая часть дополняется таблицами, рисунками и картограммами.

Для различных видов пользования природы важны те или иные свойства ландшафтов либо их составных частей, т. к. они оказывают различное влияние на использование или на выбор местонахождения сооружений. По опыту, полученному в ландшафтоведческих исследованиях в целях комплексной территориальной планировки, нами составлены таблицы, показывающие зависимость видов использования от качеств компонентов ландшафта, а также возможности различных типов местностей для удовлетворения определенных требований по использованию (табл. 2). Материал, изложенный в таблицах, имеет большее значение в стадии исследований — помогает определить необходимость в данных о различных сторонах природы. Для планировщиков таблицы дают информацию о потребности данных о природе для решения различных планировочных проблем.

**Функциональное зонирование** как этап разработки схемы комплексной территориальной планировки представляет для географии особый интерес, так как здесь происходит переход от исследования территории к непосредственной планировке, при этом к такой ее форме, в которой география играет немаловажную роль. Суть функционального зонирования — принимать решение о будущем использовании отдельных частей (зон) района.

При разработке схем планировки мы имеем дело с составлением двух различных, неравноценных схем функционального зонирования, которые представляют собой два последовательных этапа работы. Первый из них является, по существу, предпланировочным и осуществляется географами, второй представляет планировочное функциональное зонирование, которое производится обычно архитекторами.

Предпланировочное функциональное зонирование должно отражать современное использование территории, рациональность данного вида использования, а также предпосылки к использованию ее в других социально-экономических целях, отличающихся от нынешних, если они диктуются нуждами общества (Arold, Raik, 1972).

Предпланировочное функциональное зонирование должно рассматриваться как заключительная стадия предпланировочного исследования территории, имеющая рекомендательное значение для последующей планировки. При зонировании учитывается вся информация, накопленная в ходе изучения природных условий. Особое значение при этом имеет ландшафтная карта территории. Для решения вопроса о целесообразности использования земель на будущее, необходимо проводить всестороннюю сравнительную оценку всевозможных аспектов землепользования, оценку природных условий и ресурсов территории, причем для решения некоторых проблем следует доходить до экономической оценки.

Если в предпланировочном функциональном зонировании расчленение территории представляется по предпосылкам к использованию, т. е. оно имеет характер рекомендации, то в планировочном функциональном расчленении территория делится на зоны с определенными видами землепользования. В первом случае для определенного вида пользования может быть предложено несколько мест, а в планировочном функциональном зонировании из них выбирается наиболее подходящее.

При решении вопросов использования земель следует иметь в виду отношение между природными предпосылками и социальным заказом. Решающее слово при определении вида использования какой-либо конкретной территории отводится социальному заказу, однако выбор может быть удачным лишь в случае, если учитываются рамки природных возможностей.

При предпланировочном функциональном зонировании можно рекомендовать изменения в видах использования земель, прежде всего, в следующих случаях:

- 1) если оно (изменение) вызвано необходимостью сохранить в определенном состоянии некоторые ландшафтные компоненты (растительный покров, гидрографическую сеть, животный мир) или какой-нибудь из геокомплексов в целом, для чего необходимо изменить нынешнее использование земель;
- 2) если необходимость в изменении использования земель убедительно доказана научными исследованиями (например, трансформация малоплодородных сельскохозяйственных земель в землю под лес);
- 3) если на использование земель в целях, отличающихся от

Природные предпосылки к использованию местностей  
для некоторых планировочных целей

Основное использование местностей	Подтипы местностей *																				
	Волнисто-холмистый (мор.-холмистый)	Мелкохолмистый (мор.-холмистый)	Мелкохолмистый (камово-холмистый)	Среднехолмистый (камово-холмистый)	Мелкогрядовый (озовый грядовый)	Мелкохолмистый (кам. холм. с мор. чехлом)	Среднехолмистый (кам. холм. с мор. чехлом)	Крупнохолмистый (кам. холм. с мор. чехлом)	Бугристый (дюнный гряд.)	Волнистый равнинный (моренно-равнинный)	Холмисто-волнистый рав- нинный (моренно-равн.)	Плоско-равнинный (лимногляц. равнинный)	Бугристо-равнинный (лимногляц. равнинный)	Наклоно-равнинный (зандровый)	Плоско-равнинный (зандровый)	Террасово-равнинный (аллювиальный равнинный)	Низинный (болотный равнинный)	Переходный (болотный равнинный)	Верховой (болотный равнинный)	Корытообразный (эрозонный долинный)	
Полеводство	++	+				+	+	+		+++	++	++	++			++	++				
Скотоводство	+++	++	+	+		++	++	++		+++	+++	+++	+++	+		+++	++	+		+	
Лесоводство	+++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++	++	+	++	++	+	+	++	++
Охото-хозяйство	+	++	++	++	++	+++	+++	+++	+	+	+	++	++	+++	+	++	++	++		++	
Строительство зданий	++	++	+++	++	+	++	+	+	++	++	+	+	++	+++	++	+				+	
Строительство дорог	+		++	+	+	++	+		+	++	++	+	++	++	++	+					
Рекреация	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+		+			++	++	+				++	
Водохозяйство	++	+++	+	+	+	++	++	+		+	++	+	++		++	++	++	+	+	+++	++

Предпосылки к использованию: +++ очень хорошие; ++ хорошие; + удовлетворительные.

\* в скобках показан тип местности

нынешних, уже в предпланировочной стадии работ поступил социальный заказ.

Особое положение занимает рекреация. В связи с возрастающей урбанизацией все острее возникает потребность в подходящих для отдыха территориях, поэтому на схемах зонирования следует указать все пригодные для рекреации земли. Аналогично положение с месторождениями полезных ископаемых. Как правило, перспективы использования полезных ископаемых фиксируются на продолжительный период времени; а если это не сделано, то при зонировании следует выделить территорию для эксплуатации данного месторождения. Исходя из приведенного, при функциональном зонировании территории в первую очередь следует выявить территории следующих видов пользования: перспективные заповедные территории, перспективные рекреационные земли, месторождения полезных ископаемых с территорией для их добычи.

Зонирование как процесс по своему характеру представляет известное обобщение. Выделение территориальных единиц состоит обычно не в определении ареалов сплошного распространения какого-то вида пользования природы; единицы зонирования характеризуются преобладанием определенного типа вида пользования природы, его господством или значительным наличием. Кроме основного вида пользования природы, следует выделить также соиспользование и подчиненное пользование. При отнесении территории к той или другой зоне исходят из удельного веса участков земли того или иного вида пользования, либо из влияния их на другие виды пользования. Функция охраны природы территории указывается во всех случаях, если это позволяет масштаб карты.

При указании возможности организации отдыха как одного из особых непронизводительных видов использования территории следует подчеркнуть, что рекреационная территория не ограничивается непосредственно самой зоной отдыха (т. е. территорией, занятой отдыхающими); организация отдыха как вид использования территории особенно чувствительна к видам пользования соседних территорий, поэтому в зоны отдыха следует включить в виде буферных зон и соседние участки. Рекреация как вид использования территории не требует такого высокого процента использования земель данного вида, как, например, сельскохозяйственные или лесохозяйственные земли.

На схеме функционального зонирования административного района в условиях Эстонской ССР целесообразно выделять следующие функции: расселение, сельское хозяйство, промышленность, горная промышленность, лесное хозяйство, рыбоводство, рекреация и охрана природы (Kildema, 1966; Arold, Raik, 1972). При меньшей территории и на крупномасштабных картах можно указывать большее число видов использования.

Следующий этап после функционального зонирования — ландшафтная планировка. О месте ландшафтной планировки в комплексной территориальной планировке дает представление рис. 1.



Рис. 1. Место ландшафтной планировки в планировочной деятельности.

Выше рассматривались виды исследования, которые охватывают сплошь всю территорию района планировки. Однако, кроме того, в рамках планировки района по некоторым географическим объектам и ареалам следует проводить и более детальные специальные исследования. Основу для этого могут составить, например, схема планировки республики, предварительная концепция развития района или проблемы, возникшие в ходе планировки района. В качестве подобных задач можно отметить

исследование болот для производства фрезерного торфа, изучение озер для интенсивного рыбоводства и т. д. Так как подобные задачи требуют исследования отдельных компонентов природы, в них принимают участие специалисты смежных наук и географы узких специальностей (в названных случаях — географ-гидролог). Аналогичные потребности возникают и в случае отдельных более ограниченных территорий в области детальных ландшафтных исследований в связи с проведением на них ландшафтной планировки.

**Ландшафтная планировка** — это этап комплексной территориальной планировки, который, учитывая намечаемое хозяйственное использование данной территории и создаваемые сооружения, ищет пути их оптимального размещения с учетом экологических требований и мероприятий по охране природы, объединяет отдельные проекты по данной территории (например, по землеустройству и мелиорации, генеральные планы поселения или промышленного комплекса, проект зоны отдыха и др.). Ландшафтная планировка предусматривает изменения в ландшафтах, обусловливаемые внедрением технико-экономических преобразований, и намечает мероприятия по уходу за ландшафтом и ландшафтной архитектуре, имея, между прочим, в виду возможность сохранения особенностей ландшафтов (Bauer, Wejnitschke, 1964; Eilart, 1964, 1967; Арольд, 1966, 1967; Agold, 1968). В итоге цель ландшафтной планировки сводится к созданию постоянно производительного, здорового и соответствующего эстетическим принципам ландшафта.

При планировке следует постоянно учитывать, что отдельные виды пользования природы оказывают влияние не только на территории, занятые непосредственно ими, но и на соседние территории — путем изменения микроклимата и качества воздуха (ядовитые газы, неприятный запах), использования и загрязнения вод, шума, уничтожения биотопов и ухудшения экосистем, снижения эстетичности (живописности) и т. д. Поэтому очень важным необходимо считать согласование разных частных проектов; одной из предпосылок этого является нанесение их на общую основу.

Задачи ландшафтной планировки могут и должны решаться «проектным планом», составляемым по потребностям инструкции районной планировки (СН 446-72). Во многих случаях изменению подлежат нынешнее землепользование и ландшафты только более густонаселенных площадей территорий, в случае эксплуатации новых мест полезных ископаемых, также в зонах отдыха, ландшафтных заказников и природных парках. В этом случае только для названных районов следует составить схему ландшафтной планировки, которая является аналогичной проектным планам.

В общем при всех этапах планировки должны учитываться

требования охраны среды (природы) и принципы ландшафтной архитектуры (рис. 1).

При внедрении в жизнь планировочных работ — проектных планов, т. е. при формировании культурных ландшафтов, образуются геокмплексы с измененными взаимоотношениями компонентов и новыми внешними обликами.

Формирование ландшафта должно происходить по принципу целесообразности, где сочетаются производительность, экономичность и эстетичность. В сельскохозяйственной и промышленной зонах эстетичность имеет подчиненное значение, а в зонах отдыха, парках и лесопарках она относится к числу основных функций. В общем при изменении ландшафтов принципы и мероприятия ландшафтной архитектуры используются так, чтобы не образовалось противоречия с основной функцией (производительностью) и чтобы они не приводили к искусственным украшениям.

Проектные планы (основные чертежи) должны опираться на крупномасштабные прикладные ландшафтные карты, позволяющие с необходимой детальностью показать качество природных факторов, влияющих на планировку.

**Прикладная ландшафтная карта.** В Эстонской ССР необходимость в составлении детальных исходных карт для территориальной планировки была вызвана возрастающим вниманием архитекторов к учету природы при разработке генеральных планов городов и пригородных зон, а также зон отдыха республики.

Методика составления соответствующей прикладной карты разработана автором в 1966—1967 гг. (Арольд, 1969).

К прикладной карте предъявлялись следующие требования:

1) показать границы территорий примерно с одинаковыми качествами и предпосылками к пользованию, а вместе с тем и близкими возможностями решения проблем планировок (в том числе принципов ландшафтно-архитектурного оформления);

2) отразить современное землепользование, расселение, дорожную сеть, важнейшие коммуникации и охраняемые объекты, и тем самым создать предпосылки для понимания взаимосвязей землепользователей;

3) дать представление о ценности сельскохозяйственных земель и качестве лесов как важнейших растительных сообществ;

4) дать основу для выяснения перспектив и наиболее целесообразных направлений расширения поселков, для оценки возможности проведения кратковременного отдыха, санитарно-гигиенических условий и возможностей их улучшения, а также для решения других вопросов.

При разработке методики составления карты была взята принципиальная ориентация на ландшафтную основу. Учитывалось, что проблемы практического использования природы в пре-

делах одной ландшафтной единицы в определенном приближении одинаковы.

Методически составление прикладной ландшафтной карты может происходить по-разному, придавая больше значения той или иной группе изображаемых явлений. По мнению автора, в условиях Эстонской ССР задачи исходной ландшафтно-планировочной карты выполняет такая аналитически-синтетическая ландшафтная карта, на которой изображены границы ландшафтных единиц; в этих границах показано нынешнее землепользование, а также свойства важнейших для планировки компонентов. Если на ландшафтных картах, составленных советскими географами, разные ландшафтные единицы различаются обычно окраской или штриховкой поверхности карты, то в данном случае тип или подтип ландшафтной единицы дается на ее контуре шифром. Благодаря этому поверхность карты остается свободной, и она используется для передачи конкретной информации (по землепользованию, расселению, гидрографической и дорожной сети, качеству лесов и т. д.), очень важной для практики.

Исходя из требований, предъявляемых к прикладной ландшафтной карте, в качестве отображаемой единицы природно-территориального комплекса была принята местность как закономерное сочетание урочищ, образовавшаяся на одном морфогенетическом типе рельефа. Практически местности выделяются, прежде всего, по доминирующим урочищам. В границах местности относительно одинаковый рельеф, четвертичные отложения, а качества других компонентов — почвенного и растительного покровов, внутренних вод и др. — варьируют в известных пределах. По данным исследований, автором в Эстонской ССР выделяется 16 основных типов местностей.

В качестве исходного материала при составлении прикладной ландшафтной карты использованы планы землепользования сельских хозяйств, а по территориям Гослесфонда — планы лесов. На прикладной ландшафтной карте вид использования земель передается цветовым фоном. На сельскохозяйственных землях цифрами обозначается бонитет земли в баллах, чтобы в случаях планировки других видов землепользования было ясно, какой ценности обрабатываемая земля выбывает из сферы создания растительной продукции.

Поскольку земля под лесом имеет в земельном фонде большое значение, а также потому, что леса очищают воздух, являются зоной отдыха и т. п., на прикладных ландшафтных картах по лесам приводятся необходимые данные для их характеристики: обозначаются главный и второстепенный виды древесных пород, роль отдельных видов в составе леса, бонитет, возраст, а также видовой состав подлеска. Для обозначения определенных свойств ландшафтных компонентов на прикладной ланд-

шафтной карте применяются в основном те же условные знаки, что и на топографических и специальных (геоботанических, почвенных и др.) картах, чтобы карта была более общепонятной.

Информация об отдельных компонентах ландшафта и современном использовании земель дает карте весьма большую нагрузку. Поэтому для передачи дополнительной информации нами разработано два варианта накладываемой на основную карту схемы, оформляемой на прозрачном материале (пленке).

Схема обобщенной характеристики природных условий, представляющая основу для сравнения и качественной оценки территории, отражает компоненты, имеющие первостепенное значение для планировки использования ландшафта: четвертичные отложения и рельеф, растительный покров (в особенности леса), увлажненность почвы. Растительный покров и водный режим обозначаются соответственно вертикальной и горизонтальной цветной штриховкой; в квадратах сети указываются четвертичные отложения и рельеф. Более благоприятные для рекреации условия изображаются при этом более интенсивными обозначениями.

Другую схему-пленку можно назвать схемой перспектив (схемой рекомендаций). На ней выделяются территории и объекты, перспективные с точки зрения конкретных форм рекреационной деятельности. Так, на схеме указывается, где можно устроить места купания, улучшить существующие пляжи или создать искусственные, построить трамплины, обозначаются территории, пригодные по экологическим и эстетическим свойствам для кемпингов, временных палаточных лагерей, проведения массовых мероприятий, планируемые учебные тропы природы и т. д. На схему перспектив наносятся все рекомендуемые для мелиорации и трансформации территории, например угодья, которые целесообразно отвести под лес; особо обозначаются объекты, проекты которых уже разработаны.

По каждой конкретной местности в приложении к карте в виде таблицы (заполняемой во время полевых работ на местности) даются тип и подтип местности, наиболее распространенные формы рельефа, разность высот, наиболее типичная осадочная толща, естественный водный режим, господствующие почвы (3 вида), баллы оценки окультуренных земель, степень ухода и рекомендуемые изменения в пользовании.

К каждой ландшафтной карте прилагается текстовая часть, в которой указываются предпосылки к использованию рассматриваемой территории и требования по уходу, а также информация, которая не изображена на карте и не дана в таблице, но существенна при планировке.

Прикладные ландшафтные карты составлялись прежде всего для окрестностей городов республики, при этом первая из них составлена автором для пригородной зоны г. Выру. Позже кар-

ты составлялись и для некоторых зон отдыха и заповедных территорий, в том числе для всех трех ландшафтных заказников Вырусского района.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арольд И. А. О природной основе районной планировки. — В кн.: Научное совещание по вопросам планировки сельскохозяйственных районов и сельских населенных мест. Резюме докладов. Таллин, 1966, с. 87—88.
2. Арольд И. А. О планировании сельскохозяйственного ландшафта. — В кн.: Природные факторы и ресурсы как основа комплексной территориальной планировки Эстонской ССР. Материалы научной конференции. Доклады. Тарту, 1967, с. 3—9.
3. Арольд И. А. О методике составления прикладной ландшафтной карты. — Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, вып. 237. Труды по географии VI. Тарту, 1969, с. 36—42.
4. Богорад Д. И. Конструктивная география района. М., 1965, 407 с.
5. Перцик Е. Н. Основы районной планировки. М., 1971, 190 с.
6. Arold, I. Maastikuhooldus Haanja kõrgustikul. — «Eesti Loodus», 1968, nr. 4, lk. 246—247.
7. Arold, I., Raik, A. Functional zonation of territory serving the requirements of regional planning. — Rmt.: Estonia. Geographical studies. Tallinn, 1972, lk. 97—102.
8. Bauer, L., Weinitschke, H. Landschaftspflege und Naturschutz. Jena 1964, 194 S.
9. Eilart, J. Puhkemaastikud, nende planeerimine ja kujundamine. — «Eesti Loodus», 1964, nr. 2, lk. 90—98 ja nr. 3, lk. 151—156.
10. Eilart, J. Floora ja vegetatsiooni kaitse. — Rmt.: Taimestiku ja loomastiku looduskaitsest. Tallinn, 1967, lk. 17—30.
11. Kildema, K. Maastiku kujundamise probleeme seoses melioratsiooniga. — Rmt.: Looduskaitse ja maastik. Tallinn, 1966, lk. 61—83.
12. Nõmmik, S. Kompleksne territoriaalne planeerimine teoorias ja rahvamajanduse praktikas. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1967/1968. Tallinn, 1969, lk. 138—151.

## REGIONAL PLANNING AND THE STUDY OF NATURE SERVING THE REQUIREMENTS OF REGIONAL PLANNING

I. Arold

### Summary

The paper is concerned with the fundamental study of natural conditions and resources serving the requirements of the regional planning of an administrative district in conditions obtaining in the Estonian S.S.R. In this study special attention has been paid to the elaboration of initial maps necessary for planning. A modal study scheme, worked out on the basis of the Võru District of the Estonian S.S.R., having a complicated landscape structure, is presented.

The study of an administrative district has to be carried out on the one hand according to the individual components of nature (such as surface rocks, soils, etc.), since they are relatively independent and important for the economic activity of man, serving as resources for individual branches of production. On the other hand, the characterisation of an administrative district has to be given from the point of view of landscape science according to natural-territorial complexes on the level of localities, since the consideration of the interrelations of natural components is a basis for the evaluation of the possibilities of utilizing a territory.

In the study of the general problems connected with methods, special attention has been paid to the functional zonation of a particular territory prior to planning and to the planning of the landscape as stages of regional planning.

## НАЧАЛЬНЫЙ МЕРИДИАН ДАГДЕНА И ЭЗЕЛЯ

Э. Вареп

Название города Гринвич, где в 1975 г. состоялась VI Международная конференция по истории картографии, стало всемирно известным благодаря начальному меридиану, по которому в настоящее время вычисляются географические долготы. Название Гринвич известно всем, кто в какой-то мере соприкасался с географическими картами.

Но это было не всегда так. Меридиан Гринвича как начальный меридиан получил международное признание менее ста лет назад. До этого географические долготы вычислялись по многим начальным меридианам. При их отборе, кроме практичности, имелись в виду и другие соображения. Важное значение при этом играл патриотизм, благодаря чему во многих странах стали использовать свои, национальные меридианы (Brown, 1949, с. 297—298).

Интересно отметить, что в XVIII веке в русской картографии некоторое время использовался меридиан Дагдена и Эзеля, который проходил через острова Эстонии Хийумаа (тогда Дагден, Даго) и Сааремаа (Эзель). Эстония была в то время самой западной частью Российской империи. Меридианом Дагдена и Эзеля стал пользоваться видный русский картограф Иван Кирилов, автор первого печатного атласа России. С его именем связана целая глава истории русской картографии. Данная работа рассматривает некоторые вопросы, связанные с этим периодом.

\*

\* \* \*

Развитие наук в России в начале XVIII века тесно связано с именем Петра I (Лебедев, 1950, с. 7—28). Во время его единовластного правления (1689—1725) проводились в жизнь обширные реформы, которыми пытались ликвидировать отсталость России. Во имя этой цели Петр I энергично осуществлял также разные мероприятия для развития наук. Особенно большое внимание уделял Петр I географии и картографии, в пользу которых

он убедился во время длительных путешествий по Западной Европе. По приказу Петра I в России проводились большие картографические работы, издавалась географическая литература, посылались экспедиции для поисков торгового пути через Среднюю Азию в Индию, для нахождения пролива между Азией и Северной Америкой и т. д. Многие исследования, начатые Петром I, как Большая Северная экспедиция на северное побережье Евразии, были закончены уже после его смерти.

В экспедициях и картографических работах Петр I использовал в основном офицеров, которые получили для этой работы необходимую подготовку в Математико-навигационной школе, открытой в 1701 году в Москве, в Сухаревской башне. В 1715 году названную школу реорганизовали в Морскую академию и перевели в Петербург. В школе был специальный класс для подготовки геодезистов, по современным понятиям — топографов. Этой работой руководил как в первом, так и в реорганизованном учебном заведении профессор математики шотландского происхождения А. Фарварсон, который по приглашению Петра I переселился в Россию в 1698 году. Из его воспитанников выросли многие известные мореплаватели и исследователи (Ф. Лужин, И. Евреинов, Ф. Соймонов и др.).

В 1724 году Петр I подписал постановление о создании Академии наук. Начавшая свою деятельность в 1725 году Академия наук стала основным центром географических исследований в России.

В 1700 году Петр I начал войну со Швецией, чтобы укрепиться на побережье Балтийского моря. Длительная война, которую вели на суше и на море, требовала точных карт для военных действий — нужны были также карты присоединенных к России новых провинций. До сих пор сохранились некоторые шведские карты Эстляндии и Лифляндии, которые попали во время военных действий к русским и были использованы ими. Сохранились и карты, составленные русскими топографами во время Северной войны, например карта окрестностей Нарвы 1700 года. На Балтийском флоте, созданном Петром I, в начале войны пользовались иностранными, в основном шведскими картами. Но уже во время войны начали по приказу Петра I картирование восточной части Балтийского моря. Изданный в 1714 году в Петербурге морской атлас содержал уже три оригинальные морские карты, составленные русскими гидрографами. На побережье Эстонии началось картирование в 1715 году. Особенно нужно отметить проведенное И. Л. Люберасом измерение южного побережья Финского залива, в результате которого к 1726 г. была составлена общая карта Финского залива и 12 специальных карт (Лебедев, 1950, с. 202).

Широко известна также съемка Каспийского моря, произведенная по приказу Петра I. Ф. Соймонов и К. Верден создали

новую карту Каспийского моря, на которой названное море впервые было обозначено правильными контурами. Петр I послал эту карту Парижской академии, за что был избран членом этой академии (Лебедев, 1950, с. 214—216).

Большим желанием Петра I было топографическое измерение всей России. Претворять в жизнь эту идею он смог начать только в 1720 году, когда к топографическим работам можно было привлечь достаточное количество выпускников Морской академии. Петром I соответствующий указ был подписан 9 декабря 1720 г. (Лебедев, 1950, с. 204). На основе этого указа в следующем году составили подробную инструкцию для проведения топографических работ. Задачей геодезистов (топографов) явилось составление карт провинций и уездов, а на их основе — общей карты России. Организация картографических работ была задачей Сената; туда должны были и геодезисты посылать законченные ими карты. Организатором картографических работ Петр I назначил служащего Сената Ивана Кирилова, который таким образом стал руководителем этого дела (Боднарский, 1947, с. 87—88).

Ранний период жизни Ивана Кириловича Кирилова, в общем, известен мало. Одним из первых исследовал его деятельность и опубликовал его биографию Л. Багров (Bagrow, 1937), данными которого и в настоящее время пользуется большинство справочников. По данным Багрова, Иван Кирилов родился в 1689 году в семье подъячего и учился с 1702 года в Московской Математико-навигационной школе. После окончания школы он был направлен в 1707 году в Англию для усовершенствования в мореплавании и картографии. Л. Багров предполагает, что Ивана Кирилова после возвращения в Россию направили на работу в Межевую контору, а затем некоторое время он работал подъячим в Ельце, маленьком городке южнее Москвы. Оттуда будто бы был в 1712 году призван в Москву, в Поместный приказ и позднее переведен в Сенат.

В 1964 году М. Г. Новлянская опубликовала монографическое исследование о И. К. Кирилове, которое основывается на изучении оригинальных документов (Новлянская, 1964). Она приходит к выводу, что для утверждения предположений Л. Багрова не хватает доказательного материала. Нельзя утверждать, что Иван Кирилов, который учился в Математико-навигационной школе, и известный картограф одно и то же лицо. Сын интересовавшего нас картографа и обер-секретаря Сената Ивана Кирилова нигде не отмечает, что его отец окончил названное учебное заведение. По его словам, отец происходил из духовенства, а не из семьи подъячего, как утверждает Л. Багров. По мнению М. Г. Новлянской, работавшего в Ельце подъячего Ивана Кирилова нельзя отождествлять с личностью автора первого печатного русского атласа: на основе архивных документов рабо-

тавший в Ельце подъячий был Иваном Акимовичем, а обер-секретарь Сената — Иваном Кириловичем Кириловым (Новлянская, 1964, с. 8—10). Учитывая то обстоятельство, что фамилия Кирилов в России весьма распространенная, вполне возможно, что и в рассматриваемый период речь шла о нескольких однофамильцах. Происхождение и ранний период жизни И. К. Кирилова в настоящее время еще спорны.

Достоверные данные о нем имеются только с 1712 года, когда И. К. Кирилов, по утверждению сына, поступил чиновником на работу в Сенат. В этом высшем правительственном органе Российской империи он прошел все ступени служебной лестницы начиная с подъячего, и, наконец, в 1727 году дослужился до обер-секретаря Сената. Начиная с названного года Кирилов принимает участие в работе Коммерческой комиссии Верховного тайного совета и выполняет другие государственные задания. Особую известность он приобрел как картограф и первый русский географ XVIII века.

Из географических работ И. К. Кирилова важнейшая законченная в 1727 году работа «Цветущее состояние Всероссийского государства» была напечатана впервые только в 1831 году (Новлянская, 1964, с. 19—34). Эту работу можно считать первым экономико-географическим исследованием России. При составлении ее Кирилов использовал имеющиеся в Сенате описания городов и другие данные, благодаря которым некоторые главы изложены довольно подробно. В исследовании описаны в числе других Ревельская и Рижская губернии; поэтому работа представляет серьезный интерес при изучении истории Эстонии.

По данным М. Г. Новлянской, И. К. Кирилов в 1726—1737 годы опубликовал или подготовил к печати 37 карт. Из них до сих пор сохранились (не считая корректурного экземпляра общей карты Российской империи) 26 печатных и 2 рукописные карты (Новлянская, 1964, с. 66 и 134—138). Его главной заслугой в области картографии является издание первого печатного сборника русских карт — «Атласа Всероссийской империи». Мысль об издании атласа возникла у Кирилова, вероятно, в 1726 году, когда в Сенате накопилось уже довольно много карт, составленных геодезистами. Издание атласа было поручено Академии наук. Кирилов послал туда первые печатные карты, где их должны были использовать для составления атласа. Но очень скоро (самое позднее в 1729 г.) Кирилов отказался от совместного издания атласа с Академией наук, и решил издать атлас самостоятельно. Вероятно, его не удовлетворял темп работы в Академии, и в то же время он боялся, что работающие в Академии иностранцы недостаточно основательно знают географию России (Новлянская, 1964, с. 84—85).

По плану И. К. Кирилова атлас должен был состоять из трех частей, в каждой по 120 карт (Лебедев, Есаков, 1971, с. 231).

Разрешение на издание атласа он получил в 1731 году, одновременно ему дали небольшое пособие для выполнения этого задания. В течение последующих лет ему удалось напечатать для атласа 26 карт, тогда же он приступил к составлению генеральной карты России на основе имеющихся материалов. Это было трудное задание, потому что в то время в России еще почти совсем не было астрономически определенных опорных пунктов. Академик И. Н. Делиль был приглашен в Россию, чтобы определить координаты важнейших пунктов России, необходимых для составления точных карт. Он посоветовал повременить с составлением генеральной карты России и изданием атласа до получения необходимых данных. И. К. Кирилов, имея в виду государственные нужды, считал, что лучше издать генеральную карту и атлас на основе имеющихся данных. Их можно было бы использовать до издания новых, более точных карт. На этой почве возникли разногласия между И. К. Кириловым и И. Н. Делилем, которые после издания первого тома атласа Кирилова в 1734 году еще более обострились.

Атлас Кирилова имеет довольно длинное заглавие на русском и латинском языках: «Атлас Всероссийской Империи, в котором все ее царства, губернии, провинции, уезды и границы... Длины зачало свое приемлют от первого меридиана, чрез острова Дагдан и Эзель...» Атлас этот является библиографической редкостью. Известны только три экземпляра, которые в какой-то степени отличаются по подбору карт. В литературе имеются ссылки еще на некоторые атласы Кирилова, но их местонахождение до сих пор неизвестно (Новлянская, 1964, с. 64—65).

У Кирилова есть также другие заслуги в истории географии России. Он принимал активное участие в подготовке экспедиций на Дальний Восток (Новлянская, 1964, с. 86—95). Притом он имел в виду не только разрешение научных вопросов, но и возможность присоединения новых земель в России и открытие морского пути в Японию, Китай и Индию. Особенно важна его роль в организации Большой Северной экспедиции (второй экспедиции Беринга). Это было для своего времени грандиозное мероприятие, которое охватило большие территории на побережьях Северного Ледовитого и Тихого океана и продолжалось еще после смерти Кирилова.

В 1734—1737 годы И. К. Кирилов руководил им самим организованной большой т. н. Оренбургской экспедицией (Новлянская, 1964, с. 96—118). Целью этой экспедиции было укрепить границы России в степях Казахстана, закрепить казахские и каракалпакские племена в русском подданстве, установить торговые связи со Средней Азией и Индией. По инициативе И. Кирилова на границе соорудили 20 укрепленных пунктов и основали в 1735 году на берегу реки Урал, в устье притока Орь,

город Оренбург. В то же время Кирилов уделял большое внимание географическому исследованию Башкирии. С его именем связано начало горной промышленности в Башкирии.

Трудные условия Оренбургской экспедиции подорвали здоровье Кирилова и в 1736 году он заболел туберкулезом. В начале следующего года состояние его здоровья резко ухудшилось. Он умер в г. Самаре 14—15 апреля 1737 года. На его место начальником Оренбургской экспедиции назначили другого видного государственного деятеля петровской эпохи, географа и историка В. Н. Татищева (Июфа, 1949, с. 45—46).

\*            \*  
\*            \*

И. К. Кирилов был великим патриотом, который в своей многообразной научной деятельности представлял прежде всего интересы России. Глубокий патриотизм проявляется и в его географических работах, особенно в его отношении к выбору начального меридиана. Как на общей карте России, так и в «Атласе Всероссийской империи» он выбрал начальным меридианом линию, проходящую через острова Западной Эстонии, точнее через Хийумаа (в то время Дагден, Даго) и Сааремаа (Эзель). Острова Западной Эстонии были в то время самой западной областью Российской империи (Курляндия входила еще в начале XVIII века в состав Польши, а Финляндия была частью королевства Швеции). Такой выбор начального меридиана позволил на территории Российской империи высчитать географические долготы начиная с западной границы государства в одном направлении, что практически было, несомненно, удобно.

Сохранилась запись академика И. Н. Делиля о том, что 13 февраля 1733 года И. К. Кирилов обратился к нему с просьбой проверить на напечатанной генеральной карте правильность географических координатов и дать совет о выборе начального меридиана (Даго или Эзель) (Гнучева, 1946, с. 33). И. К. Кирилов полагал, что колоссальная протяженность Российской империи с запада на восток дает право при исчислении долгот исходить не от меридиана Ферро или Гринвича, как это было принято в тот период на иностранных картах. Он предложил назначить для России свой начальный меридиан, считая подходящим меридиан, проходящий через город Аренсбург на Эзеле, нынешний г. Кингисепп. По сведениям Г. Ф. Миллера, этот вопрос обсуждался в Академии наук. Предложение И. К. Кирилова не нашло одобрения, потому что на названных островах не было астрономически определенных пунктов, вследствие чего невозможно было установить месторасположение других местностей России в отношении этих островов. Но Кирилов настоял на своем и

Российскую Генеральную карту напечатали так, как он предлагал.

Неизвестно, пытался ли Кирилов или кто-нибудь другой по его поручению точнее установить месторасположение Петербурга или какого-нибудь другого пункта в отношении островов Хийумаа и Сааремаа. Также неизвестно, как определилихождение начального меридиана по островам Хийумаа и Сааремаа. Исходными пунктами могли быть маяк Кылу (Дагерорт) на Хийумаа или город Аренсбург на Сааремаа. Выбор, видимо, пал на последний пункт, хотя на общей карте России начальный меридиан проходит по восточной части названных островов. И на карте Лифляндии, составленной Кириловым в 1732 г., географические долготы высчитаны по меридиану Дагдена и Эзеля (сами острова на карте не изображены).

Кроме И. К. Кирилова в XVIII веке меридианом Дагдена и Эзеля пользовались еще некоторые русские топографы. От названного меридиана высчитаны долготы, например, на картах Алексинского уезда (Тульской области), Алешнинского уезда (Брянской области) и Арзамасского уезда (Горьковской области) и, может быть, еще на некоторых других картах. Авторами названных карт являются геодезисты Г. Батурин, С. Орликов и И. Шехонской (Гнучева, 1946, прил. II, № 184, 186, 187 и 188). Но вообще, в начале XVIII века в русской картографии в выборе начального меридиана картина была очень пестрая. Чаще всего пользовались начальным меридианом Ферро, в единичных случаях, и начальным меридианом Гринвича. Географические долготы высчитывались еще исходя из многих других пунктов. Опираясь на данные В. Гнучевой (Гнучева, 1946, прил. II, с. 267—412), такими пунктами были следующие города: Астрахань, Воронеж, Иркутск, Казань, Москва, Нерчинск, Омск, Охотск, Пулково, Самара (теперь Куйбышев), Соликамск, Ставрополь, Тобольск, Тотма (Вологодской области), Уфа, Хлынов (теперь Киров) и Якутск. Это далеко не полный перечень, т. к. он охватывает только найденные в Библиотеке Академии наук СССР карты XVIII века.

После издания первого тома атласа И. К. Кирилова и назначения его начальником Оренбургской экспедиции руководящая роль русской картографии перешла в руки Академии наук. В 1745 году Академия наук издала «Атлас Российской империи», явившийся следующей важной вехой в истории русской картографии. Хотя это был шаг вперед по сравнению с атласом Кирилова, но и этот атлас был далеко не точный, потому что опирался на незначительное количество определений координат. От меридиана Дагдена и Эзеля, конечно, в этом атласе отказались, потому что не было определено точное географическое месторасположение этих островов.

Вполне понятно, что из-за многих недостатков «Атласа Рос-

сийской империи» вскоре встал вопрос о подготовке нового, более совершенного атласа. В связи с этим признали необходимым прежде всего произвести дополнительные астрономические определения местностей. Выполняя это задание, в 1750—1751 годах на острове Хийумаа работал первый русский астроном А. Д. Красильников, довольно точно определивший географическую широту и долготу маяка Кыпу (Дагерорт) (Шибанов, 1958, с. 39). А. Д. Красильников раньше работал на Камчатке, следовательно, лишь теперь были получены достоверные сведения о протяженности Российской империи с запада на восток (Греков, 1960, с. 366).

Вскоре после этого А. Н. Гришовым была определена и географическая долгота острова Сааремаа (Гнучева, 1940, с. 81—83). А. Н. Гришов, родившийся 29 сентября 1726 г. в Берлине, был хорошим астрономом своего времени. В 1750 году его пригласили в Петербургскую Академию наук, и он принял участие в подготовке нового издания «Атласа Российской империи». В 1752—1757 годы он находился в трех длительных экспедициях на острове Сааремаа, где занимался астрономическими наблюдениями и, вероятно, также картографическими работами. На Сааремаа А. Н. Гришов женился на Анне-Луизе Остен-Сакен и не особенно торопился с возвращением в Петербург. Сохранилось письмо, составленное М. В. Ломоносовым, в котором он решительно настаивает, чтобы Гришов вернулся с Сааремаа и по пути определил географические широты городов Пярну и Тарту. А. Н. Гришова обвиняли в том, что он на острове Сааремаа ничего не сделал. Это представляется не совсем обоснованным. По данным его измерений адъюнкта Академии И. Ф. Трускотт составил карту острова Сааремаа, которая была напечатана в 1770 году на латинском и русском языках (Vager, 1973).

Иван Фомич Трускотт (Трескотт), по происхождению англичанин или шотландец, родился в Петербурге и был студентом при Академии. В Академии он работал чертежником и адъюнктом географического департамента с 1737 года до своей смерти — 19 мая 1786 года, всего около 50 лет. И. Ф. Трускотт известен как великолепный картограф и очень трудолюбивый человек, составивший сотни карт различных областей России. Его заслугой в истории географии Эстонии является составление карты острова Сааремаа. Она прекрасно оформлена и содержит почти 400 названий (на ранее изданных картах отмечено около двадцати).

Меридиан Дагдена и Эзеля остался только случайным эпизодом в истории русской картографии. Точное картирование островов Западной Эстонии и вообще всей территории Эстонии началось значительно позже и по совсем другим причинам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарский М. С. Очерки по истории русского землеведения I. М., 1947, 292 с.
2. Гнучева В. Ф. Материалы для истории экспедиции Академии наук в XVIII и XIX веках. М.—Л., 1940, 302 с.
3. Гнучева В. Ф. Географический департамент Академии наук XVIII века. М.—Л., 1946, 447 с.
4. Греков В. И. Очерки из истории русских географических исследований в 1725—1765 гг. М., 1960, 426 с.
5. Иофа Л. Е. Современники Ломоносова И. К. Кирилов и В. Н. Татищев. Географы первой половины XVIII в. М., 1949, 93 с.
6. Лебедев Д. М. География в России петровского времени. М.—Л., 1950, 384 с.
7. Лебедев Д. М., Есаков В. А. Русские географические открытия и исследования с древних времен до 1917 года. М., 1971, 516 с.
8. Новлянская М. Г. Иван Кирилович Кирилов. Географ XVIII века. М.—Л., 1964, 143 с.
9. Шибанов Ф. Я. Пионер русской полевой астрономии А. Д. Красильников. — Уч. зап. Ленинградского гос. ун-та, № 226. Л., 1958, с. 21—74.
10. Bagrow, L. Ivan Kirilov, Compiler of the First Russian Atlas, 1689—1737. — *Imago Mundi* II. London, 1937, p. 78—82.
11. Brown, L. A. The Story of Maps. Boston, 1949, 397 p.
12. Varep, E. Maps of Estonia published by the Academy of Sciences of St. Petersburg in the 18th century. — In: Vth International Conference on the History of Cartography. Warsaw — Jadwisin, September 13—17, 1973, p. 51.

## THE PRIME MERIDIAN OF DAGÖ AND ÖSEL

E. Varep

### Summary

In their selection of a prime meridian cartographers have since ancient times been governed by a variety of motives. Alongside practical considerations patriotism has led many countries to choose their own prime meridians. International cooperation in this field has been achieved only during the last few centuries.

Ivan Kirilov (1689—1737), an official of the Senate, was an eminent figure in Russian cartography in the early 18th century. He was appointed by Peter I to supervise cartographical work in Russia. Kirilov spent many years compiling the "Atlas of the Russian Empire", a work planned in three volumes and comprising a total of 360 maps. Only the first fascicle of the atlas was published (1734). It consisted of a general map of the Russian Empire and fourteen special maps of various parts of the country.

On the general map of Russia Kirilov used a prime meridian that passed through the islands of Dagö (Dagden, Dagdan, now Hiiumaa Island) and Ösel (Saaremaa Island). The two islands constituted the westernmost part of the Russian Empire at that

time. This prime meridian provided a line of departure for the determination of geographical longitudes in an easterly direction throughout the Russian Empire. It was determined specifically as the meridian through the town of Arensburg (now Kingissepa), the westernmost town in the Empire.

The Dagö and Ösel (Arensburg) prime meridian was not, however, generally adopted in Russia. It was opposed by the St. Petersburg Academy of Sciences, in particular by Joseph Delisle, who pointed out that the geographical location of Arensburg with reference to other places had not been determined, and likewise that it was difficult to compute longitudes from Arensburg. Nevertheless, the meridian chosen by Kirilov was used by several Russian cartographers in the 18th century.

## РАЗРАБОТКА СОДЕРЖАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО АТЛАСА ЛЕСХОЗА

Л. Васильев

Лесное хозяйство имеет большое значение в развитии народного хозяйства. Если в недавнем прошлом основной задачей лесного хозяйства считалось обеспечение народного хозяйства сырьем в виде древесины как строительного материала и сырья для целлюлозно-бумажной промышленности, то в настоящее время все больше выдвигается на первый план задача сохранения и увеличения лесного фонда как основного фактора, с точки зрения охраны среды, увеличения биопродукции и создания условий для рекреации.

Для осуществления этих новых задач по комплексному использованию лесных ресурсов требуются новые формы более наглядного и емкого изображения информации о лесных богатствах и их использовании. С точки зрения повышения оперативности управления лесным хозяйством, наиболее содержательным и наглядным способом изображения информации является комплексное картографирование лесных ресурсов в виде комплексного атласа лесного хозяйства. Такой атлас наиболее целесообразно составлять на уровне лесхоза, где имеются кадры специалистов по лесным культурам, защите леса, охране природы, мелиорации, дорожному строительству и другим видам работ, которые планируют и проводят соответствующие мероприятия в лесничествах.

Формат и масштаб карт атласа лесхоза выбирается в зависимости от размеров лесхоза. В Эстонской ССР, где площадь лесхоза не превышает 80 тыс. га, для основных карт атласа можно принять масштаб 1 : 200 000. В таком масштабе хорошо обозревается сеть лесных кварталов и четко изображаются границы лесных массивов. Формат атласа в этом масштабе (35×45 см) удобен для хранения и работы за столом.

Атлас лесного хозяйства целесообразно построить в виде трех разделов: вводного, тематического и регионального. В вводном разделе приводится географическое положение лесхоза на карте

республики. На второй карте этого раздела даются границы и центры административных районов, сельсоветов, сельскохозяйственных предприятий и учреждений, с которыми лесхоз имеет деловые связи. Во втором, наиболее обширном разделе даются карты, изображающие характеристику лесного фонда, лесные культуры, рубки ухода, вывозку древесины, осушительные работы, дорожное строительство, охрану природы, строительные работы, экономические показатели работы лесничеств, кадры лесхоза и их деятельность. В третьем разделе даются схематические планы отдельных лесничеств с показом распределения лесного фонда по лесным породам, по запасам, по возрасту, по размерам обходов и др. показателям. Ниже приводится перечень карт, которые следует дать в атласе лесхоза.

### Список карт для атласа лесхоза

1. Географическое положение лесхоза.
2. Административное деление.
3. Лесной фонд.
4. Лесные культуры.
5. Рубки промежуточного пользования.
6. Рубки главного пользования.
7. Побочные пользования.
8. Промышленно-производственная база лесхоза.
9. Лесные дороги и транспорт.
10. Мелиорация.
11. Защита леса.
12. Охрана природы.
13. Строительство.
14. Лесохозяйственные расходы.
15. Схема руководства.
16. Кадры лесхоза.
17. Социалистическое соревнование.
18. Лесохозяйственная пропаганда.
- 19 и последующие: картосхемы лесничеств лесхоза.

Исходя из специфики лесного хозяйства можно применить некоторые особенно выразительные варианты изобразительных средств. Так, на картах промежуточного пользования можно изобразить способом картодиаграммы три совмещенные показателя — площадь лесосеки, запас на один га и общий выход древесины. Для этого можно общий запас вырубленной древесины изобразить в виде призмы в аксонометрической проекции, где основание показывает площадь лесосеки, высота призмы — средний запас на один га, а объем призмы — общий объем пользования в кубометрах. На карте побочных пользований можно

кроме ягод и грибов значковым способом показать питомники фруктовых деревьев, заготовку березового сока, сена и зерновых культур, сбор меда, плантации новогодних елок, разведение породистых лошадей и прудовое рыбоводство, которые приносят значительный доход, хотя и не представляют собой «даров леса». Изображение промышленной лесобазы необходимо для того, чтобы подчеркнуть стремление лесного хозяйства выдавать продукцию рубок ухода в виде пиломатериалов и изделий, а не в виде круглого леса. На карте лесных дорог можно совместить показ длины лесовозных дорог и площадь лесничества посредством знаков Варзара и получить среднюю дальность вывозки древесины в виде высоты прямоугольника. На карте мелиорации можно способом качественного фона показать осушенную площадь, площадь изысканий и проектирования, площадь перспективных осушений и площадь, не нуждающуюся в осушении. На карте защиты леса можно символическими значками показать места пожаров, очаги распространения вредителей, размещение средств огнетушения, а также расстояния и секторы видимости с противопожарных наблюдательных вышек.

Весьма насыщенной является карта охраны природы, на которой изображаются зеленые зоны городов, заповедники, заказники, парки, дендрарии, отдельные охраняемые объекты природы, а также охотничье хозяйство лесхоза.

Большое значение с точки зрения повышения сознательности и активности рабочих и служащих лесничеств имеет карта, изображающая коллективы, добившиеся больших успехов в социалистическом соревновании, и награждение работников лесного хозяйства почетными грамотами, нагрудными значками, почетными званиями, медалями и орденами за самоотверженный труд на своем посту.

Несомненный интерес представляет также карта лесной пропаганды, т. е. мероприятий, целью которых является популяризация среди населения идей, знаний и навыков по охране природы вообще, и в частности по искусственному возобновлению леса и уходу за лесонасаждениями, т. е. участие школьников и взрослых в мероприятиях «День леса», размеры и деятельность «школьных лесничеств», а также лекционную деятельность лесного персонала в школах, на сельскохозяйственных и промышленных предприятиях.

Атлас лесхоза дает всестороннее и наглядное представление о природных условиях и результатах деятельности лесной администрации в течение ряда лет. Он позволяет руководителям и специалистам лесхоза получить представление о размещении лесных ресурсов, о мерах ухода за ними и об эффективности этих усилий по повышению уровня лесного хозяйства, по многоцелевому и рациональному использованию лесных богатств. Атлас дает возможность более обоснованно производить планирование

деятельности лесхоза на перспективу. Наличие атласа облегчает ознакомление новых работников и молодых специалистов, приступающих к выполнению своих задач, с природными и экономическими условиями своей будущей деятельности. По этой причине нужно в первую очередь приступить к созданию атласов предлагаемого типа на учебные лесхозы, лесхозохозяйственные совхоз-техникумы и учебные лесничества.

Атлас лесхоза представляет собой систему оперативных карт лесного хозяйства, по которым руководство лесхоза может произвести оценку своей деятельности за последние годы и внести коррективы для более целеустремленного использования имеющихся ресурсов, производительных сил и мощностей. В этом смысле атлас лесного хозяйства является одним из средств научной организации труда инженерно-технических работников лесхоза и вышестоящих органов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вопросы тематического картографирования. Материалы к симпозиумам на 3-й Научно-техн. конференции по картографии, 30 янв. — 2 февр. 1968 г. (АН СССР, Сиб. отд., Ин-т географии Сибири и Дальн. Вост.) Иркутск, 1968.
2. Леонтьев Н. Ф. О географической стадии подготовки комплексных атласов. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», 1968, № 6, с. 105—110.
3. Салищев К. А. Основы картоведения. Общая часть, М., 1939.
4. Салищев К. А. Задачи картографии в СССР в свете решений XIX съезда КПСС. В сб.: Вопросы картографии, 1954, № 34, с. 3—14.

#### CONTENTS OF A FOREST DEPARTMENT ATLAS

L. Vassilyev

#### Summary

A forest department atlas is a system of operative maps representing the natural resources of a department, its production staff and the results of their work. The atlas is divided into three parts and contains up to 30 maps. The first map represents the geographical situation of the department; the second shows the district in connection with the boundaries and centres of administrative rayons, village soviets, forestries, state farms and collective farms. The third map demonstrates the forest species and the age classes. The second part of the atlas contains maps which show the results of forest economy. The third part exhibits the scheme-maps of all forestries. The scale of the whole district maps is 1:200,000, of the forestries maps — 1:50,000. The forest department atlas is useful for studies, operative management and planning.

## О СОДЕРЖАНИИ ТУРИСТСКОГО АТЛАСА ЭСТОНСКОЙ ССР

Л. Васильев

Постановление ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ВЦСПС «О дальнейшем развитии туризма и экскурсий в стране» от 30 мая 1969 г. послужило основой для увеличения выпуска, расширения тематики и более красочного оформления туристских карт и схем, издаваемых Главным управлением геодезии и картографии («Туристские карты...», 1972). За годы девятой пятилетки выпуск туристских схем увеличился более чем в три раза по сравнению с предыдущим периодом. Теперь ежегодно издается 10—11 миллионов экземпляров туристских карт (Кутузов, 1975).

Определенным достижением в выпуске справочной литературы по Эстонии явилось третье издание туристской схемы Эстонской ССР, опубликованное в 1971 г., которое выгодно отличается от двух предыдущих большей полнотой и тщательностью отбора туристских объектов. В составлении этой схемы принимали участие сотрудники кафедры физической географии Тартуского государственного университета. На ней изображено 205 наиболее известных туристских достопримечательностей, представляющих интерес для гостей, прибывающих в Эстонию из других братских республик. Схема переиздавалась без существенных изменений в 1972 и 1973 гг. и суммарный тираж трех выпусков достигает 200 000 экземпляров. В 1975 г. было опубликовано четвертое, незначительно измененное издание схемы, на которой показан 221 объект, и тираж которой составляет 92 тыс. экземпляров.

Однако общее количество туристских объектов и достопримечательностей Эстонской ССР, перечисленных в справочном издании «По ту и другую сторону от дороги», интересующих туристов, краеведов и участников движения «По следам боевой славы», достигает 3000, и изобразить их на одной схеме в масштабе 1 : 600 000 не представляется возможным. Для преодоления этого затруднения можно предложить две возможности: 1) составить набор тематических карт по отдельным видам туристских объектов; 2) выпустить комплексные схемы отдельных администра-

тивных или туристских районов в крупном масштабе. Составление серии тематических туристских схем по различным видам объектов представляет большой интерес для учреждений, занимающихся вопросами учета и охраны памятников природы, истории, архитектуры и т. п., а также для специалистов, заинтересованных в изучении одного определенного вида объектов, например древних фортификационных сооружений, парковых насаждений или мест боевой славы. Второй путь — издание крупномасштабных туристских схем, представляет интерес для широкого круга читателей — преподавателей, краеведов и самостоятельных туристов, однако выпуск их связан с большими трудностями. По этой причине более перспективным представляется издание набора тематических карт всей республики в виде комплексного туристского атласа, содержащего, кроме карт достопримечательностей, также сведения о природе, экономике и обслуживании населения республики.

Туристский атлас Эстонской ССР рекомендуется создать в масштабе 1 : 1 250 000. Рамки карты такого масштаба имеют размеры 32×25 см, а формат страницы атласа 35×28 см. По своему построению такой атлас может состоять из трех разделов: вводного, тематического и регионального. Ниже приводится перечень карт, рекомендуемый для туристского атласа.

### Список карт туристского атласа Эстонской ССР

#### I. Вводный раздел.

1. Административное деление.
2. Гипсометрическая карта.
3. Реки и озера.
4. Леса.
5. Дорожная сеть.

#### II. Тематический раздел. Туристские объекты и достопримечательности.

6. Памятники природы.
7. Городища и замки.
8. Археологические объекты.
9. Места исторических событий.
10. Памятники культуры.
11. Памятники революционной деятельности.
12. Памятники архитектуры.
13. Современные социально-экономические экскурсионные объекты.
14. Рекреационные ресурсы.
15. Туристские базы.

16. Движение плановых туристов.
17. Гостиницы и кемпинги.
18. Торговая сеть.
19. Столовые ЭРСПО.
20. Медпункты.

### III. Региональный раздел. Зоны отдыха.

21. Окрестности Таллина (западная часть).
22. Окрестности Таллина (восточная часть).
23. Окрестности Тарту.
24. Окрестности Кохтла-Ярве.
25. Окрестности Пярну.
26. Окрестности Раквере.
27. Окрестности Вильянди.
28. Окрестности Выру.
29. Окрестности Отепя.
30. Остров Сааремаа.
31. Остров Хийумаа.

Карты вводного раздела нужны для планирования туристского путешествия с учетом живописности ландшафта (рельеф и растительность), возможностей купания и остановок (водосмы), а также качества дорожного покрытия.

Карты второго раздела необходимы для уточнения маршрута путешествия с учетом интересов участников и специфики данной группы. Большинство из этих карт не требует особых объяснений, но некоторые наименования нуждаются в уточнении. Так, например, на карте современных экскурсионных объектов показаны передовые промышленные предприятия, экспериментальные базы, опорно-показательные совхозы, передовые колхозы и прочие учреждения, в которых налажен прием экскурсий с целью распространения передового опыта и популяризации достижений науки. На карте рекреационных ресурсов показаны границы зон отдыха городов, районы с устойчивым снежным покровом, песчаные пляжи Балтийского побережья и Причудья, курорты, турбазы, палаточные городки, дома отдыха, пансионаты и т. п. На карте туристских баз показаны размещение, сроки действия, число мест обслуживаемых участников общесоюзных и республиканских маршрутов и суммарная емкость турбаз в человеко-днях. На карте движения плановых туристов показаны пассажиропотоки туристов, следующих из одной базы в другую в соответствии с указанным в путевке маршрутом. На карте гостиниц и кемпингов показаны их размещение и размеры (количество мест). Следующие три карты изображают учреждения, имеющие большое значение с точки зрения удовлетворения различных потребностей туристов. Карта торговой сети показывает размещение сельских продовольственных и промтоварных магазинов,

где туристы имеют возможность пополнить в пути запасы продовольствия и приобрести необходимые предметы обихода. На карте столовых ЭРСПО отмечены сельские учреждения общественного питания, где имеется возможность сделать остановку на обед. Карта медицинских учреждений необходима для выяснения места оказания неотложной помощи при различных травмах и недомоганиях во время следования по маршруту.

В третьем разделе приводятся туристские схемы зон отдыха городов, а также крупных островов. Эти обзорные схемы составлены в масштабе примерно 1 : 200 000 и изображают территорию размерами 50×60 км. На схемах показано размещение перечисленных выше видов достопримечательностей посредством немасштабных условных знаков. Эти схемы служат для планирования пеших походов кратковременного группового и индивидуального отдыха (т. е. туризма выходного дня). Зона отдыха города Таллина имеет большую протяженность в западно-восточном направлении и ее целесообразно изобразить в двух частях — западной и восточной. Кроме окрестностей городов даны схемы островов Сааремаа и Хийумаа, путешествия по которым приобретают с каждым годом все большую популярность. Чтобы изобразить остров Сааремаа в масштабе, принятом для остальных схем, придется повернуть его по азимуту на 25 градусов. В региональном разделе атласа было бы целесообразно поместить также схематические планы важнейших городов республики.

В приложении атласа необходимо дать алфавитный перечень наименований туристских объектов с указанием вида и местоположения (индекса) этих пунктов.

Учитывая растущий интерес к туристским походам, экскурсиям и краеведческой деятельности местного населения и массовый приток самостоятельных туристов из других республик, необходимо издать картографическое справочное пособие для выбора маршрута и детального планирования путешествия. Чтобы изобразить в мелком масштабе большее количество туристских достопримечательностей, представляется целесообразным создать комплексный туристский атлас, состоящий из 20 тематических карт и 11 картосхем, изображающих зоны отдыха и схематические планы городов республики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Салищев К. А. Комплексное картографирование и его значение для совершенствования тематического картографирования СССР. «Изв. Всес. геогр. о-ва», 1973, 105, № 3, с. 201—207.
2. Туристские карты и схемы должны быть наглядными и красочными. — «Геодезия и картография», 1972, № 9, с. 70—75.
3. Кутузов И. А. Досрочно завершить годовой план топографо-геодезических и картографических работ и пятилетку в целом. — «Геодезия и картография», 1975, № 4, с. 1—12.

## CONTENTS OF AN ESTONIAN S.S.R. TOURIST ATLAS

L. Vassilyev

### Summary

The increasing interest in tourism and local lore in our republic and a great flow of tourists from other districts call for publications of detailed tourist maps. A tourist atlas comprising about thirty maps and schemes should most completely satisfy various needs. The introductory part of the atlas must include maps of district boundaries, relief, lakes, rivers, forests and roads. The second part should contain several maps which show the distribution of nature conservation areas and objects, old fortifications, objects of archeology, sites connected with historical events and figures, the revolutionary movement, architecture, prominent factories, experimental farms, tourist bases, tourist traffic, stores, restaurants, hospitals and recreation facilities. The third part should consist of large-scale maps of recreation zones.

## ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА С ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ

Л. Васильев

При целенаправленной организации учебной практики по геодезии на первом курсе географического отделения и надлежащем контроле всех видов работ результаты топографической съемки могут быть использованы на производстве.

Для получения надежных результатов и своевременного выявления всех грубых ошибок необходимо дублировать измерения различными бригадами или выполнять их по частям, чтобы определение величины невязки и ее распределение могло происходить только при участии преподавателя. Для этой цели желательно разделить группу студентов на четное число бригад, по 4—5 студентов в каждой из них. При наличии шести бригад рабочее обоснование строится в виде сети теодолитных ходов с четырьмя узловыми точками (см. рис. 1). Каждый из трех замк-

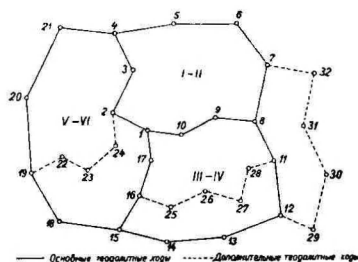


Рис. 1. Схема рабочего обоснования.

нутых полигонов измеряется двумя бригадами: первый полигон I и II бригадами, второй — III и IV, третий — V и VI.

Надежный контроль всех видов работ достигается следующими мерами:

1. Измерение линий производится четными бригадами в одном, нечетными в обратном направлении, например:

I бригадой	линии	1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8;
II бригадой	„	8 — 7 — 6 — 5 — 4 — 3 — 2 — 1;
III бригадой	„	1 — 10 — 9 — 8 — 11 — 12 — 13 — 14 — 15;
IV бригадой	„	15 — 14 — 13 — 12 — 11 — 8 — 9 — 10 — 1;
V бригадой	„	1 — 17 — 16 — 15 — 18 — 19 — 20 — 21 — 4;
VI бригадой	„	4 — 21 — 20 — 19 — 18 — 15 — 16 — 17 — 1.

При недопустимых расхождениях обе бригады производят совместно дополнительные измерения.

2. Далее нечетные бригады измеряют углы, четные выполняют геометрическое нивелирование. Измерение углов производится таким образом, чтобы одно из трех звеньев замкнутого хода измерялось соседней бригадой, например:

I бригада	измеряет	углы	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7;
III „	„	„	10, 9, 8, 11, 12, 13, 14;
V „	„	„	17, 16, 15, 18, 19, 20, 21.

На узловых точках 1, 4, 8 и 15 наблюдают по три направления. Определение угловой невязки этих трех замкнутых ходов возможно только при участии преподавателя, так как для определения суммы углов каждого замкнутого хода нужно по левым углам третьего звена вычислить правые и выбрать соответствующие углы, измеренные в узловых точках, что для первокурсников, желающих обойтись без помощи преподавателя, представляет определенные трудности.

3. Нивелирование производится четными бригадами на тех же звеньях теодолитных ходов, где нечетные бригады измеряют углы, но в обратном направлении, чтобы не мешать выполнению угловых измерений.

4. Уравновешивание углов (а также распределение невязки в сумме превышений) производится преподавателем в присутствии всей группы по способу В. В. Попова.

5. Вычисление приращений координат производится параллельно двумя способами для выявления всевозможных ошибок вычислений — при помощи пятизначных таблиц логарифмов и при помощи таблиц для вычисления прямоугольных координат (таблиц Ф. Гаусса). При расхождениях, не превышающих 3 см, за окончательные значения принимаются приращения, вычисленные по таблицам логарифмов. Невязки в суммах приращений координат распределяются преподавателем по способу В. В. Попова также в присутствии всех бригад.

6. Выбор начала координат производится с таким расчетом, чтобы территорию можно было разделить по линиям координатной сетки на шесть участков, примерно равных по площади и категории сложности, для выполнения мензульной съемки. Оциф-

ровка сетки координат каждого планшета производится так, чтобы снимаемый участок размещался в центральной части планшета.

7. Для сгущения рабочего обоснования прокладываются диагональные (разомкнутые) теодолитные ходы между соответствующими точками основных теодолитных ходов. Здесь бригады меняются ролями; четные бригады измеряют углы, а именно:

I	бригада	углы	хода	19, 22, 23, 24, 2;
IV	„	„	„	16, 25, 26, 27, 28, 11;
VI	„	„	„	12, 29, 30, 31, 32, 7;

нечетные бригады выполняют нивелирование тех же диагональных ходов, но в обратном направлении. Невязки углов, приращений координат и превышений этих ходов дают возможность судить о качестве рабочего обоснования.

8. Полученное рабочее обоснование дает возможность производить мензульную съемку преимущественно с точек теодолитных ходов и уменьшить таким образом роль переходных точек и мензульных ходов, определение положения которых служит дополнительным источником ошибок. Показателем качества съемки являются сводки по границам участков мензульной съемки, которыми являются линии координатной сетки с интервалом 20 или 30 см, а не по рамкам планшетов величиной 50×50 см, как обычно на производстве, что также повышает надежность съемочных работ.

9. Качество мензульной съемки проверяется выборочно при помощи учебной тахеометрической съемки, выполняемой в том же масштабе, но на участке другой бригады. План тахеометрической съемки строится и оформляется на кальке, наложением которой на планшет можно проверить точность нанесения контуров и горизонталей.

10. После сводки контуров и горизонталей по границам бригадных участков производится составление сборного плана путем копирования изображения с планшетов на общую кальку.

Объем топографической съемки, выполняемой на учебной практике в течение двух недель, зависит от сложности объекта и масштаба съемки; в средних условиях в масштабе 1:2000 снимается до 16 га, в м. 1:1000 — 6 га, в м. 1:500 — 1,5 га на одну бригаду.

При надлежащем контроле топографические планы, составленные студентами I курса географического отделения на учебной практике по геодезии, соответствуют требованиям, предъявляемым к топогеодезической основе для составления проектов планировки производственных центров совхозов и колхозов, строительства гончарного дренажа, сооружения подземных и воздушных коммуникаций (линий связи, электросетей, водопровода, канализации, теплофикации и др.).

## STUDENTS FIELD-WORK IN GEODESY WITH PRODUCTIVE ORIENTATION

L. Vassilyev

Summary

The geodetical field-work (topographical surveying) done by first-year students of the Geographical Faculty may be turned to practical use in case of purposeful organisation and proper control: farm planning, drainage projects, designing telephone and electric power lines, water supply, sewerage, laying heating mains and other kinds of communications.

## СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПРАКТИКИ В ТАРТУСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А. Конго

На втором курсе студенты-географы после покомпонентной учебной практики проходят комплексную практику по физической географии. По содержанию эта практика является ландшафтной.

Основные принципы организации, задачи и цели этой практики следующие. Главными задачами физико-географической комплексной практики являются: а) проведение площадной ландшафтной съемки, б) полевое исследование (картирование и характеристика) фаций, урочищ и местностей, в) составление комплексного (ландшафтного) профиля и г) составление физико-географической характеристики изученной территории.

Цель практики: дать студентам-географам навыки и умение наблюдать и познавать взаимосвязи и закономерности природы, вести ландшафтные исследования, оценить и рекомендовать меры наилучшего природопользования.

Решение задач практики основывается на изученных студентами дисциплинах учебного плана и на предыдущих полевых практиках. Особенно важным при этом является курс методики полевых географических исследований, который в ТГУ отводится в основном освоению методов ландшафтных исследований.

Срок практики 12 дней. После введения (1 день) практиканты работают группами по 3 студента в каждой. В течение двух последних дней составляется групповой отчет о практике.

Практика проводится по методическим руководствам, составленным по примеру соответствующих опубликованных работ (Алпатъев, Архангельский, Гордеева, 1964; Давыдова, Каменский, Тушинский, 1962; Жучкова, 1968; Иванов, 1968; Исаченко, 1961; Чочиа, 1969), с учетом полученного опыта и имеющихся возможностей. Нами опубликованы: а) методика исследования фаций и урочищ с применением перфокарт с краевой перфорацией (Kongo, 1970a), б) методика составления комплексного профиля (Kongo, 1970b).

Полевые исследования и анализ собранных материалов позволяют студентам составить ландшафтную характеристику изученной территории, состоящую из следующих частей: а) общий обзор, б) краткая характеристика компонентов ландшафта, в) характеристика взаимосвязей между компонентами, г) описание ландшафтных единиц, их морфологической структуры и пространственных соотношений, д) хозяйственная оценка ландшафтных единиц изученной территории.

Настоящая статья касается только одного вопроса — методики полевых записей.

Следует отметить, что студенты на основе предшествующих теоретических курсов и практических занятий быстро усваивают принципы и навыки ландшафтного исследования в объеме программы практики. Кроме того, они способны собирать информацию для характеристики небольших природно-территориальных комплексов. К концу практики накапливается много фактического материала, на основе которого составляется отчет о практике — по существу, физико-географическая характеристика изученной территории, если отчет будет дополнен справочными и литературными данными о явлениях, не подлежащих исследованию во время полевых работ.

Чтобы дать студентам возможность изучить взаимосвязи компонентов, закономерности пространственного размещения явлений и приобрести опыт обобщения полевых материалов, необходимо научить их строгому отбору свойств природных комплексов. В прошлом запись полевых наблюдений производилась в полевом дневнике в произвольной форме. Для получения нужных систематизированных сведений из таких записей затрачивалось много времени, но результат оказывался недостаточным. Усовершенствование методики анализа материала привело к использованию бланков для фиксации данных. В опубликованных методиках комплексной практики приведено несколько образцов таких бланков. Применение бланков (особенно перфоанкет) исключает произвольность в сборе практикантом данных, необходимость переписывания собранного материала и дает возможность быстрой группировки по любой системе признаков.

Т. Д. Александрова (1967) и Д. Л. Арманд (1968) предлагают использовать для записей ручные перфокарты с краевой перфорацией. Ручные перфокарты очень удобны для непосредственной записи в поле. Преимущество их состоит в том, что заложившаяся в перфокарте строгая программа заставляет практикантов отвечать на все вопросы (заполнить все графы) и собирать сравнимые данные. Названными авторами представлены образцы таких перфокарт, при заполнении которых данные в закодированном виде фиксируются на перфорации. Перфокарта представляет собой схему кодирования. На учебной практике использование таких перфокарт невозможно, так как: 1) на них



указываются данные не в абсолютных значениях, а в определенных градациях, то есть «от этого до этого», 2) отсутствует возможность проверки правильности данных и вырезывания и 3) нельзя применять какую-либо другую таксономию компонентов ландшафта.

Во избежание таких недостатков нами составлены и применяются перфоанкеты описания фаций (с 1964 года) и урочищ (с 1970 года) на основе перфоанкеты К-5 с двухрядной краевой перфорацией. При заполнении перфоанкеты данные записываются в поле, а потом при помощи раздельно составленных кодов переносятся на перфорацию. На обороте перфоанкет можно записать дополнительные данные или нарисовать нужные контуры (например, фаціальную структуру урочища).

Перфоанкета описания фации (рис. 1) позволяет произвести фиксацию 25 родов показателей с 80 подразделениями. Схема кодирования записанных данных приведена на рисунке (рис. 1) — указаны места и роды показателей и в скобках число таксономических единиц, используемых нами. Для практического использования эта схема в полном виде выписана на картоне, причем каждая таксономическая единица имеет свой определенный номер. В середине схемы предвидено место, куда ставится заполненная анкета и отмечаются нужные места зазубрения. Схема кодирования описаний фации позволяет систематизировать фации по основным свойствам территории.

Перфоанкета описания урочища (рис. 2) позволяет выполнить фиксацию 19 родов показателей с 36 подразделениями. Схема зазубрения данных об урочищах учитывает главным образом данные, являющиеся основными для группировки урочищ. Урочища на практике группируются по следующим показателям: 1) по мезоформам рельефа, 2) по доминантным четвертичным отложениям, 3) по подтипам почв и 4) по доминантным угодыям.

Для заполнения названных перфоанкет составлено подробное методическое руководство (1). В нем сказано, что для заполнения перфоанкеты описания фации требуется детальное изучение, причем данные фиксируются в абсолютных значениях. При составлении описания урочищ следует произвести много измерений и наблюдений, но результаты записываются частично или в обобщенном виде.

Для описания предусмотрены только те явления, исследование которых возможно выполнить на учебной практике.

Можно сказать, что такая методика фиксации данных уже оправдала себя и является необходимой на ландшафтной практике, в которой участвует много студентов и где следует получить сравнимые данные. В целях быстрой группировки надо иметь специальный ящик (селектор-ящик К-5) для сортировки перфокарт и необходимое количество селекторных спиц, а также краевой компостер.

		ОПИСАНИЕ УРОЧИЩА											Адм. районы (15)											
		№ ур.		Площ.	Число	Составитель	Адм. район	Сельсовет	Хозяйство			Карта												
													1	Число расчл.										
													2	Общее (3)										
		Ф.р.					М.т.р.						Ч.р.	1	Групповое (3)									
										Четв. отл.				2										
										I	II	III	1											
													2											
										Геом. процесс		инт.	1	Мех. состав (24)										
										I			4											
										II			7											
										III			1											
										IV			1											
										Размеры формы рельефа				2	Генезис (12)									
										выс./глуб. в м	уклон	отн. выс. в к.	уклоны в к.	4										
														7										
														1										
										Угодия и тип растительного покр.			Ч.р.	1										
				Степень увлажн.			Почвы			Ч.р.					2	Геом. процесс (12)								
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									
															7									
															1									
															2									
															4									

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Г. Д. Перфокарты в физико-географических исследованиях. М., 1967, 51 с.
2. Алпатьев А. М., Архангельский А. М., Гордеева Т. Н. Полевая практика по физической географии. М., 1964, 187 с.
3. Арманд Д. Л. Физическая география в наши дни. М., 1968, 48 с.
4. Давыдова М. И., Каменский А. М., Тушинский Г. К. Комплексная полевая практика по физической географии. М., 1962, 145 с.
5. Жучкова В. К. Организация и методы комплексных физико-географических исследований. М., 1968, 72 с.
6. Иванов В. Б. Методика полевых ландшафтных исследований. Л., 1968, 28 с.
7. Исаченко А. Г. Физико-географическое картирование. Часть III. Л., 1961, 267 с.
8. Чочиа Н. С. Летняя полевая практика по ландшафтоведению. Учебное пособие для студентов-заочников. Л., 1969, 91 с.
9. Kongo, A. Metoodiline juhend füüsilisgeograafilise komplekspraktika sooritamiseks. Tartu, 1970 a, 36 lk.
10. Kongo, A. Kompleksprofiili koostamine (Metoodiline juhend). Tartu, 1970 b, 34 lk.

## CONTENTS AND METHODS OF COMPLEX PRACTICAL TRAINING IN PHYSICAL GEOGRAPHY AT TARTU STATE UNIVERSITY

A. Kongo

### Summary

The chief tasks of complex practical training in physical geography are the organization of complex field studies, getting acquainted with methods of landscape studies, mapping and characterization of small landscape units, compiling a complex profile and the physical geographical characterization of the territory. Our chief aims are to provide students with knowledge and experience for understanding the laws and relationships of nature, for carrying out landscape research, assessing nature as well as for selecting the best ways for its utilization.

A methodical instruction has been compiled and all the field data are to be recorded on punched questionnaires (K-5).

## УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГЕОГРАФИИ ПОЧВ В ТАРТУСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А. Конго

Все студенты-географы на втором курсе проходят учебную практику по географии почв. Общая цель этой практики — научить студентов методам и дать навыки самостоятельного полевого изучения почв и почвенного покрова.

Поскольку официальная программа этой практики слишком обща, нами составлена «местная» программа, учитывающая возможности и нужды обучения в Тартуском госуниверситете.

Основными задачами учебной практики по географии почв являются: а) полевой анализ свойств почвы, б) определение типа, подтипа и вида почвы, в) хозяйственная оценка земель, г) крупномасштабная почвенная съемка, д) микрорайонирование почвенного покрова, е) изготовление микромонолитов и пленочных монолитов, ж) ознакомление с методикой взятия почвенных образцов, з) выяснение законов распространения почв в связи с мезоформами рельефа, и) установление связей между почвами и другими компонентами ландшафта при помощи составления комплексного профиля микроразнообразности почв, к) составление характеристики почвенного покрова данной территории.

Методики полевой съемки и оценки почв выработаны институтом ГПИ «Этсельхозпроект» (Kokk, Rooma, Valler, 1968). В методическом руководстве учебной практикой эти методики учтены с дополнениями об исследовании почвы как индикаторного компонента природно-территориального комплекса.

Коллекционирование почв производится путем изготовления микромонолитов и пленочных монолитов. По выработанной методике, применяя относительно дешевые и простые средства, практиканты изготавливают монолиты от типично выраженных, доминантных и исключительных почв. Более целесообразными являются пленочные почвенные монолиты.

Важной задачей учебной практики является составление комплексного профиля микроразнообразности почв.

Задачи практики выполняются в течение 6 рабочих дней на

территории колхоза или совхоза с разнообразными природными условиями. Время распределяется следующим образом: а) ознакомление с территорией, задачами практики и методами их выполнения — 1 день б) крупномасштабная площадная съемка и оценка почв — 3 дня; в) изготовление монолитов и составление комплексного профиля — 1 день; г) коллективная проработка и оформление материалов, составление текстовой характеристики почвенного покрова — 1 день.

Полевые исследования проводятся группой из 3 студентов. Каждая группа проводит съемку на территории 50—150 га, изготавливает 2—4 монолита и составляет комплексный профиль.

Следует отметить, что наши студенты довольно хорошо подготовлены к полевой практике. Самым важным при этом является курс почвоведения и географии почв, дающий необходимую теоретическую основу. В лабораторных занятиях по названному курсу, где мы несколько отклоняемся от официальной программы, предварительно прорабатываются некоторые вопросы летней практики, например морфология и строение почв, их классификация, методика изготовления почвенных монолитов (с практическими упражнениями), методика полевых исследований почв и т. д. Поэтому в начале практики нам удастся в течение одного дня вспомнить и проработать со всей группой методичку заданий, предусмотренных в программе практики. Дальнейшая работа проводится группами. Опубликовано методическое руководство для проведения полевых практических занятий (Kongo, 1973). Оно составлено на основе официальной методики полевых крупномасштабных исследований почв (Kokk, Rooma, Valler, 1968) с учетом и имеющегося опыта, возможностей и требований практики. В составленной нами методике подчеркивается, что почва изучается как природное тело, как индикаторный компонент ландшафта и как средство производства. Все это направлено на увеличение географического значения практики. Основными задачами практики являются картографирование, описание и оценка почв, а также выяснение закономерностей их распространения, поскольку территориальные почвенные исследования были и остаются важнейшим способом исследования почв.

После проверки полевые карты всех студенческих бригад сводятся в единую почвенную карту. По этой карте мы выявляем состав почв территории. Для этого составляется перечень распространенных на этой территории почв, измеряются (при помощи точечных или линейных палеток) площади ареалов и вычисляется удельный вес каждого вида почвы в процентах. По почвенной карте определяется и расчлененность почвенного покрова (среднее число почвенных ареалов на 100 га), с выделением степеней расчлененности: слабая — до 30, средняя — 30—75 и сильная — выше 75.

По В. М. Фридланду (1965) работа в области географии почв

имеет своей целью выявление характера и закономерностей распространения почв, которые выражаются в структуре почвенного покрова, то есть в закономерностях чередования почв в пространстве.

На практике у нас составляется в этих целях так называемый комплексный профиль микроразнообразия почв. Профиль обычно пересекает всю изученную территорию на протяжении трех-шести километров, и охватывает все характерные для этой территории мезоформы рельефа и угодия.

Составляемый профиль состоит из следующих частей: а) собственно профиль, б) плановая полоса, в) таблица.

Данные для составления самого профиля мы получаем путем упрощенного нивелирования. Профиль строится в горизонтальном двухтысячном масштабе, который является достаточным в условиях нашего гляциального рельефа. Вертикальный масштаб зависит от рельефа.

Составление плановой полосы не нуждается в объяснениях; на ней полезно указать уклоны справа и слева от трассы стрелками, обозначая цифрами градусы.

По трассе профиля проводится как можно более детальное исследование почв. В таблице записываются — обычно сокращениями, цифрами и индексами — следующие данные: 1) угодие и тип растительного покрова, 2) мощность гумусового горизонта и органогенного горизонта, 3) реакция (рН) поверхностного горизонта и на глубине 60 см, 4) глубина вскипания от соляной кислоты, 5) механический состав в верхней и нижней части профиля, 6) почвообразовательные процессы и степень их интенсивности, 7) оценочные баллы по специальным таблицам и 8) индексы почвенных видов.

Особенно полезным является определение почвообразовательных процессов по их результатам, хотя субъективность выводов здесь велика. Оно дает прекрасную возможность подробного анализа связей между почвами и почвообразователями. Все данные записываются в заранее подготовленную таблицу, без приращения дневников.

Во время камеральных работ профиль оформляется. На профиле обозначаются вертикальными чертами границы разных почвенных ареалов, записываются индексы видов почв и самые главные свойства данной почвы.

Например:

$$П_2 \frac{22 \text{ суп. } 50/4,8}{\text{ср. сугл. } 6,0} 42, \text{ где}$$

$П_2$  — индекс среднеподзолистой почвы, 22 — мощность гумусового горизонта, суп. (=супесь) — механический состав горизонта  $A_1$ , 50 — мощность супесчаного слоя, 4,8 — реакция, ср.

сугл. (=средний суглинок) — механический состав нижележащего горизонта, 6,0 — реакция в глубине 60 см, 42 — оценочные баллы.

Такие сжатые характеристики позволяют быстро группировать почвы по выбранным свойствам.

На основе такого профиля уже можно делать различные вычисления. Можно определить: 1) общее количество различных ареалов, 2) удельный вес ареалов разных видов почв в процентах, 3) удельный вес разных группировок почв (например по группам: автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные почвы, по группам различного механического состава и т. д.), 4) частота смены почвенных видов (средний диаметр почвенных ареалов — и среднее количество ареалов на 1 км), 5) частота смены почвенных подтипов (по тем же показателям) и т. д.

Большого числа показателей особенностей структуры почвенного покрова брать не следует, иначе у студентов может возникнуть представление, что выводы можно делать на основе небольшого количества исходных данных. Поэтому мы не определяем, например, степень изрезанности ареала и т. п.

На основе профиля определяется также микроразнообразие почв: перечисляются почвы на полном профиле рельефа (то есть от самой высокой точки до самой низкой). Так выясняются спектры микроразнообразия, которые зависят от формы склона, уклона, растительного покрова и от механического состава почв.

Комплексный профиль микроразнообразия почв позволяет так же охарактеризовать сочетания почв по мезоформам рельефа.

Студенты изготавливают микромонолиты и пленочные монолиты типично выраженных почв. Монолиты изготавливают по специальному руководству (Kildema, 1962) в масштабе 1:5 (микромонолиты), 1:1 (пленочные монолиты). Основой пленочного монолита обычно служит картон (24×104 см). На картоне рисуется прямоугольник в 20×100 см, площадь которого покрывается слоем пластилина. Мощность слоя пластилина зависит от механического состава почвы — мелкозем требует тонкого слоя (1—3 мм), а крупнозернистая почва более толстого (3—5 мм). На слой пластилина наносят ножом продольные и поперечные бороздки до картона и покрывают клеевым веществом (нитролак, синтетический столярный клей, целлюлозный лак, получаемый при растворении целлюлозы в ацетоне — а также различные клеи). Подготовленное таким способом основание помещается на толстую доску, покрытую слоем (3—5 см) мягкого упругого материала, и крепко придавливается к тщательно очищенному почвенному разрезу. Вместе с пластилином и клеем снимается тонкий слой почвы. Метод этот пригоден главным образом для песчаных почв, а также и для некоторых других, более сухих и легких почв с малым содержанием камней. После очистки краев (шириной

2 см) и обрамления получается естественный монолит с ненарушенным залеганием слоев.

В случаях, когда указанный метод оказывается неприменимым, на заранее приготовленное основание наносится тонкий слой почвы, возможно более точно передающий особенности профиля, и прижимается. После того, как монолит высохнет, он обрамляется: получается так называемый искусственный пленочный монолит. Монолиты обоих типов опрыскиваются какой-либо эмульсией или жидким раствором лаков, подобранными так, что эта операция не повлияет на цвет и другие свойства почвы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фридланд В. М. О структуре строения почвенного покрова. — «Почвоведение», 1965, № 4, с. 15—28.
2. Kildema, K. Mullamonoliitide valmistamine ja kasutamine õppetöös. Tallinn, 1962, 108 lk.
3. Kokk, R., Rooma, I., Valler, V. Mullastiku suuremõõtkavalise kaardistamise välitööde meetodika. Tartu, 1968, 86 lk.
4. Kongo, A. Mullageograafia õppepraktika juhend. Tartu, 1973, 61 lk.

### PRACTICAL TRAINING IN SOIL GEOGRAPHY AT TARTU STATE UNIVERSITY

A. Kongo

#### Summary

The chief aims of practical training in soil geography are the field analysis of soil characteristics, determination of soil type, subtype and kind, soil estimation, large-scale mapping of soils, distinguishing of soil microdistricts, collecting of soil samples (preparation of soil monoliths) and the study of laws governing the distribution of soils. The above-given tasks are fulfilled in six days.

A methodical instruction containing directions about the investigation of soil microzones and about the preparation of film monoliths has been compiled on the basis of the official instruction for soil mapping.

## СОДЕРЖАНИЕ

Т. Каллеярв. К вопросу о методах морфометрической характеристики озер . . . . .	3
T. Kallejärv. On methods of morphometric characterization of lakes. Summary . . . . .	24
П. Каринг. Расчет климатических показателей влагообеспеченности и их площадных характеристик на ЭВМ . . . . .	25
P. Karing. The calculation of climatic indexes of water regime and their areal characteristics by computer. Summary . . . . .	34
П. Каринг. Распределение коротковолновой солнечной радиации на территории Эстонской ССР . . . . .	36
P. Karing. Territorial distribution of the short-wave solar radiation in the Estonian S.S.R. Summary . . . . .	45
Л. Метс. О движении воды и развитии микрорельефа в грядово-озерковом комплексе верховых болот . . . . .	46
L. Mets. About the movement of water and development of the microrelief in a bog pool complex. Summary . . . . .	55
Х. Мюрк. Об эмпирической связи между термодинамической и статистической энтропиями по данным средних месячных температур в г. Тарту . . . . .	56
H. Mürk. On the empirical relationship between thermodynamic and statistical entropy (on the basis of monthly mean values of temperatures in Tartu). Summary . . . . .	64
И. Арольд. Комплексная территориальная планировка и исследования природы для этой цели . . . . .	65
I. Arold. Regional planning and the study of nature serving the requirements of regional planning. Summary . . . . .	79
Э. Вареп. Начальный меридиан Дагдона и Эзеля . . . . .	81
E. Vager. The prime meridian of Dagõ and Osel. Summary . . . . .	89
Л. Васильев. Разработка содержания комплексного атласа лесхоза . . . . .	91
L. Vassilyev. Contents of a forest department atlas. Summary . . . . .	94
Л. Васильев. О содержании туристского атласа Эстонской ССР . . . . .	95
L. Vassilyev. Contents of an Estonian S.S.R. tourist atlas. Summary . . . . .	99
Л. Васильев. Геодезическая учебная практика с производственной направленностью . . . . .	100
L. Vassilyev. Students field-work in geodesy with productive orientation. Summary . . . . .	103

А. Конго. Содержание и методы физико-географической комплексной практики в Тартуском государственном университете . . . . .	104
A. Kongo. Contents and methods of complex practical training in physical geography at Tartu State University. <i>Summary</i> . . . . .	108
А. Конго. Учебная практика по географии почв в Тартуском государственном университете . . . . .	109
A. Kongo. Practical training in soil geography at Tartu State University. <i>Summary</i> . . . . .	113

Ученые записки Тартуского государственного университета. Выпуск 440. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЭС-ТОНСКОЙ ССР. Труды по географии XV. На русском языке. Резюме на английском языке. Тартуский государственный университет. ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18. Ответственный редактор Х. Мардисте. Корректоры В. Логниова, О. Мутт. Сдано в набор 20 IV 1977. Подписано к печати 22 XI 1977. Бумага печатная № 1. 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. листов 7,25 + 1 вклейка. Учетно-изд. листов 7,31. Тираж 500. Зак. № 2158. МВ-08466. Типография им. Х. Хейдеманна, ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 17/19. 1. Цена 1 руб. 10 коп.