

П.Я. Бакланов

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ: ВИДЫ, ШКАЛЫ, ПАРАМЕТРЫ¹

Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток

Изложено авторское определение географических измерений как отображения объективно существующих характеристик, свойств, процессов и структур разноранговых геосистем. Выделены первичные (прямые), вторичные (непрямые) и расчетные измерения, а также типы показателей оценок (параметры, градиенты, индексы, коэффициенты, векторы, матрицы). Охарактеризованы разные виды измерений, а также географические образования, выделяющиеся в процессе структуризации природно-ресурсного и социально-экономического пространства. Обоснована необходимость выделения многоуровневых шкал географических измерений. Разработана матричная модель интегральной геосистемы, отображающая не только статику, но и динамику ее развития. Подчеркнута важность количественного оценивания интегральных свойств геосистем.

Ключевые слова: географические измерения; параметры; градиенты; индексы; коэффициенты; векторы; матрицы.

P. Baklanov

GEOGRAPHICAL MEASUREMENTS: KINDS, SCALES, PARAMETERS

The Pacific Ocean institute of Geography Far East Department of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok.

The author's definition of the geographical dimensions as a reflection of objectively present characteristics, properties, processes and structures of multilevel Ecosystems has been presented. Primary (direct) and secondary (indirect) and calculated measurements, performance evaluations types (parameters, gradients, indices, ratios, vectors, matrix) have been highlighted. Different types of measurements and geographical formations which appear in the process of natural resources and socio-economic area structuring have been characterized. The necessity of multilevel geographical dimension curves selection has been explained. The matrix model of integrated Ecosystem, which shows not only statics but also dynamics of its development has been developed. The importance of obtaining quantitative estimates of various multicomponent ties and combinations in ecosystems to enable quantitative evaluation some of their other integral properties has been highlighted.

Keywords: geographical measurements, parameters, gradients, indices, ratios, vectors, matrices.

Общие положения

Под географическими измерениями понимаются количественные оценки географических структур, процессов, явлений. Исторически первыми географическими измерениями, видимо, были привязки к точкам Земли различных объектов, экспедиций и т.п. в шкалах географических координат. Затем – количественные измерения природных условий и ресурсов в различных регионах, на суше и в океане.

В целом можно выделить первичные, вторичные и расчетные географические измерения.

Первичные, или прямые географические измерения получают с помощью инструментальных, а также иных непосредственных оценок отдельных свойств и структур геосистем. Среди них различают наземные измерения, осуществляемые непосредственно на Земле (как на суше, так и на море, в океане) и дистанционные, производимые на расстоянии, чаще всего с летательных аппаратов, в том числе из космоса. На основе прямых географических измерений составляют различные географические карты – топографические, батиметрические, синоптические и другие, представляющие собой сводку, обобщение соответствующих географических измерений на большие территории и акватории.

Следует подчеркнуть, что именно картографическое отражение той или иной территории можно считать полными географическими измерениями. Это обуславливается тем, что различные структуры и явления приобретают географическое содержание лишь при охвате в них пространственных аспектов, определенной территории. Чем более полно отражена территория, тем содержательнее ее географическое измерение. Примером таких интегральных географических измерений может служить аэрофотоснимок определенной местности или космический снимок определенной территории. Они отражают ареалы территории и служат основой наиболее точных географических карт.

В последующем различные географические измерения могут производиться уже по картам, с использованием карт, их различных сочетаний. Это – вторичные, или косвенные измерения. Наконец, определенные количественные оценки свойств и структур геосистем можно получить на основе расчетных процедур, математических моделей. Это будут уже расчетные географические измерения.

¹Статья подготовлена в рамках Программы Президиума РАН № 31.

Изученность вопроса

С географическими измерениями в той или иной форме сталкивается практически каждый, кто изучает природу, хозяйство, население на территории, т.е. – проводит географические исследования. При этом одни географические измерения могут составлять цель исследования и его результат, другие – входить в методический инструментарий.

Непосредственно вопросы географических измерений в России затрагивались рядом крупных ученых географов (В.Б. Сочава, В.С. Преображенский, П. Хаггет, В. Бунге, Ю.Г. Пузаченко, А.Ю. Ретеюм, Ю.Г. Симонов, А.Л. Арманд, Ю.Г. Саушкин, Б.Б. Родоман, Э.Г. Коломыц, А.П. Горкин, К.Н. Дьяконов, А.А. Лютый, П.М. Полян, А.К. Черкашин, С.А. Тархов, В.В. Сысуев и другие). Однако специальных, обобщающих работ в русскоязычной литературе почти не было.

Изложение основного материала

Мы понимаем *географические измерения как отражение объективно существующих характеристик, свойств, процессов и структур разноранговых геосистем.*

В основе географических измерений лежат несколько базовых принципов. Одним из основных является необходимость привязки количественных оценок к определенной точке или участку территории с установленными границами. Одновременно географические измерения должны соответствовать тому или иному моменту или периоду времени. В своем сочетании это выступает как *пространственно-временной принцип* географических измерений. Этот принцип основывается на том, что фундаментальным свойством географических структур и систем является их пространственно-временной характер.

Количественными оценками могут охватываться один или несколько однородных и разнородных компонентов природной среды, населения, хозяйства. Количественными пространственно-временными оценками должны охватываться и межкомпонентные связи и сопряжения, в том числе – с территорией и через территорию. При этом сочетания разнородных компонентов с наличием тесных, устойчивых межкомпонентных связей выделяются как географические структуры. Относительно целостные сочетания последних образуют геосистемы.

При изучении больших территорий (акваторий) важен *принцип репрезентативности* географических измерений, то есть определенные количественные оценки должны отражать типичные, узловые, характерные черты, свойства и структуры геосистем. Это не всегда можно выполнить практически, но к этому следует стремиться.

Наконец, важна *сопоставимость* географических измерений и оценок геосистем разных иерархических уровней, например, по охвату компонентов и связей, типов структурных звеньев и структур.

Исходя из вышеизложенного определения географических измерений, можно выделить следующие типы показателей оценок:

1. Отдельные параметры, отражающие однородные характеристики геосистем в определенной точке и фиксированном времени;
2. Географические градиенты – абсолютные или относительные показатели, отражающие изменения однородного параметра на определенном единичном отрезке прямой на территории;
3. Индексы, отражающие изменение отдельного однородного параметра в одной точке, за тот или иной период времени;
4. Коэффициенты – относительные показатели, отражающие количество определенных элементов, явлений, приходящихся на единицу площади, либо – в сравнении с какой-то базовой характеристикой; подобные показатели иногда называют и индексами;
5. Векторы – упорядоченные сочетания нескольких различных параметров, достаточно полно отражающие либо определенное свойство геосистемы, либо ее отдельное структурное звено;
6. Матрицы – упорядоченные сочетания нескольких векторов, достаточно полно отражающие либо совокупность основных свойств геосистемы, либо ее основные структурные звенья.

Отдельные параметры, географические градиенты, коэффициенты, векторы и матрицы, как правило, отражают статические характеристики свойств и структур геосистем, проявляющиеся или в определенный момент времени, или – за определенный период.

Изменения, динамику геосистем отражают индексы, их сочетания, в том числе представленные в виде векторов, а также балансовые оценки, отражающие перемещения, потоки, трансформацию вещества и энергии в структурных звеньях геосистем за определенные периоды времени. Балансовые оценки чаще всего бывают представлены в виде векторов и матриц, в которых одна часть отражает состояние структурного звена или геосистемы в одном периоде времени, а другая – в следующем периоде. В балансовых оценках могут отражаться и разнонаправленные изменения в сопряженных структурных звеньях: в одном – сокращение какого-либо вещества или энергии, в другом – прирост. Соответственно

одна часть вектора или матрицы может отражать состояние до перемещения, до трансформации, а другая – после этих процессов динамики. Перестройку самих структурных звеньев, их пространственную трансформацию могут отражать матрицы или графы.

Географические измерения осуществляются как в сфере научных исследований, так и в практической деятельности. Основной целью географических измерений в научных исследованиях является прежде всего структуризация географического пространства и выделение разноразмерных географических структур и систем, а затем – установление строгих количественных оценок территориальных структур и систем, их свойств, типов и уровней территориальной организации. Важнейшей конструктивной задачей географических измерений, имеющей большое практическое значение, является количественная оценка устойчивости, тенденций инерционности и динамики разноразмерных геосистем и их звеньев.

Общей целевой направленностью подобных географических исследований и измерений являются прогнозные оценки геосистем, их динамики.

В процессе структуризации географического пространства в общем выделяются следующие специфические координатные оси географических измерений: пространственная (для последующих измерений в различных пространственных границах, в пределах различных территорий и акваторий); компонентная (с целью охвата различных компонентов географической среды, в том числе компонентов природы, населения, хозяйства); временная (для охвата разных временных периодов). В качестве особой пространственно-временной координатной оси географических измерений может быть выделена координатная ось для измерений различных форм связанности сопряжений и географических границ [3].

В процессе структуризации географического пространства, как правило, проводятся разнообразные географические измерения. Среди них можно выделить: точечные (измерения географических координат, высот, глубин, превышений, описаний, относящихся к одной географической точке), линейные (измерения географических характеристик по определенным линиям или – линейных элементов: изолинии, профили, разрезы, потоки, связи, линейные географические объекты и др.), площадные (измерения площадей, ареалов, участков, территории, акватории, конфигурации, плотности, размещения элементов, компонентов, ландшафтов и др.), объемные (измерения и оценка биопродуктивности лесных участков, водных экосистем, водных ресурсов, полезных ископаемых, осадков, речного стока, энерго- массообмена и другие).

Кроме того применяются градиентные оценки – измерения различий однородных свойств, характеристик на единицу расстояния, либо высоты (глубины) в географическом пространстве. Специфическими являются компонентные и межкомпонентные географические измерения – выделение и количественная оценка однородных и разнородных компонентов природы, населения и хозяйства (количества, размещение, свойства, межкомпонентные связи и сопряжения и т.п.). При географических измерениях компонентов населения и хозяйства широко используются различные количественные показатели (демографические, плотность и численность населения, миграционные оценки, занятость, валовой региональный продукт, объемы производственных фондов, инвестиций, экспорта, импорта, транспортно-экономические связи и другие).

В процессе структуризации географического пространства и соответствующих измерений по различным координатным осям последовательно выделяются следующие географические образования: географическая точка – ареал – территория – геосистемы, районы; отдельный однородный компонент (природы, населения, хозяйства) – сочетания различных компонентов – их связанные и относительно целостные сочетания – геосистемы, районы; узел – как пересечение ряда компонентов и потоков – линия (потоки вещества и энергии) – ареал (в т.ч. как зона влияния узлов) – их сочетания, геосистемы, районы.

Следует подчеркнуть, что в различных подходах к структуризации при движении от простого к сложному всегда можно подойти к выделению интегральных геосистем, районов.

В ходе структуризации природно-ресурсного пространства последовательно выделяются: природно-ресурсные компоненты – их территориальные сочетания – межресурсные связи – территориальные природно-ресурсные системы – вмещающие их геосистемы.

В процессе структуризации социально-экономического пространства и соответствующих измерений последовательно выделяются: экономические центры (как локальные сочетания видов деятельности) – поселения (как социально-экономические центры) – линейные и узловое инфраструктурные звенья (транспортные, энергетические, инженерные коммуникации и др.) – зоны влияния, в том числе социально-инфраструктурные и ресурсно-экологические – территориальные структуры природопользования – территориальные социально-экономические структуры и системы – социально-экономические районы.

Наконец, при установлении взаимосвязей последних с природными геосистемами могут быть

Таблица 1. Сочетания географических измерений различных географических объектов (образований)

Географические объекты (образования)	Виды географических измерений, в том числе:					
	географические координаты, высоты, глубины	площадь, оценка поверхностей, конфигураций	состав компонентов: однородных, разнородных	географические градиенты, границы	связи (потоки, перемещения), сопряжения	индексы, балансовые оценки
Географическая точка	++	–	–	–	–	–
Ареал (компоненты)	+	++	+	+	+	–
Территория (участки)	+	++	+	+	+	+
Линейные звенья	+	+	–	++	++	+
Узел (компоненты)	+	–	++	+	++	+
Природно-ресурсные компоненты и их сочетания	+	+	++	+	++	++
Экономический центр, поселение	+	–	++	+	++	++
Геосистема	+	++	++	+	++	++
Район	+	++	++	+	++	++

Примечание: – отсутствие подобных измерений, + наличие, ++ большое значение подобных измерений.

выделены интегральные геосистемы. В последующем при изучении и количественной оценке каждого из этих образований выполняются и могут выполняться различные географические измерения (табл. 1).

Сложные, многокомпонентные географические образования: ареалы, участки территории, узлы, поселения, районы, геосистемы требуют не только относительно простых, но и сложных интегральных географических измерений. К последним можно отнести построение профилей («разрезов») с описаниями по тому или иному множеству точек компонентов природы, природно-ресурсных или социально-экономических характеристик. Для отдельных ареалов и участков территорий и акваторий (как и геосистем в целом) очень важны измерения биоразнообразия и биопродуктивности, природно-ресурсного потенциала и их изменчивости, динамики. Такие интеграционные измерения важны лишь при установлении определенных рубежей и границ (ландшафтов, геосистем, районов). Для характеристики динамики геосистем важны измерения и оценки энергообмена между соседними, сопряженными ареалами, участками территории, геосистемами. Такие измерения и оценки обычно относят к геофизическим [1, 9, 12, 13 и другие].

Как статику, так и динамику геосистем отражают геохимические измерения и оценки. Особенно они необходимы при оценке влияния техногенных, антропогенных факторов на природные компоненты и геосистемы. Переходы от геохимических измерений состояния природных компонентов и геосистем к оценкам миграции и трансформации отдельных элементов и их соотношений в геосистемах позволяет подходить к измерениям и оценкам их динамики [8, 12, 14 и другие].

Как показывает опыт научных исследований, каждый вид географических измерений имеет не одну, а несколько различных размерностей, или – шкал измерений. В целом можно сделать вывод о том, что основные географические шкалы определяются иерархией геосистем (районов). Для более полного и строгого отображения свойств и структурных особенностей территориальных социально-экономических структур и систем, и геосистем в целом на каждом их иерархическом уровне следует иметь и использовать свою шкалу географических измерений.

Следовательно, в качестве основной особенности необходимо выделить многоуровневость шкал географических измерений с наличием шкал детальных и обобщенных измерений в определенном соответствии с иерархией геосистем и – с многоуровневостью экономического (социально-экономического) районирования. Шкалы географических измерений должны позволять улавливать и отражать геогра-

Таблица 2. Обобщенная схема матричной модели интегральной геосистемы

	Экономические центры и т.п.	Природные ресурсы ГС	Компоненты природной среды
	$ЭЦ_1, ЭЦ_2, \dots, ЭЦ_n$	$ПР_1, ПР_2, \dots, ПР_k$	$К_1, К_2, \dots, К_m$
Население, экономические центры, (поселения, ареалы деятельности) $ЭЦ_1$ $ЭЦ_2$ \vdots $ЭЦ_n$	Характеристика ЭЦ, поселений, ареалов, их территории, связи и сопряжения	Изменения природных ресурсов за счет антропогенных факторов (обратное ресурсопотребление)	Антропогенные изменения компонентов природной среды
Природные ресурсы $ПР_1$ $ПР_2$ \vdots $ПР_k$	Характеристика отдельных ПР, их запасы, объемы их использования в отдельных ЭЦ (прямое ресурсопотребление)	Межресурсные связи и сопряжения	Изменения компонентов, связанные с использованием природных ресурсов
Компоненты природной среды $К_1$ $К_2$ \vdots $К_m$	Характеристика компонентов, показатели их использования в ЭЦ	Характеристика (показатели) связей: природные ресурсы – компоненты природной среды	Межкомпонентные связи в природной среде

фические рубежи и границы. Например, шкалы высот, глубин, рельефа – должны отражать основные рубежи высотной поясности и морского дна, шкалы однородности компонентов и их состава – ландшафтные рубежи.

Шкалы соответствующих географических измерений должны позволять проводить содержательные оценки статики и динамики геосистем и их структурных звеньев. При этом многие измерения статики через их пересчеты в индексные и балансовые оценки могут использоваться и в оценках динамики, изменчивости геосистем.

Научно-технический прогресс в сфере инструментальных измерений, в сфере информатизации, в том числе в широком развитии ГИС-технологий, дистанционного зондирования и космической информации способствуют развитию новых методов и видов географических измерений. Так постоянно совершенствуются балансовые методы географических измерений и оценок. Например, с помощью космической информации можно более строго оценивать динамику продуктивности лесных экосистем, увязывать величину атмосферных осадков и речного стока и т.п. Разрабатываются балансовые методы оценки динамики природно-ресурсного потенциала определенной территории [2, 7 и другие].

В конце 1990-х и начале 2000-х годов резко возросло число исследований и соответствующих измерений и оценок биоразнообразия, в том числе ландшафтного [6, 10, 12 и другие]. При этом следует подчеркнуть, что особенностью географического подхода к измерениям и оценкам биоразнообразия является привязка таких оценок к определенным рубежам и границам, отдельным и сопряженным ландшафтам и геосистемам.

Свое развитие получили градиентные измерения. Например, нами предложены их новые виды – трансграничные градиенты, отражающие различия однородных природных, социально-экономических или экологических характеристик по обе стороны государственной границы [4 и другие]. Градиент экстремальности природных процессов в виде различия (абсолютного и относительного) проявления определенного экстремального процесса (землетрясения, осадков, наводнения, штормов и т.п.) на единице расстояния (например, 1, 10, 100 км или в других шкалах) [5].

Развитием дистанционных, в том числе космических методов исследований и измерений является получение спектральных характеристик природных компонентов и геосистем и более строгие количественные оценки их многих свойств, в том числе динамических [12 и другие].

Много нового в географические измерения и оценки, особенно во вторичные, расчетные, вносит широкое использование компьютерных технологий. Сопряжение последних с ГИС-технологиями позволяет переходить от прямых космических измерений территории к электронным цифровым картам, отражающим важнейшие структурные оценки природных, природно-ресурсных и социально-экономических территориальных систем [11, 15 и другие].

Возможность получения подобной информации, строгих географических измерений и оценок позволяет подходить к разработке содержательных моделей геосистем, отражающих не только их статику, но и тенденции динамики. В этой связи нами предлагается модель интегральной геосистемы (табл. 2).

Представленные в этой модели показатели и оценки изменений природных ресурсов и отдельных природных компонентов, оценки связей и сопряжений природных ресурсов с компонентами природной среды, а также показатели межресурсных и межкомпонентных связей в определенной геосистеме дают возможность переходить от оценок статики к оценке динамики геосистемы. Например, задавая определенные варианты изменений в населении, видах деятельности, в использовании отдельных природных ресурсов, можно выполнить соответствующие расчеты структурных трансформаций и получить прогнозные оценки интегральной геосистемы. Следует отметить, что в модели определенное самостоятельное значение имеют оценки по отдельным строкам и отдельным столбцам матрицы.

Выводы

Несмотря на заметный прогресс в развитии географических измерений и оценок, остается еще достаточно много нерешенных проблем. Во-первых, следует выделить самую сложную проблему измерения и количественных оценок связей и сопряжений: межкомпонентных в природных геосистемах, межресурсных – в территориальных природно-ресурсных системах, межкомпонентных – в территориальных социально-экономических системах и в целом – в интегральных геосистемах. Именно отсутствие строгих количественных оценок различных межкомпонентных связей и сопряжений в геосистемах не позволяет переходить к количественным оценкам многих их интегральных свойств, таких, например, как устойчивость, эмерджентность и другие. Не только научное, но и большое практическое значение имеют строгие количественные измерения и оценки таких свойств геосистем и территориальных социально-экономических систем, как их инерционность и динамичность. Однако подобные содержательные оценки еще не разработаны. Поэтому можно сделать вывод о том, что научные разработки в области географических измерений и оценок являются одними из важнейших в современных фундаментальных географических исследованиях.

Литература

1. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
2. Бакланов П.Я. Динамика природно-ресурсного потенциала территории и методы ее оценки // География и природные ресурсы. – 2000. – № 3. – С. 10-16.
3. Бакланов П.Я. Структуризация географического пространства – основа теоретической географии / Теория социально-экономической географии: современное состояние и перспективы развития // Мат-лы междунар. конф. под ред. А.Г. Дружинина, В.Е. Шувалова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного Федер. Ун-та, 2010. – С. 12-21.
4. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 216 с.
5. Бакланов П.Я., Качур А.Н. Система эколого-географических ограничений природопользования с учетом экстремальных природных и антропогенных процессов // Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Том 6. Отв. ред. А.М. Котляков. – М.: ИГ РАН, 2009.
6. Бочарников В.Н. Биоразнообразие: оценка и сохранение на основе технологий геоинформационных систем. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 288 с.
7. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков. Т.2. Природные ресурсы и региональное природопользование / П.Я. Бакланов, В.П. Каракин и др.; под ред. П.Я. Бакланова. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 560 с.
8. Геохимия ландшафтов и география почв / под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. – М.: АПР, 2012. – 600 с.
9. Дьяконов К.Н. Взаимодействие структурного, эволюционного и функционального направлений в ландшафтных исследованиях // Вестн. МГУ. Сер. Геогр. 2002. – №11. – С. 13-21.
10. Киселев А.Н., Урусов В.М., Игнатова Н.К. Биологическое разнообразие юга российского Дальнего Востока. Географические исследования на Дальнем Востоке. Часть II. Итоги и перспективы. 2001-2005 гг. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 59-74.
11. Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика // Мат-лы XI междунар. ландшафтной конф. / ред. коллегия: К.Н. Дьяконов (отв. ред.), Н.С. Касимов и др. – М.: Геогр. фак-т МГУ, 2006. – 788 с.
12. Пузаченко Ю.Г. Инварианты динамической геосистемы // Известия РАН, сер. Геогр., 2010. – № 5. – С. 6-16.
13. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – Изд-во АCADEMIA, 2004. – 416 с.
14. Снытко В.А., Семенов Ю.М. Опыт сопряженного картографирования геоморфов и геохор // География и природные ресурсы. – 1981. – № 2. – С.25-28.
15. Тихунов В.С., Цапук Д.А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. – Москва – Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. – 176 с.