
**ПРЕДМЕТ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ:
МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД**

© 2022 г. А. К. Черкашин*

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

**E-mail: akcherk@irmok.net*

Поступила в редакцию 02.02.2022 г.

После доработки 25.03.2022 г.

Принята к публикации 31.03.2022 г.

Обсуждается проблема выделения предмета географической науки, позволяющего отобразить фундаментальные свойства географических исследований: пространственность, системность, комплексность, конструктивность, междисциплинарность, уникальность, средообусловленность, средовая относительность, конкретность, сравнительность, внутреннее единство и сквозной характер изучения разнокачественных территориальных объектов как систем разного рода (полисистем, метагеосистем). Проблема решается в иерархии особым образом организованного знания по уровням представления и обобщения научной информации: инвариантные показатели, эмпирические и расчетные данные, понятийные знания, концептуальные модели, системные теории, метатеории и математика. Самостоятельно география может существовать только на метатеоретическом уровне наравне с философско-логическим и математическим анализом информации, основанном на процедурах расслоения на многообразиях связи характеристик земного пространства и пространства данных и знаний на непересекающиеся множества (слои) разного рода. Многообразия в качестве баз расслоения в обобщенном смысле рассматриваются как ландшафты географической среды, обычно скрытые от прямого наблюдения. География похожа на другие науки, но своими методами преимущественно изучает уникальные явления, что на метатеоретическом уровне выражается в познании конкретных объектов через учет своеобразия географической среды. Предлагаются математические теории, модели и методы реализации процедур разноуровневого расслоения географических знаний и их логической интерпретации.

Ключевые слова: информационные уровни, системные теории, метатеория, касательные расслоения, ландшафтное многообразие, математический и логический анализ данных

DOI: 10.31857/S0869607122020021

ВВЕДЕНИЕ

В научных исследованиях и в образовательной практике необходимо точно и ясно понимать предмет изучения объектов действительности, т.е. своеобразие понятий, средств и методов решения поставленных задач, что демонстрирует уникальность науки в ряду других наук, а также указывает на смежные области знаний, из арсенала которых могут заимствоваться необходимые способы решения. Предмет географических исследований — особый случай в определении предметной области науки по причине разнонаправленности интересов географии, пересекающихся и конкурирующих с интересами других областей знания, наподобие своеобразной философии существова-

ния всего на Земле. В этом заключается парадоксальность познавательной ситуации, препятствующей формированию и развитию географии как фундаментальной науки.

Спор о предмете географии — весьма давний, и продолжается до настоящего времени с разных позиций специалистами различных географических дисциплин и методологами науки [3, 5, 11, 17, 19, 24, 26, 30]. Единого мнения по этому поводу нет, что затрудняет изучение наблюдаемых процессов и явлений и отнесение полученных знаний к географическому или негеографическому содержанию. При рецензировании рукописей и оппонировании диссертаций постоянно возникает дискуссия по поводу — относятся ли представленные результаты исследований к географическим или нет? Проблема остается актуальной, теоретически и практически значимой и трудно разрешимой из-за отсутствия объективных критериев принадлежности. Обсуждая развитие взглядов на предмет, содержание и задачи географии, А.Г. Исаченко [11] отмечал, что любая наука не может застыть на одном месте, что заставляет постоянно пересматривать предложенные ранее ее определения, и возникает потребность в систематизации старых и выделении новых направлений развития географии.

Существует множество суждений относительно предмета исследований географической науки, имеющих различную важность и релевантность обсуждаемой проблеме. Необходимо переосмыслить накопленный опыт и знания с общих метатеоретических позиций, определить подобающее им место в системе знаний, выделить особо важные, существенные представления, скорректировать понятия и термины, наделив их новыми значениями, обеспечивающими естественное применение математических формул при решении научных задач и в прикладных расчетах. Многие из этих вопросов обсуждались ранее [32–34], однако новые результаты анализа проблемы заставляют вернуться к теме для уточнения предметного положения географии в системе наук, основываясь на опыте натуральных маршрутных и стационарных исследований, обработки пространственной информации, математического моделирования и геоинформационного картографирования.

СВОЕОБРАЗИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ НАУКИ

География — древнейшая наука наряду с математикой, историей и философией [18], и в этом смысле альфа и омега, начало и вершина формирования научного знания. Перечисленные науки требуют от исследователя высокой энциклопедичности, широты и глубины осмысления фактов. Такая особенность неслучайна, и подобное странное для многих изначальное соседство географии с науками мировоззренческого порядка указывает на ее высокое место в познании окружающего мира и предсказывает, какой должна быть география в будущем в системе метатеоретического познания.

География прежде всего связывается с объектом своего исследования: описание и изучение Земли [5]. Задача великих географических открытий прошлого — поиск таинственных неведомых земель, приведение их в известность и картографирование для информационного обеспечения нового хозяйственного и транспортного освоения. Вместе с тем Земля, географические явления и их взаимосвязи становятся разномасштабным объектом изучения практически всех наук, что дублируется в названиях отраслей географии: физическая, экономическая, политическая и иная география. О.А. Константинов [15] давно отмечал, что все географические науки одновременно принадлежат к соответствующим специальным наукам, например, фитогеография и зоогеография также являются науками биологическими, климатология и гидрология — физическими, историческая география — исторической, медицинская география — медицинской, экономическая география — экономической и т.д. В этом смысле понятны справедливые слова Э. де Суза [25, с. 56], что “многие статьи в наших журналах, доклады на профессиональных конференциях — не более чем дилетантское барахтанье в пред-

метах смежных наук”. Также подчеркивается, что для социально-экономической географии характерно размывание тематики по множеству новых направлений исследований, представляющих собой пересказ сделанного в других науках с некритичным использованием их методов [21].

Формируется мнение о ненужности географии и возможности заменить ее знаниями специальных наук подобно тому, как это реализуется в позитивистском течении в науке, полагающем ненужность философии для познания мира. Такое мнение постоянно демонстрируется до настоящего времени, что требует строгого отделения географического от негеографического знания. С другой стороны, эта особенность организации и проведения междисциплинарных исследований в географии открывает большие возможности для творческого ума, не ограничивающего себя узкой тематикой одной области знаний, а стремящегося познать земной мир в целом во всех аспектах его существования: как писал Н.Н. Баранский, “от геологии до идеологии”. В.В. Докучаев отмечал, что необходима особая наука о законах взаимоотношения в живой и мертвой природе с учетом воздействия человека, а не “расплывающаяся” во все стороны география. Однако опыт его междисциплинарных комплексных исследований стал основой формирования современного ландшафтоведения.

И. Кант разделял науки на систематические (математика, физика, биология), хронологические (история) и хорологические (география) [10]. Пространственный аспект изучения территорий отражает сущность хорологической концепции А. Геттнера [6]. До сих пор считается, что основу географии для восстановления своих позиций в науке должны составлять собственно пространственные исследования [21]. Особенностью географического мышления, по Н.Н. Баранскому [4, с. 143], является мышление, привязанное к территории, кладущее все суждения на карту, связанное и комплексное. Считается, что геопространственная парадигма обеспечивает географизацию остального научного знания [1], способствует формированию пространственных наук в других областях знаний. Без пространственного, хорологического подхода не может быть географии, но хорологический подход сам по себе не создает географию [11]. В дополнение к традиции, восходящей к К. Риттеру — считать основным предметом географии пространство и его заполнение — существовала другая традиция: видеть предмет географии в ландшафте в его узком и очень широком понимании, не исключая сакрального содержания [30]. Здесь прослеживается еще одна особенность географической науки — эквивалентность при определенных условиях объекта и предмета, когда, например, ландшафт трактуется в индивидуальном (объект), типологическом (предмет), специальном (геокомплекс) и общем (геосистема) смысле.

По мнению В.С. Преображенского [26, с. 19], география — система наук, избравшая для своего изучения гетерогенный по составу и сложный по истории развития и внутренним связям объект действительности, включающий природную и общественную составляющие. Это определяет своеобразие географической картины мира [22], объединяющей научные знания современной географии и отражает единое представление о взаимодействии природы и общества, что позволяет на философском, общеоисторическом уровне осмысливать проблемы взаимоотношения человека и природы [9]. “Наша наука, — подчеркивал В.М. Котляков [16, с. 179–180], — пожалуй, единственная, которая способна синтезировать естественноисторический, экономический и социальный подходы в рамках целостного учения об организации пространства, где протекает жизнь человека во всех ее проявлениях”.

В связи с этим возникла дискуссия о “единой географии”, инициированная проблемной работой В.А. Анучина [2], которая сейчас продолжается с меньшей интенсивностью и в ограниченных масштабах. Целостная концепция единой географии должна объединять природную, экономическую и социальную географии через междисциплинарные сквозные исследования, интеграцию и синтез знаний. Сквозной характер теорий, моделей и методов означает, что они отражают и объясняют свойства

разнокачественных объектов с единых системных позиций, поэтому проявление физикализма в смысле использования идей физики и других наук в географии в соответствующей интерпретации становится естественным. Пример – гравитационные модели в пространственном анализе социально-экономической географии.

Объединяющим началом в географии стал геосистемный подход [28], связывающий прежде всего отраслевые дисциплины в единое учение. Он противостоит тенденции [5] считать геоморфологию, метеорологию, гидрологию негеографическими дисциплинами, а объединяет их, включая частную экологию, экономику и социологию, в систему наук, изучающих динамические проявления в природе и обществе. В социально-экономической географии исследуются территориальные структуры и системы со свойствами саморазвития и самоорганизации в аспекте территориальной организации и комплексности, составляющих суть географического подхода конструктивной направленности на решение практических задач [3]. География стремится достичь своей главной цели – раскрыть простую и в то же время необычайно сложную тайну пространственной организации мира [26].

Всесторонний учет факторов и условий географического положения выступает важной особенностью географического мышления и географической культуры общества. В работах по теории географии А.А. Григорьев [7] утверждал, что предметом географии является географическая среда жизни общества – объединяющее начало для физической и экономической географии. Отражением такой позиции служат концепции географического детерминизма, признающие за географической средой решающую роль в развитии общества и общественного производства. По мнению В.А. Анучина, “географическая среда представляет собой сложное сочетание как природных, так и общественных условий, исторически сложившихся и продолжающихся развиваться на земной поверхности” [2, с. 127]. Можно согласиться с мнением этого же автора [2, с. 135], что географическая среда – специфический и общий объект изучения географии, основание для объединения всех географических наук. По определению, принятому в Национальном географическом обществе США, география занимается изучением местоположений и взаимоотношений между людьми и окружающей средой, чтобы понять индивидуальные особенности пространственного распределения объектов, их территориальных взаимосвязей и изменений с течением времени [38].

СИСТЕМА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Сущность географии можно осознать только в системе по-особому организованного знания на основе математических процедур расслоения информации. Выделяется несколько научных уровней обобщения информационных баз: инварианты, данные, знания, модели, теории, метатеории, математика (рис. 1). Базы данных включают первичные наблюдения и результаты экспериментов и вторичную информацию – результаты расчетов по моделям.

Среди данных выделяются инварианты – количественные и качественные величины, сохраняющиеся в системах отсчета разного рода, например, константы скорости света или золотого сечения, энергия тела или площадь территории. Знания систематизируют понятия и координаты пространства представления данных, которые увязываются между собой в модели, что создаются по правилам системных теорий и конкретизируются на метатеоретическом уровне описания взаимодействия “объект-среда” математическими методами. Обосновывается гипотеза о том, что география относится к метатеоретическому, субматематическому уровню исследований, использующему методы методологического, математического и статистического (численного) анализа, а также проявляющемуся на всех нижележащих уровнях информационного обеспечения от первичных данных (описаний) до системных теорий [33].

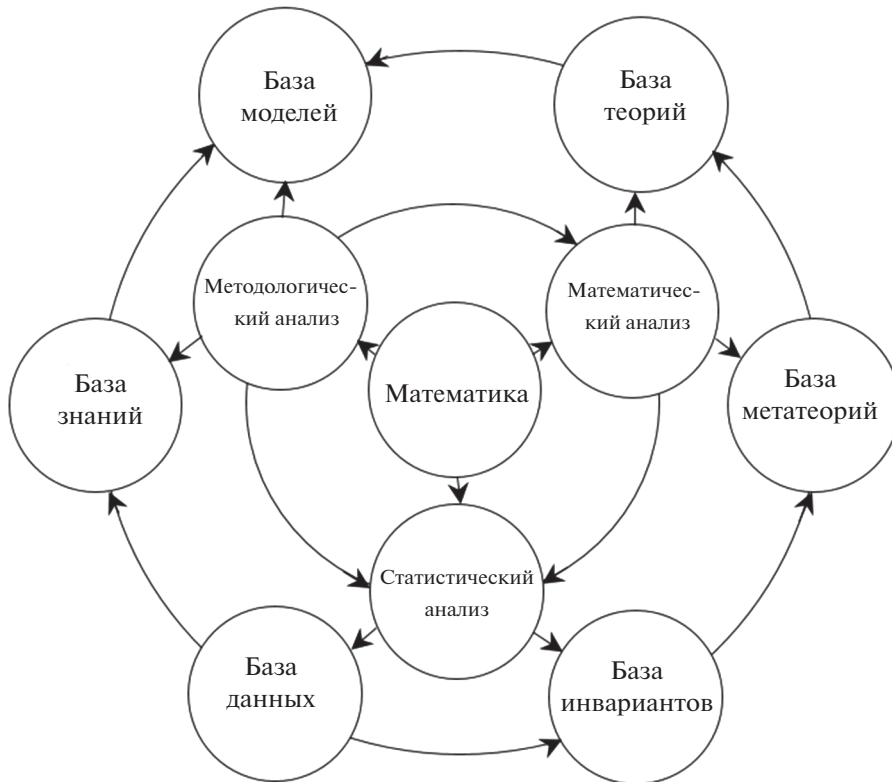


Рис. 1. Концептуальная схема организации связи уровней научной информации вокруг математического знания. Стрелками обозначены процессы передачи и преобразования информации.

Fig. 1. Conceptual scheme of the organization of scientific information levels around mathematical knowledge. The arrows indicate the processes of transmission and transformation of information.

Центром, или точкой отсчета в представленной схеме является математика – абстрактное, формализованное строго логически организованное истинное знание. На рис. 1 показаны связи математического знания с другими уровнями научной информации, опосредованные математическими методами и вычислительными алгоритмами анализа. В этой схеме стрелками отражены процедуры дедуктивного и индуктивного вывода, а также моделирования. Индуктивное восхождение от частного к общему через типологию, идеализацию и формализацию информации состоит в том, что описание более конкретных ситуаций требует все более сложных обобщающих глубоко формализованных и абстрактных математических структур. С другой стороны, не всякое дедуктивно выводимое в математике знание истинно в смысле объективного существования и проявления формализованных связей, и для конкретизации знания по нисходящей линии требуется на каждом уровне вводить определенные ограничения для наполнения научной информации содержанием.

Математика должна радиально пронизывать все информационные уровни и проявляться в формах статистической обработки данных, математических моделей и теорий. Согласно Г. Галилею, “математика – это язык, на котором написана книга природы”. По И. Канту, “в каждой естественной науке заключено столько истины, сколько в ней есть математики”. Наконец, К.Ф. Гаусс считал, что “математика – царица наук, а теория чисел – царица математики”. Нет ничего необычного в том, что мате-

матика обогащает исследовательскими средствами все существующие науки, как и в том, что географическое мышление естественным образом распространяется на другие области знания [34]. Математическая география — это не математическая теория, а метатеория субматематического уровня, связанная по схеме с математическими моделями и теориями остальных наук. Она относится к классу наук статистического анализа исходной информации, использующей средства математического и методологического анализа. По этой причине целью развития географии становится создание математической географии как метатеоретической науки в единстве с другими эмпирическими прикладными науками метатеоретического плана: такими как история, медицина, техника, педагогика и т. д. Эти науки становятся опосредующими звеньями между абстрактной математикой и предметными теориями чистого знания. Идеи методологического и математического анализа раскрываются в трансцендентальной философии, логике и прикладной математике, базирующихся на процедурах расслоения знаний.

В метатеории исследуются расслоения трех типов: дискретное, дискретно-непрерывное и непрерывное. Расслоением $s = (X, \pi, B)$ называется отображение π пространства X на пространство B : $\pi: X \rightarrow B$. Пространство X называется пространством (множеством, объектом) расслоения, а B — базой расслоения, состоящей из набора элементов b_i этой базы. Обратное отображение $\sigma = \pi^{-1}$ такое, что $\sigma: B \rightarrow X$ сечет пространство X и превращает его в расслоенное пространство $Y = \{Y_j\}$ независимых слоев Y_j . Для любого элемента базы расслоения $B = \{b_j\}$ прообраз $Y_j = \sigma(b_j)$ называется слоем расслоения σ над элементом $b_j \in B$. Тривиальным расслоением называется расслоенное пространство, которое может быть представлено прямым произведением $Y \times B$, т.е. как система слоев Y_j , организуемых на базе элементов B , например, множество Y параллельных линий Y_j на плоскости X , пересекающих одну линию B в разных точках $b_j \in B$. Отображение $Y \times B \rightarrow B$ есть сечение $Y_j = \sigma(b_j)$, что выделяет из множества Y слой Y_j . Всякая система $S = V \times U$ может рассматриваться как своего рода расслоение объектов и явлений по разным основаниям на элементы V и их связи U и представлена в виде графа вершин V и ребер U . Расслоение разбивает множество X на непересекающиеся подмножества Y_j , каждое из которых связано с конкретным элементом базы расслоения b_j , причем считается одновременно $b_j \in Y_j$ и $b_j \in B$. Так, например, получается при картографировании территории X — представления X в виде атласа карт $Y = \{Y_j\}$ разных участков местности по пунктам $B = \{b_j\}$. Другой пример — решение задачи типологического картографирования, разбиения образа территории на тематической карте X на ареалы $Y = \{Y_j\}$ геосистем разного типа $B = \{b_j\}$ или задачи районирования $Y = \{Y_j\}$ страны X с привязкой к административным центрам $B = \{b_j\}$. Здесь территория X , во-первых, подразделяется по разным основаниям $B_k = \{b_{jk}\}$, а во-вторых, дифференциация X может проводиться по различным масштабным уровням, т.е. расслоение становится многократным, образует иерархическую структуру. Элементы базы расслоения формируют пространственную структуру, в частности, по признакам соседства. Все это, в частности, учитывается в моделях теории центральных мест В. Кристаллера.

Важной особенностью расслоенного пространства $Y = \{Y_j\}$ является возможность сравнения слоев $Y_j \leftrightarrow Y_{j_1}$ совмещением (отождествлением) позиций элементов их баз $b_j, b_{j_1} \in B$, что становится, с одной стороны, основанием для сравнительно-географического анализа, например, при сопоставлении зональных типов (норм) геосистем, а с другой, — формирования географических комплексов в форме единиц территориальной организации. Появляется возможность путем преобразования информации переводить сведения об одном объекте в сведения о другом, осуществлять вывод знаний по аналогии, что важно, в частности, для решения задач интерпретационного картографирования, пространственной экстраполяции и прогнозирования.

Слои Y_j расслоенного пространства $Y = \{Y_j\}$ не пересекаются, и поэтому представляют собой систему независимых координат, в которой всякий объект или явление однозначно параметризуется, например, значениями долей площади ареалов разного типа геосистем изучаемого ландшафта. В качестве расслоенного пространства $X = \{X_i\}$ также рассматривается координатное пространство X_i представления данных, в котором каждый объект характеризуется значениями $x = \{x_i\}$ координат $x_i \in X_i$. Координаты X_i соответствуют определенным географическим понятиям и терминам, а значит атрибутам баз данных. Всякая характеристика $x_i(\xi, t)$ привязана к конкретной точке пространства ξ и моменту времени t , поэтому изменение $x_i(\xi, t)$ по местоположению ξ соответствует аналитической карте скалярного поля $x_i(\xi, t)$ в момент времени t , в частности, карте высот рельефа с изолиниями слоения $x_i(\xi, t) \rightarrow h$ по грациям $h = \{h_j\}$ высоты. Так во всякой науке проявляется пространственно-временной аспект сбора и представления данных, а в географии особенно, что задается системой географических координат ξ и времени t .

Математическая модель – это функция $F(x) = F(x, \xi, t)$, связывающая переменные величины $x = \{x_i\}$ с учетом или без учета ξ и t . Существует огромное разнообразие функций связи $F(x)$; содержательно истинными из них являются только некоторые, вытекающие из законов специальных теорий. Теории регламентируют системный вид моделей и форму взаимосвязей, а модели идентифицируются набором переменных, их начальных и граничных значений, характеристиками состояния среды, включая внешнее управление, что позволяет проводить расчеты. В теориях формулы задаются в общем, чистом виде без привязки к конкретным обстоятельствам. В базах знаний выделяются общие понятия о координатах – шкалах измерения переменных величин (данных). Инвариантные константы (нормы) также существуют в чистом виде, не зависят ни от географических координат и времени, ни от состояния окружающей среды, ни от выбранной системы координат показателей (атрибутов). Чистые общие (0) и “нечистые” (1) средообусловленные знания чередуются через одну позицию (см. рис. 1): инварианты (0), пространственные данные (1), предметные знания (0), модели (1), теории (0), метатеории (1), математика (0). Здесь уместно упомянуть критерий географичности Н.Н. Баранского: “что есть везде, в географии не должно быть нигде”, в частности “географа и туриста интересуют местные особенности, а не то, что есть повсюду” [27, с. 59–60]. Этим подчеркивается идиографическая направленность географической науки, исследующей индивидуальную конкретную действительность.

Что из последовательности информационных уровней следует отнести к географии? Поиск инвариантных норм по критерию Н.Н. Баранского явно не относится к этой науке (см. рис. 1). Сбор и анализ пространственных данных – эмпирическая основа географических исследований. По мнению Э.Ю. Петри [5], задача географии – свести материал разных наук в единый свод и применить его к полной характеристике Земли. Ландшафтное описание характеристик компонентов в базе данных ГИС должно проводиться с необходимой полнотой и детальностью, что обеспечивает высокую точность статистического анализа и тематического картографирования территорий.

Следующий информационный уровень – это знания-понятия, которые выступают общими для всех наук, воспринимаются и трактуются разными науками одинаково, поэтому интересуют географию только в процессе работы в общенаучной культурной среде. Особые географические термины (знаки) – названия географических объектов и явлений – это координированные нечисловые данные, в текстовом виде отображающиеся на карте. Концептуальные и математические модели не могут существовать без привязки к начальным, граничным и средовым условиям, поэтому должны быть объектно-ориентированы и географически обусловлены. Специальные теории с помощью базовых понятий и аксиом абстрагируются от частных моделей, создают и исследуют типовые системные модели на все случаи, в связи с чем теоретическое чистое

знание должно быть неинтересно географу. Однако для создания расчетных моделей для той или иной проблемной области географ должен досконально знать законы используемой системной теории, чтобы исключить упомянутое “дилетантское барахтанье” или с пониманием работать со специалистами в этой области.

Вместе с тем для самого теоретического знания требуется реорганизация в соответствии с требованиями методологии полисистемного расслоения знаний [31]. Географ должен рассуждать примерно следующим образом. Всякий сложный объект X может быть представлен как полисистема $Y = \{Y_j\}$, т.е. множество систем Y_j разного рода j . Модели однородных систем объединяются в специальную теорию T_j , в которой объект X описывается в системных характеристиках Y_j этой теории j , например, теории сложных, динамических, функциональных, классификационных или других типов систем. Любая теория дает адекватное описание объекта в своих терминах в части решаемых в рамках данной теории задач. В каждой теории система понимается по своему как множество специальным образом взаимосвязанных элементов с индивидуальными характеристиками в отдельном понятийно-координатном пространстве $X = \{X_j\}$. Знания об объекте X проецируются в координатную полисистему теорий $T = \{T_j\}$ [31] в виде расслоенного пространства $Y = \{Y_j\}$ знаний об объекте: $Y_j \subset X$, $Y_j \subset Y$, $Y_j \subset T_j$ одновременно. Предполагается плюрализм теорий и соответственно множественность языков системного описания. Идея теоретического расслоения знаний предполагает наличие базы расслоения $X \rightarrow B$, элементом $b_j \in B$ которой является особое понимание объектов как системы j -го рода, выраженное в базовых терминах и аксиомах их связей. База B представляет разное виденье реальности (теоретический ландшафт) как систем различного рода. Науки в современном понимании смешивают знания различных системных теорий, что для совершенства познания требует расслоения накопленных знаний на полисистемной основе.

Всякая теория T_j в соответствии со свойствами любого слоя является сквозной, т.е. описывает с помощью своих системных средств все объекты действительности, представляет специальный предметный срез исследования этих объектов вне зависимости от их качеств. По этой причине идея единства естественного и социального знаний заложена уже на уровне сквозных системных теорий (интертеорий), а проблема единства географических знаний вторичны и решается автоматически, бесспорно. Чистые законы, например, механики или экономики, выводимые из аксиом теории T_j , также имеют сквозные качества, т.е. всюду действуют независимо от условий среды их применения, в силу чего не являются географическими законами.

Возможность сравнения слоев-теорий $T_j \leftrightarrow T_{j1}$ путем сопоставления (интерпретации) их понятийных и аксиоматических баз $b_j, b_{j1} \in B$ позволяет одну из теорий T_0 использовать в качестве типовой $T_0 \leftrightarrow T_j$, что позволяет по образцу T_0 путем интерпретации – замены системных понятий $b_0 \in T_0$ на другие системные понятия b_j – построить новую теорию T_j . Такой образцовой теорией T_0 считается общая теория систем [31], что в содержательном виде соответствует систематической философии в части онтологии и диалектики, раскрывающих наиболее общие понятия (категории) и законы объективного существования. Системы S_k общего вида b_0 сквозным образом отражают действительность и объединяются в универсальную мировую систему (универсум) S , $S_k \subset S$. Аналогично все изменения (различия) ΔS_k являются частью $\Delta S_k \subset \Delta S$ универсального изменения (движения) ΔS . Постулируется, что любые изменения ΔS_k , по разному понимаемые в разных теориях, есть результат какого-то действия (преобразования) D_k (борьбы противоположностей): $\Delta S_k \equiv D_k$. Формулируется три аксиомы диалектики – общей теории систем:

$$S \equiv C, \quad \Delta S \equiv C, \quad \Delta S_k \equiv D_k. \quad (1)$$

Символ C соответствует повсеместному и постоянному существованию – инвариантному качеству системы, что всегда и везде сохраняется. Первые две аксиомы постулируют объективное существование и изменение мира систем как универсальной системы, третья – отражает основной закон диалектики. В силу универсальной общности аксиом (1) они могут в соответствующей интерпретации понятий рассматриваться как законы любого теоретического слоя T_j с указанием инварианта слоя $S \equiv C$ – элемента соответственной базы, границ изменения $\Delta S \equiv C$ – ядра слоя и специальных правил преобразования $\Delta S_k \equiv D_k$ [33].

Типовая теория (1) задает образец $T_0 \leftrightarrow T_j$ теоретического мышления, когда философские категории переинтерпретируются в специальном системном смысле [33], например, в логике (исчислении высказываний): универсальное высказывание обо всем – истинно (истина C существует), всякое новое знание $\Delta S \equiv C$, полученное по строгим логическим правилам преобразования $\Delta S_k \equiv D_k$ – истинно. В терминах теории общественной деятельности устойчивые отношения человека и природы регламентируются требованиями сохранения природы $S \equiv C$ и постоянного экономического роста $\Delta S \equiv C$. Последний системный подход иногда соотносят с метагеографией или геополитикой.

Для географической науки законы диалектики в форме общей теории систем – это первичная исследовательская позиция объективного существования и изменения географической оболочки Земли по разным правилам преобразования. Причем эта заявленная позиция справедлива для любой системной теории и отражается в ее аксиоматике, а значит не относится собственно к географическому знанию. Законы, отображенные в математических символах, исследуются математическими средствами, что позволяет выразить эти законы формально. Понятно, что абстрактные математические формальные системы, не привязанные к содержанию, не являются предметом географии. Схема на рис. 1 отражает структуру слоя знаний с базовым центром b_j , соответствующим самостоятельным разделам математики (алгебре, логике, топологии, теориям множеств, структур, чисел и групп), воспринимаемым на самом абстрактном, метаматематическом уровне. Каждый из разделов организует научное знание по своему усмотрению: например, с геометрических позиций расслоения пространств на многообразиях – метатеоретическому подходу, соответствующему особым предметным интересам географической науки.

МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Дискретно-непрерывная форма расслоения создается в терминах дифференциальной геометрии, которая формировалась в рамках собственно математического анализа, приобрела самостоятельное значение и используется в научных целях в виде методов прикладного математического анализа знаний. Рассматривается пространство R^n дифференциальных признаков объектов в системе X независимых координат $X = \{X_i\}$, $I = 1, 2, 3, \dots, n$ (атрибутов), в которой каждая точка $x \in X$ координируется последовательным набором значений координат $x = \{x_i\}$, $x_i \in X_i$, параметризованных $x_i(\xi, t)$ в пространстве ξ и времени t . Связи между переменными $x = \{x_i\}$ задаются непрерывными функциями $F(x)$, представляющими собой поверхности – своеобразный рельеф или ландшафт в пространстве $X = \{X_i\}$.

Расслоение $\pi : X \rightarrow B$ пространства X происходит на базе $F(x_0)$ – множества точек $x_0 = \{x_{0i}\}$ на поверхности $F(x)$. Если множество этих точек дискретно, расслоение является дискретно-непрерывным, т. е. дискретным по $F(x_0)$ и непрерывным по $F(x)$. Так отображается двойственность ландшафтных характеристик, например, в непрерывном изменении растительного покрова и его дискретной дифференциации по ареалам ассоциаций и формаций. Если $F(x_0)$ и $F(x)$ непрерывны одновременно, то расслоение является непрерывным, что широко используется при описании физи-

ческих полей $F(x)$, когда $F(x_0)$ рассматривается в качестве калибровочного поля, учет которого в формулах позволяет свести наблюдаемые зависимости к чистым законам физики поля.

Л.С. Берг [5] предложил считать предметом географии именно ландшафт, понимая под ландшафтом закономерную группировку объектов $x = \{x_i\}$ органического и неорганического мира, изучаемую как пространственную целостность $F(x)$. Ландшафты исследуются разными специалистами – представителями ряда наук, а географы заимствует их материалы, используют полученные данные для познания ландшафтов при помощи собственного хронологического метода [5]. Без глубокого анализа и синтеза накопленных материалов цельная, гармоничная картина естественных ландшафтов не вырисовывается. По Л.С. Бергу [5], природный ландшафт есть область, в которой характер $x = \{x_i\}$ рельефа, климата, растительного и почвенного покрова сливается в единое гармоническое целое $F(x)$, типически повторяющееся $F(x_0)$ на протяжении известной зоны Земли. Декларируемая типичность подразумевает возможность существования ландшафта как базы расслоения $F(x_0)$ – идеализированного образа ландшафта, к которому естественным образом каждый ландшафт эволюционно стремится: $F(x) = F(x_0)$. Обобщенное понимание ландшафта стало характерным для современной науки [30].

Расслоение $\pi : X \rightarrow F(x_0)$ называется касательным (тангенциальным), если каждый слой $Y(x_0)$ является касательной (гипер)плоскостью к поверхности $F(x)$ в точках $F(x_0)$ в пространстве X . Сечение $\sigma : F(x_0) \rightarrow X$ разбивает пространство переменных $X = \{X_i\}$ на множество слоев $Y = \{Y(x_0)\}$. Идея расслоения (дифференциации признаков пространства X) состоит в том, что неизвестная функция $F(x)$ послойно аппроксимируется в широкой окрестности координат точки касания $F(x_0)$, $x_0 = \{x_{0i}\}$. Поверхность $F(x)$ с такими качествами называется многообразием; функция $F(x)$ не является произвольной, а относится к определенному классу функций-законов, реально описывающих природные и социальные явления. Основываясь на этих замечаниях, определяется вид таких функций.

Математически строгое касательное преобразование Лежандра переводит функцию связи исходных переменных $F(x)$, $x = \{x_i\}$ в неизвестную функцию двойственных переменных $F^*(a)$, $a = \{a_i\}$ и обратно $F(x) \leftrightarrow F^*(a)$:

$$F(x) = a \cdot x + F^*(a) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_ix_i + \dots + a_nx_n + F^*(a), \quad a_i = \frac{\partial F(x)}{\partial x_i}. \quad (2)$$

Здесь $a = \{a_i\}$ – весовые коэффициенты чувствительности, показывающие, насколько изменится функция $F(x)$ при изменении независимой переменной x_i на единицу при сохранении значений остальных переменных; $a \cdot x$ – скалярное произведение векторов a и x .

Статистически уравнение (2) – это регрессионное соотношение со свободным членом – отрезком, соответствующим величине $F(x) = F(0) = F^*(a)$ в начале координат $x = 0$. При $a = \{a_i\} = 0$ функция $F(x)$ имеет экстремальные значения (минимум или максимум), равный $F(x) = F^*(a)$. Коэффициенты $F^*(a)$ и $a = \{a_i\}$ уравнения (2) рассчитываются по серии данных $F(x)$ и $x = \{x_i\}$ средствами регрессионного анализа, широко применяемого в географии при обработке пространственных данных. Принципы касательного расслоения дают возможность правильно интерпретировать результаты статистической обработки.

Преобразование Лежандра (2) широко используется в разных областях науки, например, в термодинамике, где свободная энергия $F^*(a)$ получается, как преобразование Лежандра внутренней энергии $F(x)$, где $x = \{x_i\}$ – экстенсивные потенциалы (энергия, объем), $a = \{a_i\}$ – интенсивные потенциалы (давление, температура) физической си-

стемы. В экономике $F(x)$ имеет смысл дохода, скалярное произведение $a \cdot x$ – издержек производства, где a, x – цены и количество затраченных ресурсов, $F^*(a)$ – скрытая прибыль, зависящая от изменения уровня цен. Предполагается, что за каждым наблюдаемым явлением $F(x)$ стоит скрытое содержание $F^*(a)$ (сущность), определяющая параметры этого явления с учетом оператора действия факторов $L[F(x)] = a \cdot x$.

Уравнение (2) для каждого слоя $Y(x_0)$ в точке касания $x = x_0$ имеет вид:

$$F(x_0) = a_1x_{01} + a_2x_{02} + \dots + a_ix_{0i} + \dots + a_nx_{0n} + F^*(a), \quad (3)$$

откуда

$$F^*(a) = F(x_0) - a_1x_{01} - a_2x_{02} - a_ix_{0i} - \dots - a_nx_{0n}. \quad (4)$$

зависит не только от весовых коэффициентов чувствительности $a = \{a_i\}$, но и от параметров инварианта слоя $x_0 = \{x_{0i}\}$, детерминирующих базовые условия среды реализации функции $F(x)$. Из уравнения (4) находится неизвестная функция $F^*(a)$, величина которой подставляется в уравнение (1), и получается $F(x) = a \cdot (x - x_0) + F_0 = a \cdot y + F_0$. Здесь $y = \{y_i\} = \{x_i - x_{0i}\}$ – значения локальных координат в смещенных, относительных переменных:

$$f(y) = a_1y_1 + a_2y_2 + \dots + a_iy_i + \dots + a_ny_n, \quad a_i = \frac{\partial f(y)}{\partial y_i}, \quad (5)$$

где $f(y) = F(x) - F_0$ – различие текущих и базовых значений функции $F(x)$ в слое инварианта $x_0 = \{x_{0i}\}$. Преобразование Лежандра $f^*(a)$ функции $f(y)$ равно нулю $f^*(a) = 0$, что указывает на универсальность уравнения (4), идентичного в каждом слое, что позволяет сравнивать слои и функционально переходить из слоя в слой. Функция $f(y) = a \cdot x$ выражает всеобщий закон, обеспечивающий универсальность и объективность метатеоретических положений и действий, в которых значение средового контекста жизнедеятельности индивидов снижается до минимума, отчуждается от объекта исследования. При определении конкретных решений $F(x) = f(y) + F_0 = a \cdot y + F_0$ необходимо учитывается средовой контекст F_0 . Это один из основных законов географической метатеории, связывающий идеальную возможность F_0 с материальной реальностью $F(x)$ через законы $f(y) = a \cdot y$ преобразования.

Имея в наличии параметры $F^*(a)$ и $a = \{a_i\}$ нескольких регрессионных уравнений (2), по регрессионному соотношению $F^*(a)$ (4) появляется возможность вычислить значения положения центра слоя $F(x_0), x_0 = \{x_{0i}\}$. Это дает возможность проверить, относится ли имеющееся уравнение (2) к данному слою с параметрами $F(x_0), x_0$, что позволяет решать задачи типизации и районирования. В географии многообразия $F(x_0)$ выделяется прямыми или косвенными наблюдениями и сравнениями, например при изучении географических циклов ландшафтов или восстановительно-возрастной динамики растительного покрова, когда промежуточные стадии растительности переходят в эквифинальные (экстремальные $y = 0, a = 0$) состояния потенциальной растительности (коренные зональные типы) $F(x_0)$. При косвенном изучении на территории выделяются коренные ландшафтные формы, с которыми связывается серия производных ландшафтов.

Приведенные метатеоретические выкладки являются принципиальными и общими для формул разных теорий, рассматриваемых как различные слои организации научных знаний. Законы теории (1) напрямую следует из соотношений (2)–(4), если действием D_k считать произведение векторов $D(a, y) = a \cdot y$, а изменением – функцию $\Delta S = f(y) = F(x) - F(x_0)$.

Соотношения касательных расслоений внешне напоминает положения трансцендентальной философии И. Канта. На рис. 1 это соответствует позиции методологического анализа уровня метатеории. И. Кант в Кенигсбергском университете препода-

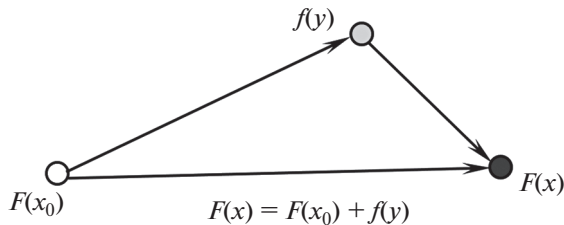


Рис. 2. Схема треугольных коммутативных связей в логике метатеоретического анализа.

Fig. 2. The scheme of triangular commutative connections in the logic of metatheoretical analysis.

вал разные предметы: физику и метафизику, математику и логику, географию и этику. Считают, что через разнообразие дисциплин он достигал свободного интеллектуального видения и приобретал зрелое суждение о научной проблематике в целом. Чтение лекций по физической географии и страноведению, возможно, сыграло для Канта существенную роль в дальнейшем развитии его философских взглядов и убеждений [36]. Для иллюстрации своих мыслей И. Кант использовал географические и математические понятия, хотя в его работах отсутствовали собственно формулы и графические схемы. При исследовании явлений физико-математической ориентации первым предметом его естественнонаучного интереса стала Земля: многообразие и происхождение ее образований и ее положение в космосе [12].

Современная наука в различных областях исследования с вниманием относится к эпистемологическому наследию И. Канта для познания напрямую эмпирически непознаваемых сущностей. Считается [20], что И. Кант создал всеохватывающее систематическое описание архитектурной способности чистого разума формировать системы, которое можно успешно применять и развивать в современных условиях. Большое влияние его работы оказали на становление феноменологии, которая, по мнению Э. Гуссерля [8], могла бы стать инструментарием для систематического пересмотра всех наук. Трансцендентальная аргументация И. Канта превратилась в один из любимых приемов рассуждения и доказательства в аналитической философии [39], выступающей за ясность, точность и логическую строгость мышления.

Трансцендентальный метод занимается поиском общезначимых не эмпирических, а абсолютно априорных предпосылок наблюдаемых явлений и нацелен на выявление лежащих в основании предельных условий их существования, делающих возможным сам феномен. За явлениями, доступными опыту, находится мир предметов “самих по себе”, познать который человек, по И. Канту, не в состоянии [14]. Эти положения формализуются математическим уравнением $F(x) = f(y) + F_0$, разделяющим явление $F(x)$ на сумму априорных условий чистого рассудка $F_0 = F(x_0)$ и чистого разума $f(y)$, т.е. начальных предпосылок (состояния, среды) существования F_0 и законов преобразования $f(y) = a \cdot y$ исследуемой системы $F(x)$ (рис. 2). Необходимым условием познания является введение априорных трансцендентальных понятий, разделительных атрибутов X_i , что соотносится с созданием системы независимых координат $X = \{X_i\}$, координатацией явлений $x = \{x_i\}$ и неявным заданием их функции связи $F(x)$ с ее значением $F_0 = F(x_0)$ на входе.

Треугольная схема перевода $F_0 \rightarrow F(x)$ посредством операции преобразования $f(y) = a \cdot y$ (см. рис. 2) выступает базовой для формирования разнообразных моделей в логике, семиотике, трансцендентальной аналитике, семантическом моделировании и когнитивной графике. В ней воспроизводится классическая логическая последовательность вывода – тезис F_0 , антитезис $f(y)$, синтез $F(x)$, – а также многие триадные

соотношения для переработки геоинформации [35]. Ф.Н. Мильков [23] в физической географии использовал правило триады, согласно которому различаются крайние (окраинные, противоположные) позиции F_0 и $F(x)$ и срединная позиция $f(y)$, например, оппозиция низинных и возвышенных местоположений F_0 и $F(x)$ и склонов $f(y) = a \cdot y$, возвышающихся по градиенту высоты a с увеличением отклонения $y = x - x_0$ положения x в рельефе $F(x)$ от равновесного $F(x_0)$ на равнине. По схеме рис. 2 моделируется связь разного понимания ландшафта – индивидуального $F(x)$, типологического $F_0 = F(x_0)$ и общесистемного $f(y) = a \cdot y$. Выделение индивидуальных районов происходит по их внутренней структуре типологических единиц, т.е. по сочетанию в ландшафте долей площади ареалов $a = \{a_i\}$ разных типов $y = \{y_i\}$ местностей, урочищ или фаций. Идентификатор каждого типа y_i – это азональная мера отклонения его частной характеристики x_i от характеристики зонального типа x_0 , общей нормы для всех геосистем выбранного иерархического уровня данной природной зоны $F(x_0)$.

Думается, что декларируемый агностицизм И. Канта был связан с отсутствием в его время адекватных метатеоретических методов познания, а именно, прикладного математического статистического анализа, позволяющего на основе формальных законов и массивов пространственных эмпирических данных выявлять неизвестные параметры и связи математических моделей систем, проводить идентификацию моделей. Такая постановка во многом аналогична задаче дешифрирования скрытых от прямого наблюдения характеристик и закономерностей.

Шифрование имеет отношение к практической задаче соблюдения конфиденциальности передаваемой информации, так и к научному процессу извлечения знаний из наблюдаемых фактов. Исходим из общей схемы $F(x) = f(y) + F_0$, связывающей исходную скрытую информацию F_0 с наблюдаемой известной $F(x)$, полученной с помощью ключа преобразования $f(y)$: $F_0 \rightarrow F(x)$. Научное познание представлено двумя способами дешифрирования: 1) извлечение скрытого знания на основании знания законов (ключа) преобразования $F_0 = F(x) - f(y)$; 2) выявление законов преобразования $f(y) = F(x) - F_0$ путем сравнения входной F_0 и выходной $F(x)$ информации по принципу “черного ящика”. Первый исследовательский подход состоит в идентификации средовых условий, основываясь на знании законов преобразования (моделей) и имеет прямое отношение к предмету географических исследований. Второе направление связано с исключением из наблюдений $F(x)$ влияния среды F_0 и получением чистого знания $f(y)$ через процедуры мета-анализа. Это отражает тот факт, что познаваемая реальность зашифрована, и расшифровать ее возможно только при использовании соответствующих методов, основанных на знании ключей, дешифраторов и входных условий (обстоятельств). Идея естественного шифрования, в терминах философии И. Канта, возможно, состоит в том, что человек, имея в наличии зашифрованные данные о природе и обществе и не обладая ключом, не может ни понять, ни адекватно изменить реальность. В этом смысле исследовательский процесс аналогичен криптоанализу, методики которого позволяют дешифровать скрытые данные и знания с использованием математического анализа накопленной информации, что, например, важно при дешифрировании мультиспектральных растровых космических снимков разного разрешения. Вообще, дешифрирование $F(x) \rightarrow F(x_0)$ – один из ключевых методов современной географии, связанный с извлечением закономерностей из массивов данных: data-mining – совокупность статистических и интеллектуальных методов обнаружения в данных неизвестных, нетривиальных, практически полезных знаний, необходимых для принятия решений.

Первый подход $F_0 = F(x) - f(y)$ ориентирован на извлечение знаний F_0 о среде реализации процесса или явления посредством сравнительно-сопоставительного анализа. Проводятся наблюдения в локальных условиях x_0 с регрессионным расчетом ли-

нейной зависимости вида (2) отклика системы $F(x)$ на воздействие факторов x разных местоположений и ситуаций:

$$F_1(x) = \alpha_1 x + \beta_1, \quad F_2(x) = \alpha_2 x + \beta_2. \quad (6)$$

Здесь для примера рассматривается два случая парной зависимости (6) с коэффициентами α_1, α_2 – значениями $a = \{a_j\}$ и β_1, β_2 – значениями $F^*(a)$ из уравнения (2). Если эти линейные связи описывают однотипную ситуацию $x = x_0$, то они образуют систему, где линии (6) на плоскости пересекаются в одной точке $[F(x_0), x_0]$ касания этой плоскостью неизвестной зависимости $F(x)$:

$$F(x_0) = \alpha_1 x_0 + \beta_1, \quad F(x_0) = \alpha_2 x_0 + \beta_2, \quad x_0 = (\beta_2 - \beta_1)/(\alpha_1 - \alpha_2). \quad (7)$$

Отсюда следует связь коэффициентов вида (4) $\beta(\alpha) = F(x_0) - \alpha x_0$, которая позволяет по серии расчетов коэффициентов α и β статистически восстановить $\beta(\alpha)$. Такая зависимость коэффициентов регрессионных уравнений наблюдается в различных областях науки [13, 37], где удается $F(x)$ привести к линейной форме. Универсальные уравнения в данном варианте при $y = x - x_0, f(y) = F(x) - F(x_0)$ имеют вид $f(y) = \alpha y$, что позволяет преобразовать одну зависимость $f(y) = \alpha_1 y$ в другую $f(y) = \alpha_2 y$ простым изменением значения коэффициента α , т.е. поворотом линий вокруг инвариантной точки $[F(x_0), x_0]$. Это обеспечивает парную аффинную связность и в целом конгруэнтную комплексность изучаемой системы $F(x)$.

Например, в агроландшафтах Курской биосферной станции Института географии РАН исследовались процессы дыхания черноземной пахотной почвы $F(x)$ – эмиссия CO_2 из почвы под разными культурами – и выявлена зависимость вида (2) $F(x) = \alpha x + \beta$ интенсивности эмиссии ($\text{г/м}^2/\text{час}$) от температуры почвы x на глубине 5 см: для подсолнечника $F(x) = 0.013x - 0.112$, для ячменя $F(x) = 0.006x + 0.021$, для картофеля $F(x) = 0.010x - 0.061$ [29, с. 98]. По данным измерений эмиссия CO_2 сильно варьирует в течение вегетационного периода и составляет, например, под ячменем $0.138 \pm 0.068 \text{ г/м}^2/\text{час}$. Зависимость коэффициентов перечисленных регрессионных уравнений $\beta(\alpha) = 0.134 - 19.08\alpha$ ($R = 0.99$) показывает, что линейные связи $F(x)$ пересекаются в точке $(0.134; 19.08)$, характеризующей местную географическую среду по показателям величины эмиссии $F(x_0)$ и температуры почвы x_0 , что не зависят от видовых особенностей культур. В смещенных показателях $y = x - x_0 = x - 19.08$ и $f(y) = F(x) - F(x_0) = F(x) - 0.134$ эта линейная связь однотипна $f(y) = \alpha y$, поэтому поворотом линий (изменением значения α) вокруг центра пучка $(0.134; 19.08)$ одна зависимость переходит в другую, т.е. они аффинно связаны, образуют комплекс-конгруэнцию (пучок) зависимостей. Величина α является основанием для идентификации связей, их упорядочения и оценки. Значение $\alpha = 0$ соответствует оптимуму $F(x) = F(19.08) = 0.134 \text{ г/м}^2/\text{час}$ функционирования системы $F(x)$. Минимум величины $\beta(\alpha) = 0.134 - 19.08\alpha$ указывает на случай наиболее эффективного функционирования, в данном случае наибольшую эмиссию CO_2 , соответствующую культуре подсолнечника, которая показывает высшую чувствительность ($\alpha = 0.013$) к изменению температуры. Более интенсивное дыхание почв лесостепной зоны Центрального Черноземья формирует отрицательный баланс гумуса в пахотном слое, поэтому величина β , в общем случае соответствующая функции преобразования Лежандра $F^*(a)$, является оценочным функционалом эффективности процесса по данному типу зависимости $F(x)$; $F^*(a)$ можно статистически оценить по данным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Познавательные особенности нашей науки определяются по ее принадлежности к тому или иному уровню представления научной информации с учетом критерия гео-

графичности Н.Н. Баранского — степени уникальности знаний. В иерархии информационных уровней научных исследований (см. рис. 1) география похожа на другие науки, но на метатеоретическом уровне приобретает новое отличное качество изучения конкретных явлений через учет своеобразия географической среды как малой части мировой среды. С использованием методологических схем и методов прикладного математического анализа проводится статистическая обработка пространственно-координированных данных с целью выделения и синтеза знаний об окружающей среде. Географическая среда обычно скрыта от прямого наблюдения и восстанавливается посредством сравнительно-сопоставительного анализа массивов данных в виде моделей пространственных структур, организаций и синтетических карт расслоения территорий на непересекающиеся типологические ареалы и индивидуальные районы. В этом смысле география скрытое содержание потенциала территориальных объектов делает явным. Предметная задача географии — дешифрирование сведений, полученных из различных источников. География изучает объекты не только как системы, но как полисистемы и метасистемы, т.е. разные системы в их взаимодействии со средой.

Географы могут привлекать законы сквозных общезначимых для всех мест и событий системных теорий для решения своих познавательных задач, а также участвовать в их разработке, применяя в качестве образца типовую аксиоматику, дополнительно послойно конкретизируя модели, сформулированные на языке этих теорий. В таком же положении находится трансцендентальная философия по отношению к систематической философии (онтологии, гносеологии, логике), внося ясность в рассуждения последней по поводу системы категорий и всеобщих законов, а также прикладная математика, предлагающая уравнения для теории, а, следовательно, свои объяснения ее состава и структуры, а также логики развития. Теория без ее математического выражения и осмысления — безжизненное образование.

Скрытое знание о многообразии связей понятий и их характеристик представлено знаниями о законах взаимосвязи (чистое знание) и знанием об условиях реализации этих законов — конкретное географическое знание. Географ должен участвовать в общем научно-познавательном процессе, придавая законам средовую обусловленность, превращая их тем самым в местные закономерности. Исторически осуществляется переход от открытия новых далеких и неизведанных земель к познанию с трудом постигаемой мировой среды, которая находится рядом. Пространственность физическая и факторная свойственна системам любой теоретической интерпретации и не определяет специфику географических исследований. На метатеоретическом уровне обобщения география действует наряду с историей, геологией, медициной и другими дисциплинами прикладного направления, поэтому может заимствовать их подходы и предлагать собственные методы для решения сложных проблем. История с географией учит понимать реальность во всей конкретности ее проявления. Науки системно-теоретического уровня в своих исследованиях способны подняться до масштаба географического осмысления и применять все познавательные возможности метатеории, включая методы математического и методологического анализа.

Своеобразие географического знания связано с его междисциплинарным и сквозным характером, пространственным анализом, системным подходом, комплексным изучением, метатеоретическим уровнем конкретных исследований и др. Объяснение с метатеоретической позиции организации научного знания позволяет понять причины возникновения этих фундаментальных качеств. Наличие в географии дублирующего, параллельного направления каждого специального знания других наук объясняется тем, что география добавляет ко всякому сквозному системному знанию свое знание о географической среде, рассматривая всякую систему как метасистему объекта и его среды. Поскольку метасистемное, надсистемное описание соотносится со средовыми условиями (модальностью), география является наукой о средовой относительности знаний, что напрямую проявляется в предлагаемых формулах.

Междисциплинарный характер географии также связан с полисистемным моделированием территориальных объектов, как систем разного рода. География использует и дополняет системные знания других наук, что обуславливает ее собственную системность. В частности, географические комплексы – одна из разновидностей геосистем, в силу чего географические исследования имеют комплексный характер, изучают геокомплексы как системы функциональных связей упорядоченных разнокачественных частей территориального целого (территориальную организацию). Единая география едина по причине единства каждой системной теории, описывающей в единых терминах явления и процессы в природе и обществе. Этим обусловлены сквозные свойства применяемых методов, например, использование динамических моделей для описания градиентных потоков в природе, транспортировки грузов и распространения инноваций.

Многообразие в качестве базы расслоения знаний скрывается за массивом частных фактов и воспринимается как ландшафт особого рода, своеобразный рельеф, скалярное калибровочное поле связи признаков. По этой причине такого рода ландшафты в самом общем понимании, их выявление и количественный анализ становятся собственным предметом исследования географии: география – это наука о ландшафтных многообразиях, полевых структурах, регламентирующих земную реальность. Понятно, почему метод изолиний – формы расслоения (слоения) полей – стал распространенным в географии и картографии. Дискретная и континуальная двойственность ландшафтов связана с особенностями процедур расслоения, которые должны стать основным методом объяснения в географии и математически самовыражаться. Самостоятельно география как фундаментальная наука сможет существовать только на метатеоретическом уровне, применяя методы сравнительных исследований для выявления скрытого ландшафтного знания. Так удастся вписать географию в контекст всей науки, определив ее равноправное положение относительно метатеоретической философской и математической аналитики. Это, в свою очередь, способствует упорядочению и расширению арсеналов методов географических исследований под объединяющим знанием метатеории.

Метатеоретический подход достаточно сложен для первичного понимания, но позволяет учесть и объяснить проявление фундаментальных качеств географии и ввести ее в контекст развития современной науки. В дальнейшем необходимо более детально разобраться в обозначенной ландшафтной специфике предмета географии, отвечая на вопрос – как и почему становится возможна география в структуре по-особому организованного знания, способного объединить все науки не только о Земле, но вероятно, и о Мире в целом.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы АААА-А21-121012190056-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алаев Э.Б.* Географическое мышление и геопространственная парадигма // Изв. ВГО. 1981. Т. 113, Вып. 5. С. 419–422.
2. *Анушин В.А.* Теоретические проблемы географии. М.: Гос. изд-во географической литературы, 1960. 264 с.
3. *Бакланов П.Я.* Об объекте, предмете и задачах современной социально-экономической географии // Социально-экономическая география: Вестник ассоциации российских географов-обществоведов. 2014. Вып. 3. С. 4–12.
4. *Баранский Н.Н.* Экономическая география. Экономическая картография. М.: Географгиз, 1956. 366 с.
5. *Берг Л.С.* Предмет и задачи географии // Изв. ИРГО. 1915. Т. 51. Вып. 9. С. 463–475.
6. *Геттнер А.* География: ее история, сущность и методы. Л.; М.: Гос. изд-во, 1930. 416 с.
7. *Григорьев А.А.* Закономерности строения и развития географической среды. М.: Мысль, 1966. 382 с.

8. Гуссерль Э. Феноменология. Статья в Британской энциклопедии // Логос. 1991. № 1. С. 12–21.
9. Забелин И.М. Физическая география и наука будущего. М.: Географгиз, 1963. 112 с.
10. Исаченко А.Г. Развитие географических идей. М.: Мысль, 1971. 416 с.
11. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: Академия, 2004. 400 с.
12. Кассирер Э. Жизнь и учение Канта. Санкт-Петербург: Центр гуманитарных инициатив, 2013. 448 с.
13. Кофман Г.Б. Уравнения роста и онтогенетическая аллометрия // Математическая биология развития. М.: Наука, 1982. С. 49–55.
14. Круглов А.Н. Трансцендентальное // Новая философская энциклопедия. Электронная библиотека ИФ РАН: <https://iphlib.ru/library/> (дата обращения 12.12.2021).
15. Константинов О.А. К тридцатилетию Отделения экономической географии // Изв. ВГО. 1965. Т. 97, Вып. 2. С. 105–111.
16. Котляков В.М. Наука. Общество. Окружающая среда. М.: Наука, 1997. С. 179–180.
17. Котляков В.М. Избранные сочинения. Кн. 3. География в меняющемся мире. М.: Наука, 2001. 411 с.
18. Котляков В.М. Современность географии // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2011. № 6. С. 4–12.
19. Красовская Т.М., Трофимов А.М. Постнеклассическая география в России // География и природные ресурсы. 2013. № 4. С. 5–10.
20. Левин М.Р. Универсум науки. Архитектонические идеи науки, отраслей и частей научного знания в философии Канта // Кантовский сборник. 2020. Т. 3. № 2. С. 26–45.
21. Мартынов В.Л. Российская социально-экономическая география: современное состояние, основные проблемы и перспективы развития // Балтийский регион. 2015. № 2 (24). С. 109–126.
22. Мересте У.И., Ныммик С.Я. Современная география: вопросы теории. М.: Мысль, 1984. 296 с.
23. Мильков Ф.Н. Правило триады в физической географии // Землеведение. Т. 15. М.: Изд-во МГУ, 1984. С. 18–25.
24. Михайлов Ю.П. К вопросу о предмете и объекте географии // География и природные ресурсы. 1980. № 1. С. 27–37.
25. Наука и искусство географии: спектр взглядов ученых СССР и США / сост. и ред. В.В. Анненкова, Дж.Д. Демко. М.: Прогресс, 1989. 200 с.
26. Перцик Е.Н. История, теория и методология географии. М.: Юрайт, 2018. 432 с.
27. Родман Б.Б. Как я пришел к Баранскому // Социально-экономическая география: Вестник АРГО. 2012. Вып. 1. С. 57–63.
28. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
29. Суховеева О.Э. Оценка пространственно-временной изменчивости потоков CO₂ в агроландшафтах европейской территории России на основе имитационного моделирования. Диссертация на соискание степени канд. географ. наук. М., 2018. 209 с.
30. Тютюнник Ю.Г. Философия географии. Киев: Университет Украины, 2011. 204 с.
31. Черкашин А.К. Полисистемный анализ и синтез. Приложение в географии. Новосибирск: Наука, 1997. 502 с.
32. Черкашин А.К. География и негеография // Известия Иркутского государственного университета. Серия “Науки о Земле”. 2015. Т. 14. С. 108–127.
33. Черкашин А.К. Теоретическая и метатеоретическая география // Географический вестник = Geographical bulletin. 2020. №1 (52). С. 7–21.
34. Черкашин А.К. Геокартографическое мышление в современной науке // Геодезия и картография. 2020. № 7. С. 27–36.
35. Черкашин А.К., Лесных С.И. Геоинформационный мониторинг территории муниципальных районов на ландшафтной основе // Изв. РГО. 2021. Т. 153. № 4. С. 32–46.
36. Штарк В. Физическая география в Кенигсбергском университете: Карл Генрих Раппольт и Иммануил Кант // Кантовский сборник. Межвузовский тематический сборник научных трудов. Калининград: Изд-во Российского гос. ун-та им. И. Канта. 2006. Вып.26. С. 203–220.
37. Gavrilov L.A., Gavrilova N.S. Reliability theory of aging and longevity // Handbook of the biology of aging. Academic Press. San Diego, CA, USA. 2006. P. 3–42.
38. Geography // National Geographic Society. Resource Library. Encyclopedic Entry: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geography/> (дата обращения 12.01.2022).
39. Hanna R. Kant and the Foundations of Analytic Philosophy. Oxford: Oxford University Press, 2001. 329 p.

Subject of Geographical Research: Metatheoretical Approach

A.K. Cherkashin*

Sochava Institute of geography SB RAS, Irkutsk, Russia

**E-mail: akcherk@irmok.net*

The article discusses the problem of identifying the subject of geographical science, which allows to display the fundamental properties of geographical research: spatiality, systemacity, complexity, constructiveness, interdisciplinarity, uniqueness, environmental conditionality and relativity, concreteness, comparability, internal unity and the through study of different-quality territorial objects as systems of various kinds (polysystems, metageosystems). The problem is solved in a hierarchy of specially organized knowledge by levels of representation and generalization of scientific information: invariant indicators, empirical and calculated data, conceptual knowledge and models, system theories, metatheories and mathematics. Geography can exist independently only at the metatheoretical level on a par with the philosophical, logical and mathematical analysis of information, based on the procedures of stratification (bundle, fibration) on the manifolds of the connection of the characteristics of the Earth's space and the space of data and knowledge into disjoint sets (layers, fibers) of various kinds. In a generalized sense, manifolds as bases of fiber bundle are considered as landscapes of the geographical environment, usually hidden from direct observation. Geography is similar to other sciences, but its methods mainly investigate unique phenomena, which at the metatheoretical level is expressed in the study of specific objects through taking into account the originality of the geographical environment. Mathematical theories, models and methods of implementation of procedures for multilevel stratification of geographical knowledge and their logical interpretation are proposed.

Keywords: information levels, system theories, metatheory, tangent bundles, landscape diversity, mathematical and logical data analysis

REFERENCES

1. Alaev E.B. Geograficheskoe myshlenie i geoprostranstvennaya paradigma // *Izv. VGO*. 1981. T. 113. Vyp. 5. S. 419–422.
2. Anuchin V.A. *Teoreticheskie problemy geografii*. M.: Gos. izd-vo geograficheskoy literatury, 1960. 264 s.
3. Baklanov P.Ya. Ob ob'ekte, predmete i zadachax sovremennoy social'no-ekonomicheskoy geografii // *Social'no-ekonomicheskaya geografiya: Vestnik associacii rossijskix geografov-obshchestvovedov*. 2014. Vy'p. 3. S. 4–12.
4. Baranskij N.N. *Ekonomicheskaya geografiya. Ekonomicheskaya kartografiya*. M.: Geografiz, 1956. 366 s.
5. Berg L.S. Predmet i zadachi geografii // *Izv. IRGO*. 1915. T. 51. Vyp. 9. S. 463–475.
6. Gettner A. *Geografiya: ee istoriya, sushhnost' i metody*. L.; M.: Gos. izd-vo, 1930. 416 s.
7. Grigor'ev A.A. Zakonomernosti stroeniya i razvitiya geograficheskoy sredy. M.: My'sl', 1966. 382 s.
8. Gusserl' E. Fenomenologiya. Stat'ya v Britanskoy enciklopedii // *Logos*. 1991. № 1. S.12 – 21.
9. Zabelin I.M. *Fizicheskaya geografiya i nauka budushhego*. M.: Geografiz, 1963. 112 s.
10. Isachenko A.G. *Razvitie geograficheskix idej*. M.: Mysl', 1971. 416 s.
11. Isachenko A.G. *Teoriya i metodologiya geograficheskoy nauki*. M.: Akademiya, 2004. 400 s.
12. Kassirer E. *Zhizn' i uchenie Kanta*. Sankt-Peterburg: Centr gumanitarnykh iniciativ, 2013. 448 s.
13. Kofman G.B. *Uravneniya rosta i ontogeneticheskaya allometriya // Matematicheskaya biologiya razvitiya*. M.: Nauka, 1982. S. 49–55.
14. Kruglov A.N. *Transcendental'noe // Novaya filosofskaya enciklopediya. Elektronnyaya biblioteka IF RAN: <https://iphlib.ru/library/> (data obrashheniya 12.12.2021)*.
15. Konstantinov O.A. *K tridczatiletuyu Otdeleniya ekonomicheskoy geografii // Izv. VGO*. 1965. T. 97. Vyp. 2. S. 105–111.
16. Kotlyakov V.M. *Nauka. Obshchestvo. Okruzhayushhaya sreda*. M.: Nauka, 1997. S.179–180.
17. Kotlyakov V.M. *Izbrannye sochineniya*. Kn. 3. *Geografiya v menyayushhemsya mire*. M.: Nauka, 2001. 411 s.
18. Kotlyakov V.M. *Sovremennost' geografii // Vestn. MGU. Ser. 5. Geografiya*. 2011. № 6. S. 4–12.
19. Krasovskaya T.M., Trofimov A.M. *Postneklassicheskaya geografiya v Rossii // Geografiya i prirodnye resursy*. 2013. № 4. S. 5–10.

20. Levin M.R. Universum nauki. Arhitektonicheskie idei nauki, otraslej i chastej nauchnogo znaniya v filosofii Kanta // Kantovskij sbornik. 2020. T. 3. № 2. S. 26–45.
21. Martynov V.L. Rossijskaya social'no-ekonomicheskaya geografiya: sovremennoe sostoyanie, osnovnye problemy i perspektivy razvitiya // Baltijskij region. 2015. № 2 (24). S. 109–126.
22. Mereste U.I., Nymmik S.Ya. Sovremennaya geografiya: voprosy teorii. M.: Mysl', 1984. 296 s.
23. Mil'kov F.N. Pravilo triady v fizicheskoj geografii // Zemlevedenie. T. 15. M.: Izd-vo MGU, 1984. S. 18–25.
24. Mixajlov Yu.P. K voprosu o predmete i ob'ekte geografii // Geografiya i prirodnye resursy. 1980. № 1. S. 27–37.
25. Nauka i iskusstvo geografii: spektr vzglyadov uchenyh SSSR i SShA / sost. i red. V. V. Annenkova, Dzh. D. Demko. M.: Progress, 1989. 200 s.
26. Percik E.N. Istoriya, teoriya i metodologiya geografii. M.: Yurajt, 2018. 432 s.
27. Rodoman B.B. Kak ya prishel k Baranskomu // Social'no-ekonomicheskaya geografiya: Vestnik ARGO. 2012. Vyp. 1. S. 57–63.
28. Sochava V.B. Vvedenie v uchenie o geosistemax. Novosibirsk: Nauka, 1978. 320 s.
29. Suxoveeva O.E. Ocenka prostranstvenno-vremennoj izmenchivosti potokov SO₂ v agrolandshaftax evropejskoj territorii Rossii na osnove imitacionnogo modelirovaniya. Dissertaciya na soiskanie stepeni kand. geograf. nauk. M., 2018. 209 c.
30. Tyutyunnik Yu.G. Filosofiya geografii. Kiev: Universitet Ukrainy, 2011. 204 c.
31. Cherkashin A.K. Polisistemnyj analiz i sintez. Prilozhenie v geografii. Novosibirsk: Nauka, 1997. 502 s.
32. Cherkashin A.K. Geografiya i negeografiya // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Nauki o Zemle". 2015. T. 14. S. 108–127.
33. Cherkashin A.K. Teoreticheskaya i metateoreticheskaya geografiya // Geograficheskij vestnik = Geographical bulletin. 2020. №1 (52). S. 7–21.
34. Cherkashin A.K. Geokartograficheskoe myshlenie v sovremennoj nauke // Geodeziya i kartografiya. 2020. № 7. S. 27–36.
35. Cherkashin A.K., Lesnyh S.I. Geoinformacionnyj monitoring territorii municipal'nyh rajonov na landshaftnoj osnove // Izv. RGO. 2021. T. 153. № 4. S. 32–46.
36. Shtark V. Fizicheskaya geografiya v Kyonigsbergskom universitete: Karl Genrix Rappol't i Immanuil Kant // Kantovskij sbornik. Mezhvuzovskij tematicheskij sbornik nauchnyh trudov. Kaliningrad: Izd-vo Rossijskogo gos. un-ta im. I. Kanta. 2006. Vyp. 26. S. 203–220.
37. Gavrilov L.A., Gavrilova N.S. Reliability theory of aging and longevity // Handbook of the biology of aging. Academic Press. San Diego, CA, USA. 2006. P. 3–42.
38. Geography // National Geographic Society. Resource Library. Encyclopedic Entry: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geography/> (data obrashheniya 12.01.2022).
39. Hanna R. Kant and the Foundations of Analytic Philosophy. Oxford: Oxford University Press, 2001. 329 p.