



## География, философия и математика: тождество противоположностей в системе научных знаний

Александр Константинович ЧЕРКАШИН

доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник  
akcherk@imok.net, <https://orcid.org/0000-0002-7596-7780>

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

**Аннотация.** Исследуется соотношение общефилософских, формально-математических, специально-географических и иных герменевтических (метатеоретических) знаний в составе научной феноменологии. В центре круга знаний расположена чистая математика, организующая окружающее иерархическое пространство науки посредством феноменологического расслоения по уровням и автономным частям знаний. Феноменологический анализ и синтез осуществляют разделение и сложение функций интертеоретического объяснения и метатеоретического понимания. Различается несколько видов операций интерпретации координатных пространств, уравнений моделей, теорий и метатеорий общего и специального вида. Специальное метатеоретическое знание базируется на фактах и результатах их обработки с учетом своеобразия условий среды. География в секторе эмпирического знания ориентирована на изучение и картографирование особенностей среды проявления действия законов сквозных теорий (интертеорий), одинаково описывающих феномены природы, хозяйства и населения, что характерно для географических исследований. На основе базовых понятий и аксиом интертеорий создаются концептуальные, эмпирические и математические модели для обработки исходной информации и поиска инвариантов существования и изменения геосистем. Математическая герменевтика используется для расслоения неизвестных функций межкомпонентных связей на независимые функциональные слои (противоположности) средствами дифференциальной геометрии. В послыжных уравнениях география становится наукой о средней относительности пространственных переменных, что выводит на аффинные преобразования информации, которые соответствуют логическим правилам вывода новых знаний путем анализа и синтеза противоположностей. В итоге любые идеи философии и географии могут быть обосновано выражены математическими формулами.

**Ключевые слова:** география, математическая герменевтика, феноменология, логика исследований, расслоение на многообразиях, теория и метатеория, круг научных знаний

**Для цитирования:** Черкашин А.К. География, философия и математика: тождество противоположностей в системе научных знаний // Тихоокеанская география, 2024. № 3. С. 5–22. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2024\\_19\\_1](https://doi.org/10.35735/26870509_2024_19_1).

# Geography, philosophy and mathematics: identity of opposites in the scientific knowledge system

Alexander K. CHERKASHIN

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Chief research associate  
akcherk@imok.net, <https://orcid.org/0000-0002-7596-7780>

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

**Abstract.** The correlation of general philosophical, formal mathematical, special geographical and other hermeneutic (metatheoretical) knowledge as parts of scientific phenomenology is investigated. At the center of the knowledge circle is pure mathematics, which organizes the surrounding hierarchical space of science through phenomenological stratification by levels and autonomous parts of knowledge. Phenomenological analysis and synthesis carry out the separation and addition of the functions of intertheoretical explanation and metatheoretical understanding. There are several types of operations for interpreting coordinate spaces, model equations, theories and metatheories of general and special types. Special meta-theoretical knowledge is based on facts and the results of their processing, taking into account the uniqueness of environmental conditions. An illustration of the interpretation of qualitative philosophical and quantitative empirical approaches is the correspondence of the determinables (coordinates) and determinates (coordinate values) properties. Coordinate spaces and formulas of general and special types differ accordingly. Geography in the sector of empirical knowledge is focused on the study and mapping of the features of the environment of the manifestation of the laws of through intertheories, which equally describe the phenomena of nature, economy and population, that is typical for geographical research. Based on the basic concepts and axioms of intertheories, the conceptual, empirical and mathematical models are created for processing initial information and searching for invariants of the existence and change of geosystems. Mathematical hermeneutics is used to fiber and stratify unknown inter-component connection functions into independent functional layers (fibers, opposites) with help of differential geometry methods. In equations of layers, geography becomes the science of the environmental relativity of spatial variables, which leads to affine transformations of information that relate to the logical rules for deriving new knowledge by analyzing and synthesizing opposites. As a result, any ideas of philosophy and geography can be reasonably expressed in mathematical formulas.

**Keywords:** geography, mathematical hermeneutics, phenomenology, logic of research, fiber bundle on manifolds, theory and metatheory, scientific knowledge circle

**For citation:** Cherkashin A.K. Geography, philosophy and mathematics: identity of opposites in the scientific knowledge system. *Pacific Geography*. 2024;(3): 5-22. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2024\\_19\\_1](https://doi.org/10.35735/26870509_2024_19_1).

## Введение

Определение места географии среди других наук – важная задача для понимания своеобразия объекта, предмета и метода ее исследований. Давно складывается впечатление, что география соседствует со всеми научными знаниями, привлекает их для решения своих проблем, предлагает свое видение мира, прежде всего с позиции хорологической геопространственной парадигмы [1], что способствует формированию пространственных наук в других областях знаний. Вместе с тем сам по себе хорологический подход не создает географию [2]. Трудно отделить географию от негеографии, например, провести границу между физикой, геофизикой и физической географией, а также экономикой, геоэкономикой и экономической географией. Чем отличается ландшафтная экология от

экологического ландшафтоведения или геополитика от политической географии? Интуитивно понятно, что различие существует и проявляется в виде своеобразия суждений, моделей и методов изучения действительности, а также в историческом контексте осознания того, что география – древнейшая наука наряду с математикой и философией [3]. География вместе с астрономией, геологией и историей подобно философии и математике отражает мир в целом во всем многообразии его проявлений в прошлом, настоящем и даже в будущем. Возникает вопрос, как они связаны, взаимообусловлены, взаимодействуют, дополняя друг друга до целого.

Географию (космографию в широком смысле), философию и математику объединяют общенаучные понятия системности, комплексности, целостности, интегральности знаний, а различают языки описания: содержательная терминология отличается от знаковой формализации. Ярким представителем космографии был философ И. Кант, преподававший в Кенигсбергском университете физику и метафизику, математику и логику, географию и этику. Через разнообразие дисциплин он приобретал зрелое суждение о научной проблематике в целом. Чтение лекций по физической географии и страноведению, возможно, сыграло для Канта существенную роль в развитии его философских взглядов [4]. При познании явлений физико-математической ориентации первым предметом его интереса стала Земля: многообразие и происхождение ее образований и ее положение в космосе [5].

Осознается ослабление взаимодействия между философами, естествоиспытателями и математиками, что привело к потере значимости философских работ [6]. В научных исследованиях усиливающимся тенденциям дифференциации знаний пока не удается противопоставить интеграционные процессы. Выход из сложившейся ситуации справедливо видится в том, чтобы возродить в географических институтах существовавшие ранее философско-методологические семинары [7], по итогам работы которых публиковались сборники докладов [8, 9]. Последующие работы в этом направлении отражались в монографиях [10–12], вбирающих и обобщающих метафизическое знание философии науки о необъясненных закономерностях жизни природы и общества. Имеется обоснованное мнение, что всякое исследование и изложение полученных результатов следует начинать с философского анализа проблемы, обсуждения содержания понятий-категорий и их взаимосвязей.

Вместе с тем прежде всего физики не верят в реальную полезность философского знания, а доверяют больше математике. Они давно указывают на непостижимую эффективность математики в естественных науках, граничащую с мистикой, поскольку нет никакого рационального объяснения, как можно извлекать из уравнений то, что в них не закладывали и что статистически согласуется с опытом [13]. В географии все начинается с опыта, с накопления впечатлений, сбора эмпирического материала, прежде чем дело дойдет до философского осмысления и формально-математического отображения. Академик В.Б. Сочава многие годы проводил натурные исследования на Дальнем Востоке, собирал материал для создания учения о геосистемах [14]. Он расширил понимание природной геосистемы до сложного пространственно-временного образования – интегральной геосистемы, сочетающей в себе природу, хозяйство и население. Такое интегрирующее объединение лежит в русле создания единой географии (работы К.К. Маркова, В.А. Анучина). По мнению академика П.Я. Бакланова [15], выделенная в границах компактной территории интегральная геосистема – это наиболее полный объект, в котором отражаются реальные пространственные взаимосвязи и сопряжения различных природных, природно-ресурсных, социальных, инфраструктурных и техногенных компонентов, определяющих их пространственное развитие.

Так получилось, что наши исследования шли независимо от научной работы П.Я. Бакланова и параллельно с ней, выражая специфику подхода и дополняя друг друга в области поиска аксиоматических основ, территориальной организации, устойчивого развития и географического измерения [16, 17]. Данным фактом подтверждается актуальность исследований в этих направлениях, важность постановки новых задач и поиска путей их

решения. При этом постоянно убеждаемся, что теоретическое знание невозможно без математического воплощения. Причем, чем сложнее математический аппарат, тем проще объяснение наблюдаемых закономерностей. Предлагаемые статистические методы обработки эмпирического материала и ее результаты уточняют математические модели описания географической реальности.

Как показывает опыт натуральных, лабораторных и аналитических исследований, проявляющаяся тесная связь географии, философии и математики должна быть объяснена на самом высоком метатеоретическом уровне, в сфере герменевтического учения рядом с возможностями философского и математического анализа, что частично продемонстрировано в ряде опубликованных работ [18, 19] и требует дальнейшего осмысления и приложения. Этой задаче и посвящена настоящая статья.

## Материалы и методы

Б.И. Сёмкин – один из ведущих специалистов по применению математических методов в биогеографических исследованиях. Он предложил алгоритм построения экологических карт на основе статистического анализа связей между влияющими факторами и типами биоты, разработал элементарную аксиоматическую теорию сходства [20, 21]. В середине 1970-х гг. Б.И. Сёмкин приезжал в г. Иркутск в Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, где выступал с сообщением о своей теории. Тогда еще в старом здании на ул. Киевской мы с ним встречались и беседовали. Он рассказывал о перспективных задачах математического анализа данных, в том числе обсуждал возможность применения идей теории относительности в географии. В то время было неясно, как распространить принцип относительности с физической на другие науки, хотя постепенно приходило понимание, что относительный порядок справедлив для всех процессов и явлений в природе и обществе.

В физике имеется различие и сходство общей и специальной теории относительности. В других науках различаются противоположности соответственно общего и специального, качественного и количественного, философского и эмпирического, гуманитарного и естественнонаучного подходов к исследованиям и природы, и общества, к трактовке наблюдаемых явлений. В этом смысле общее гуманитарное можно воспринимать как противоестественное, включая в естествознание все непосредственно наблюдаемое и измеряемое. Например, методология общей географии [22] построена на основе синтеза специальных географических знаний на системно-диалектическом базисе с использованием пространственного, комплексного, проблемного, экологического, исторического и других современных подходов. Основой становятся общетеоретические и общеметодологические положения, которые являются «сквозными» для всей системы географических наук. С этих общих позиций география находится на стыке наук, где ее интеграционно-синтетическая сущность позволяет соединить природные, экономические, социальные и технические стороны реального мира. Однако в действительности этот «стык» по иерархии знаний расположен выше перечисленных аспектов исследования. Такая «сущность» просматривается, если на иерархию смотреть в проекции сверху, а не как следовало бы, со стороны пирамиды знаний [23].

Прояснить ситуацию позволяют соотношения триады категорий «количество – качество – мера», связывающие специальные эмпирические исследования с отраслевым изучением географических объектов, сбором пространственных данных из различных источников, при этом качественный подход к изучению геосистем согласовывается с общими представлениями философского толка. Мера как опосредованное звено перевода количества в качество соответствует математическим знаниям. В этом отношении математическая география сформировалась в процессе широкого применения количественных методов и интеграции математики в географию через моделирование. Появляется возмож-

ность концептуальные графы логических обобщений превращать в уравнения связи наблюдаемых переменных, а статистически выявленные закономерности использовать для теоретических построений.

Тонкое различие качества и количества демонстрируется на примере соотношения определяемого и определяющего (determinables vs determinates) [24]. Определяемые качества  $X_i$  и определяющие значения  $x_i \in X_i$  (детерминанты) – это пара свойств, которые находятся в отношении спецификации, операции детерминации, когда своеобразие качества  $X_i$  раскрывается через значения  $x_i$ , например, цвет – через специфические оттенки (красный, синий и т.д.). Определяемые объекты допускают различные уровни спецификации, поэтому определяющие значимые характеристики свойств обычно относительно [24]. Детерминанты определяемого (на данном уровне специфичности) одновременно и похожи, и несовместимы: красный и синий подобны как цвета, но ничто не может быть на карте одновременно показано и красным, и синим, поскольку предполагает однозначность измерения, оценки и трактовки.

Предлагается модель [25] многомерного пространства свойств  $X = \{X_i\}$  (property-space model), в которой определяемые качества  $X_i$  (атрибуты) могут иметь несколько измерений  $i = 1, 2, \dots, n$ , детерминации по нескольким признакам  $X_i$ , т.е. служат координатными осями данного пространства, в локальных областях которого координируются различные ( $j$ ) объекты  $x_j = \{x_{ij}\}$ . Например, шкала термометра или линейка высот на карте задают координаты измерения свойств компонентов геосистем  $X_i$ , а конкретные измерения показателей  $x_i$  на местности выявляют значения этих координат  $x_i \in X_i$ , соответствующие объектам измерения, их положению (вектору состояния) в координатном пространстве признаков относительно друг друга. На таком представлении данных основан метод ординации компонентов геосистем (растительности, почвы) и различные методы обработки пространственной информации [20]. Накопленные сведения атрибутируются в базах данных и знаний ГИС. Координатное пространство наглядно иллюстрирует различие и тождество противоположностей (независимых координат) в диалектической философии и в методологии расслоения дифференциальной геометрии. Пространство измерения  $X = \{X_i\}$  имеет двойственную природу координат  $X_i$  представления данных и множества эмпирических данных  $x \subset X$ , наблюдаемых и оцениваемых в натуре. Научные исследования проводятся в 8-мерном координатном пространстве, состоящем из пар координат: пространственных (временная и объемная, хронологическая и хорологическая), физико-химических (инертная и мобильная), биологических (вегетативная и соматическая), общественных (экономическая и социальная) [10].

Определяемое содержание качества, выраженное в понятиях-категориях (координатах), раскрывается через отдельные проявления: случаи, события, состояния, сведения, данные – частные значения признаков координат. Например, сущность биологического рода можно понять через перечисление множества видов, входящих в родовой таксон, а специфику автономной теории – через множество понятий и законов связи понятий. Обращается внимание [26] на то, что для детерминации типа ландшафтных фаций необходимо знать все множество характеристик ее переменных состояний, представляющих природный режим. Такие познавательные процедуры наглядно реализуются в герменевтическом круге – принципе понимания текста (информации), основанном на диалектике части и целого: целое понимается из отдельного, а отдельное – из поэтапно сформированного целого. Герменевтический круг является одним из основных понятий философии герменевтики – искусстве толкования, теории интерпретации и понимания текстов. Существует мнение об универсальности процедуры интерпретации, что позволяет воспринимать герменевтику как науку о возможности познания в целом, как метатеорию: не только как науку о понимании текста, но и о понимании мира в целом [27].

В познавательном процессе различаются процедуры объяснения и понимания. Объяснение основывается на теоретических, систематических знаниях, понимание – на опыте познания, учете всех обстоятельств действия на метатеоретическом уровне исследований

[28]. Прежде всего герменевтика стремится к пониманию того, как информация и смысл передаются, формулируются и воспринимаются в пределах соответствующего контекста, разворачиваются в определенных исторических и географических условиях (среде). Одна из таких процедур – интерпретация, которая означает процесс расшифровки и разъяснения смысла информации, учитывая ее средовые особенности. Именно специфика средового подхода делает историю и географию герменевтическими науками, что снимает многие парадоксы географического знания как части эмпирической герменевтики наравне с другими науками прикладного значения (медицины, техники, педагогики и т.д.).

В теоретических исследованиях по единой географии В.А. Анучин [29] отмечал, что географическая среда – общий объект как естественных, так и общественных географических наук. Он ссылается на мнение Ю.Г. Саушкина, что исследование географической среды, в которой живет и трудится человек, это дело географии в целом, всей системы географических наук: и физической, и экономической географии. В.Б. Сочавой [14] география будущего мыслилась как наука специализированная и целенаправленная на изучение среды человеческого общества, прежде всего окружающей его природы. Как считал А.А. Григорьев [30], географическая среда как необходимая и постоянная основа жизни общества – основной предмет исследований географии, объединяющее начало для физической и экономической географии. Он считал, что географическую среду можно изобразить в виде формулы, если в сравнимых единицах выразить значения всех взаимоотношений факторов и условий. Он давно стремился превратить физическую географию из науки описательной в науку, построенную на точных закономерностях, и тем самым приблизить ее к точным наукам [31].

При погружении географии в герменевтику появляется возможность использовать философские методы последней для изучения реальности: предпонимание, истолкование, интерпретация, применение, интертекстуальность, методы герменевтического круга, треугольника и анализа. Современная герменевтика не должна ограничиваться общей, философской трактовкой информации, но может включать также герменевтику математического анализа и специальную эмпирико-статистическую прикладную герменевтику, включая географию [18]. Эти три герменевтические, метатеоретические направления дополняют друг друга, обмениваются идеями и результатами. Особенно полезна коммуникация с математической герменевтикой, позволяющей формализовать и общие, и специальные знания. Требуется изложить и философию, и географию, и все, что с ними связано с помощью математических формул и схем для формирования выводимого знания.

## Результаты исследования

Математическая герменевтика формализует методы объяснения и понимания информационных объектов (описаний) через процедуры расслоения, основанные на прикладном математическом анализе дифференциальной геометрии. Входная информация о наблюдаемом феномене трактуется как неизвестная системная функция  $F(x)$  многих переменных  $x = \{x_i\}$  –  $i$ -х характеристик географического объекта  $x_i \in X_i$  в системе независимых координат  $X = \{X_i\}$ . В географии переменные параметрически зависят от значений временных  $t$  и пространственных  $\zeta$  координат:  $x(t, \zeta) = \{x_i(t, \zeta)\}$ . Выделение фрагментов  $F_j(x)$  оценочных функций  $F(x)$  должно стать основной целью исследования взаимосвязи компонентов интегральных геосистем.

П.Я. Бакланов [32] вычленил природно-ресурсное и социально-экономическое пространства в виде наборов специфических «осей» измерений: пространственных, компонентных, межкомпонентных связей и уровней обобщения. Он предложил новый подход к оценке природных ресурсов, основанный на том, что ресурсы в пределах территорий (акваторий) достаточно тесно связаны друг с другом. Эту связь и считаем системной функцией  $F(x)$ . Для оценки природных ресурсов (вычисления функции  $F(x)$ ) он выделил спе-

цифические территориальные природно-ресурсные системы, принимающие во внимание межресурсные связи и предложил обобщенное уравнение оценки природно-ресурсного потенциала территории.

Системная функция  $F(x)$  формально-герменевтически исследуется по частям методом расслоения над многообразием  $F(x_0)$ , заданным поверхностью  $F(x)$  в точках  $x_0 = \{x_{0i}\}$  (рис. 1). Слой  $F_j(x)$  – это касательная плоскость к этой поверхности в точке со значениями координат  $x_{0j} = \{x_{0ij}\}$  в координатном пространстве  $X = \{X_i\}$ . Расслоение – своеобразная «чешуя» из противоположностей (независимых систем), по отдельности покрывающая тело многообразия (территориальной системы) и упорядоченная вдоль линий  $L(x)$  (путей), организующих географическое пространство.

Уравнение слоя задается формулой обратимого  $F(x) \leftrightarrow F^*(a)$  преобразования Лежандра:

$$F(x) = a \times x + F^*(a) = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_i x_i + \dots + a_n x_n + F^*(a), \quad a_i = \frac{\partial F(x)}{\partial x_i}. \quad (1)$$

Здесь  $a_i$  – весовые коэффициенты чувствительности;  $a \times x$  – скалярное произведение векторов  $a$  и  $x$ ; вектор  $a = \{a_i\}$  указывает на направление изменений (влияния).

В разных областях науки математическое соотношение (1) широко применяется на практике. Считается, что за каждым явлением  $F(x)$  стоит скрытое информационное содержание  $F^*(a)$  (геном). Системная функция  $F(x)$  в экономике имеет смысл дохода, произведение  $a \times x$  – издержек производства, где  $a$ ,  $x$  – цены и количество затраченных ресурсов,  $F^*(a)$  – скрытая прибыль, зависящая от уровня цен. В макроэкономике инвестиции  $F(x)$  складываются из текущих объемов производства разных отраслей  $x$  и весовых коэффициентов  $a$  – акселераторов экономического роста. Философ М.К. Мамардашвили [33] привел математический пример «понимательного топоса», полагая, что существует абстрактная организующая ткань  $F(x_0)$ , где собираются точки  $x_0$  нашей жизни, и весь мир концентрируется внутри них, куда он свертывается и откуда развертывается в плоскости слоя  $F_j(x) = F(x, x_{0j})$ .

Смысловое содержание  $F^*(a)$  раскрывается через значение  $F(x)$  в точке  $x_0$  касания  $F_0 = F(x_0)$ , где согласно (1):

$$F(x_0) = a_1 x_{01} + a_2 x_{02} + \dots + a_i x_{0i} + \dots + a_n x_{0n} + F^*(a). \quad (2)$$

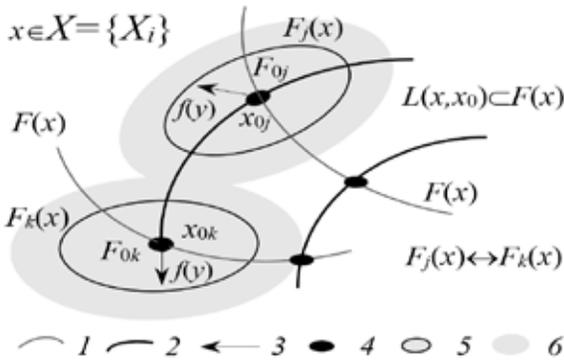
Отсюда  $F^*(a)$  зависит и от весовых коэффициентов чувствительности  $a = \{a_i\}$  и от параметров инварианта слоя  $x_0 = \{x_{0i}\}$ , детерминирующих условия среды реализации функции  $F(x)$ .

Выражение (2) для  $F^*(a)$  подставляется в уравнение (1), и получается:

$$f(y) = a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_i y_i + \dots + a_n y_n = a \times y, \quad a_i = \frac{\partial f(y)}{\partial y_i}, \quad (3)$$

где  $y = \{y_i\} = \{x_i - x_{0i}\}$  – значения локальных координат в смещенных, относительных переменных;  $f(y) = F(x) - F_0$  – различие текущих и базовых значений оценочной функции  $F(x)$  в слое инварианта  $x_0 = \{x_{0i}\}$ . В географии переменные  $x$  часто задаются в логарифмическом виде  $x \rightarrow \ln x$ , когда  $y = \ln x - \ln x_0 = \ln(x/x_0)$ , что позволяет перейти к безразмерным значениям, центрируя и нормируя величины, избавляясь от их размерности и масштаба. Это придает соотношениям фундаментальный характер.

Функция  $f(y)$  является универсальной, одинаковой по виду в каждом слое, что дает возможность сравнивать и связывать слои, переходя из слоя в слой вдоль заданного пути  $L(x, x_0)$  (см. рис. 1). Функция  $f(y)$  выражает всеобщий закон, при котором значения контекста  $F_0 = F(x_0)$  снижаются до минимума  $f(y) = 0$ , абстрагируются от объекта. В географии на этом эффекте основаны методы мета-анализа и выделение «чистого» не обремененного обстоятельствами знания  $f(y)$  [34]. При определении конкретных решений  $F_j(x) = f(y) + F_0$  всегда необходимо учитывать средовой контекст  $F_0 = F(x_0)$ . В общем случае касательное



**Рис. 1.** Расслоение и связность при переносе касательных слоев вдоль линии пути  $L(x, x_0)$  на поверхности многообразия  $F(x)$ : 1 – поверхность многообразия  $F(x)$  в пространстве  $X = \{X_i\}$ ; 2 – линия пути  $L(x, x_0)$  на  $F(x)$ ; 3 – векторы направления  $f(y)$  движения элементов в слое; 4 – центр слоя (точка касания слоем  $F_j(x)$  многообразия  $F(x)$ ) с координатами  $x_{0j} = \{x_{0j}\}$  ( $j=0, 1, \dots, k$ ); 5 – пространство ядра  $F_{0j}$  касательного слоя  $F_j(x)$ ; 6 – пространство касательного слоя  $F_j(x)$

**Fig. 1.** Fibration and connectivity at transferring tangent layers (fibers) along the path line  $L(x, x_0)$  on the surface of the manifold  $F(x)$ : 1 – the surface of the manifold  $F(x)$  in space  $X = \{X_i\}$ ; 2 – the path line  $L(x, x_0)$  on  $F(x)$ ; 3 – vectors  $f(y)$  of the movement direction of elements in the layer; 4 – the center of the layer (points of contact with the layer  $F(x)$  of the manifold  $F(x)$  in coordinates  $x_{0j} = \{x_{0j}\}$  ( $j=0, 1, \dots, k$ )); 5 – the space of the core  $F_{0j}$  of the tangent layer  $F_j(x)$ ; 6 – the space of the tangent layer  $F_j(x)$ .

ется возможность учета в практике сохранения биоразнообразия новой географической феноменологии изучения современных ландшафтных явлений (фрагментации, экотонизации, островизации, унификации) для создания универсальной системы биогеографических знаний, учитывающих и единство исторических корней, и изменение актуального состояния внешней среды, в том числе под влиянием человека [36].

Появляется возможность в перечисленных терминах выразить некоторые географические закономерности. Например, решение задачи ландшафтно-типологического картографирования и районирования можно представить как дифференциацию (расслоение) образа территории на непересекающиеся ареалы геосистемных типов (геомеров) и индивидуальных районов  $F_j(x)$  (см. рис. 1). П.Я. Бакланов предложил новые подходы к выделению территориальных структур в нашей формально-знаковой и схематической интерпретации, состоящих из пространственных линейно-узловых последовательностей  $L(x, x_0)$  (путей) и территориальных зон их влияния  $F_j(x) = F(x, x_{0j})$  (слоев). Во множестве пространственных проявлений выделяются: линейные образования  $L_k(x, x_0)$  (путевые маршруты инфраструктуры), узлы  $F_{0j} = F(x_{0j})$  на маршрутах, сети как множество маршрутов  $L = \{L(x, x_0)\}$  на территории, слой-ареалы и районы  $F_j(x)$ . Узлы  $F_{0j}$  – участки ареалов пересечения компонентов, линий и потоков  $L(x, x_0)$ . Это точки отсчета в виде отдельных компактных предприятий или экономических центров. Интеграция географического пространства выражается в наличии связей между компонентами одного слоя и разных слоев [37]. Каждое поселение  $F_{0j}$  можно рассматривать как своеобразную «точку отсчета структуры», как центральный элемент системы-слоя, где реализуются взаимосвязи  $F_j(x)$  между социальными и экономическими компонентами, а также проявляется их взаимодействие с природными и природно-ресурсными компонентами  $x$  [38]. Многообразием  $F(x_0)$  считается территориальное сочетание поселений или промузлов, вокруг которых в виде кругов выделяются периферийные, трансграничные рыночные зоны реализации товаров и услуг.

преобразование (разложение) наблюдаемого феномена записывается так:

$$F(x) = f(y) + F_0. \quad (4)$$

Согласно этой формуле, можно полагать, что феноменология – это философское учение о феноменах  $F(x)$  (явлениях) и их постижении [35]. Феномен обнаруживается через чувственное и иное восприятие  $F(x)$  – дается исследователю реальности с разных сторон  $F_j(x)$ , меняется в зависимости от времени, места и средового контекста  $F_{0j}$ . Через такое восприятие (4) открывается инвариант  $F_0$  смысла изучаемого явления, что достраивает предмет  $f(y)$  до целостного образа  $F(x)$ . Разложение (4) лежит в основе феноменологической (ФЛ) методологии, сочетающейся с герменевтикой сложения  $F_0$  с естественнонаучным знанием  $f(y)$ , базирующемся на фактах. Считается, что феноменология могла бы стать средством систематического пересмотра всех наук [36]. В частности, обсуждается

Определены понятия территориально-производственного комплексо- и районообразования [32]. Районообразование – процесс возникновения и устойчивого существования пространственных сочетаний элементов геосистем с высокой интенсивностью внутренних взаимосвязей, что требует без остатка деления территории границами на районы  $F_j(x)$  и присоединения к имеющемуся району  $j$  соседних районов по признаку сходства природной и социально-экономической среды  $F_{0j}$  для обеспечения компактности и территориальной целостности. Комплексообразование подразумевает наличие межрайонной связности  $F_j(x) \leftrightarrow F_k(x)$ , в основе которой лежит подобие универсальных природных или экономических функций  $f(y) \subset F_j(x)$ ,  $f(y) \subset F_k(x)$  вида (3). Границы проходят в зоне минимальной связности  $f(y)$  центров  $F_{0j}$  и  $F_{0k}$  (см. рис. 1). Выделяются две территориальные структуры связности хозяйства. Первая, пространственная, формирует сочетания территориально взаимосвязанных компактных предприятий с их окружением  $F_j(x) \leftrightarrow F_k(x)$ , вторая образует территориальное сочетания  $F_j(x)$  промплощадок внутри предприятий [39].

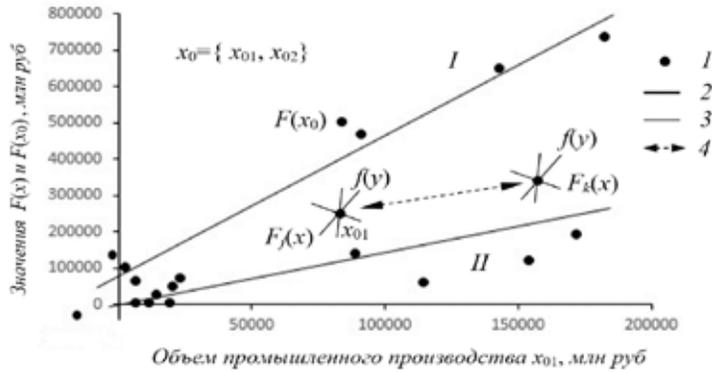
Предполагается, что аналогичным образом все научное знание можно разбить на независимые по содержанию сквозные теории  $T = \{T_j\}$  с их основополагающими понятиями и аксиомами [40], однотипно описывающими явления в природе, хозяйстве и населении. Связность теорий  $T_j \leftrightarrow T_k$  обеспечивается интерпретацией понятий, заменой понятий одного языка на другой (интертекстуальность).

Специфика слоя определяется координатами точки касания  $F_j(x_0)$ ,  $x_{0j} = \{x_{0ij}\}$ , нормой зависимости  $F_j(x)$ . Относительная функция  $f(y)$  имеет смысл отклонения от нормы. Для статистического расчета коэффициентов уравнения (1) используется регрессионный анализ. По набору зависимостей (1) для разных территорий восстанавливается генетическая функция  $F^*(a)$  (2), где в качестве коэффициентов определяются инварианты среды  $x_{0j} = \{x_{0ij}\}$ . Добавляя к выявленной закономерности (2) данные по новому региону, можно проверить, относится ли соседний регион к выявленной зависимости, что является основанием для районирования. Для оценки степени внешней связности районов используется определитель Якоби, компоненты которого – коэффициенты  $a = \{a_j\}$  [41].

Для оценки потенциала  $F_j(x)$  развития поселения необходимо рассчитать связанность  $f(y)$  различных блоков  $y$ , и значения ее эластичности. Вторую часть  $F_j(x_0)$  потенциала образуют внешние структурные звенья территориальной социально-экономической системы, выделенной для центрального поселения. Эта система включает все соседние поселения и структуры природопользования, непосредственно связанные с центральным поселением транспортной сетью. Приводятся обобщенные схемы связанности – инвариантной функциональной структуры  $f(y)$  поселения, оценки связанности и взаимозависимости компонентов различных функциональных блоков  $y$  поселения [42].

Эластичность в терминах уравнения (1) формально определяется соотношением  $E_i = \frac{a_i x_i}{F} = \frac{x_i}{F} \frac{\partial F}{\partial x_i}$ . Это мера чувствительности изменения оценочной функции  $F(x)$  к изменению состояния блока  $x_i$ , показывающей, на сколько процентов изменится  $F(x)$  при изменении  $x_i$  на 1 %. Неединичная эластичность  $E_{ii} = E_j/E_i = a_j x_j / a_i x_i \neq 1$  замещения  $i \rightarrow j$  означает отсутствие однозначных изменений связанных компонентов, когда рост величины одного компонента не требует такого же прироста значения другого. С учетом эластичности отдельные блоки могут накапливать резервы, а другие – функционировать с дефицитом [42].

Возможности статистического анализа проиллюстрируем зависимостью величины внутренних инвестиций  $F(x)$  от объемов производства промышленности  $x_1$  и сельского хозяйства  $x_2$  (млн руб.) по регионам Российской Федерации [43]. На основе рассчитанных зависимостей (1) по формуле (2) вычисляются нормы внутренних инвестиций  $F(x_0)$  и объемов производства  $x_{01}$  и  $x_{02}$  по регионам (рис. 2). Региональные значения  $F(x_0)$  являются точкой пересечения линий зависимости  $F_j(x)$  для разных ситуаций  $j$ , различающихся величиной акселераторов  $a_j = \{a_{ij}\}$ .



**Рис. 2.** Реконструкция структуры многообразия по величине нормы внутренних инвестиций  $F(x_0)$  по Сибирскому (I) и Дальневосточному (II) федеральным округам Российской Федерации: 1 – значения  $F(x_0)$  в проекции на координатную плоскость  $[F(x_0), x_{01}]$ ; 2 – тенденции (директрисы) изменения нормы внутренних инвестиций  $F(x_0)$  по округам; 3 – частные зависимости  $F_j(x)$  по регионам  $j$ , в локальных координатах  $y = \{y_1, y_2\}$  выраженные универсальной функцией  $f(y)$ ; 4 – аффинная связь, сравнение инвестиционных функций  $F_j(x) \leftrightarrow F_k(x)$  разных регионов  $j$  и  $k$

**Fig. 2.** Reconstruction of the manifold structure by the value of the internal investment rate  $F(x_0)$  in the Siberian (I) and Far Eastern (II) Federal Districts of the Russian Federation: 1 – values of  $F(x_0)$  projected onto the coordinate plane  $[F(x_0), x_{01}]$ ; 2 – trends (directrices) of changes in the rate of internal investment  $F(x_0)$  by districts; 3 – partial dependencies  $F_j(x)$  by regions  $j$ , in local coordinates  $y = \{y_1, y_2\}$  expressed by the universal function  $f(y)$ ; 4 – affine connectivity, as comparison of investment functions  $F_j(x) \leftrightarrow F_k(x)$  for different regions  $j$  and  $k$

Функция слоя  $F_j(x) = f(y) + F_{0j}$ , которая каждой точке  $x \in X$  ставит в соответствие точку  $F_j(x)$ , называется аффинным преобразованием (АП), переводящим объект из одной системы координат (слоя) в другую. Наличие такого преобразования обеспечивает связность слоев, выводимость свойств одного слоя из другого. К АП относятся: *движение–параллельный перенос* – перемещение центра слоя  $F_{0j}$  с сохранением ориентации локальных координат  $y$  и скалярного произведения  $f(y) = ax$ ; *растяжение* – АП с пропорциональным изменением размера  $f(y) \rightarrow \gamma f(y)$  (масштаба  $\gamma$ ) без перемещения центра слоя, например, радиуса разных кругов с изменением  $y$ ; *поворот (вращение)* – АП движения слоя, при котором, по крайней мере, одна точка (центр вращения) остается неподвижной, а величина  $f(y) = ax$  меняется с изменением  $a$ . На основе этих АП исследуются отношения подобия и симметрии. АП-преобразования  $f(y)$  (без смещения) являются центраффинными, т.е. реализуются в одном слое. Через АП обеспечивается сравнение свойств и знаний (метаанализ) [34], в частности, различные геосистемы формально являются АП-связными. В общей форме АП можно наглядно представить в виде движений геометрических фигур в пространстве, заменить аналитические формулы схемами-чертежами для иллюстрации и обоснования философских положений. Важно понимать, что АП-наложения добавляют нечто из одной системы в другую, т.е. являются процедурами выводного синтеза. АП-сравнения имеет смысл философски трактовать как диалектическое тождество противоположностей, а геометрически – как симметрию отношений различных фигур.

В ФЛ-разложении (4) слагаемые  $f(y)$  и  $F_0$  интерпретируются разным способом, например, в географии представляют единство геосистемы  $f(y)$  и ее географической среды  $F_0$ . Функция  $F(x)$  воспринимается как наблюдаемая закономерность, а  $f(y)$  – как скрытый в ней закон (модель), проявляющийся в конкретных условиях  $F_0$ . Слагаемые функции (4) выявляются из соотношений:

$$a) f(y) = F(x) - F_0, \quad б) F_0 = F(x) - f(y). \quad (5)$$

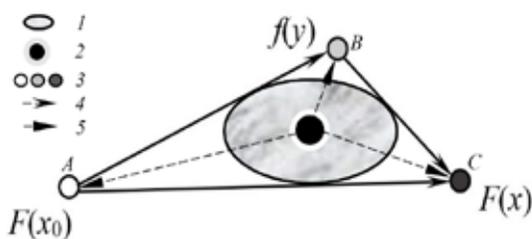
Операция объяснения (а) выясняет причины  $f(y)$  явления  $F(x)$ , процедура (б) относит явление  $F(x)$  к определенной категории  $F_0$ , подводит частный случай  $F(x)$  под общее понятие  $F_0$ . Универсальная мыслительная операция понимания соотносится с усвоением нового содержания  $f(y)$  и  $F_0$ , включением его в систему знаний с учетом геоисторических особенностей. Операция понимания часто связывается только с гуманитарным подходом и противопоставляется объяснению как методу естествознания, что, в принципе, неверно, поскольку ФЛ-взгляд (4) свойственен всем наукам и процессу познания в целом, что дает возможность сделать гуманитарные науки точными, а естественнонаучные знания конкретными.

Вариант (5а) лежит в основе методов мета-анализа [34]. Вариант (5б) необходим для определения параметров  $F_0$  источника информации  $F(x)$  по соответствующей модели  $f(y)$ . Решение задачи (5б) связано с эквивалентностью, т.е. одинаковостью проявления  $F(x)$  различных неоднородностей  $F_0$  географических полей  $F(x_0)$  (многообразия среды) (см. рис. 1, 2). Теоретическая функция объяснения  $f(y)$  (чистого знания) не определяет специфику географической науки, но является вспомогательным средством герменевтического анализа, направленного на понимание особенностей геосреды  $F_0$  проявления законов  $f(y)$ .

Соотношение (4) графически можно изобразить (рис. 3) треугольником связи (векторами-стрелками) трех позиций  $F_0 \rightarrow f(y) \rightarrow F(x)$  перехода от одной позиции (вершины, состояния) к другой. В обобщенном смысле такой ряд рассматривается как простая последовательность трех символов  $A \rightarrow B \rightarrow C$ , например, логического вывода: тезис  $A \rightarrow$  антитезис  $B \rightarrow$  синтез  $C$ . Стрелка на схеме означает операцию отрицания, соединение стрелок – операцию опосредования (синтеза), обращение стрелок ( $\leftrightarrow$ ) выражает тождество ( $\equiv$ ). Таким образом формула (4) становится правилом логического вывода по схеме: если истинно  $A$  и  $B$ , то  $C$  также истинно. Это правило лежит в основе диалектической логики тождества и опосредования противоположностей (слоев), применимой во всех системах знаний [10].

В треугольной схеме (см. рис. 3) в центре неявно присутствует четвертый элемент инвариантного содержания, являющийся элементом структуры более высокого уровня, например, соответствующий в логике понятию «истина» – свойству, что сохраняется при различного рода логических преобразованиях [10]. Центральный элемент вокруг себя формирует системную область (слой) связи структур и понятий, а также задает пространство трех координат ( $A, B, C$ ), в котором реализуются все ниже лежащие по иерархии материальные структуры или научные знания. В частности, экономический центр рассматривается как генерализованная точка отсчета (промузел), вокруг которого формируется территориальная зона влияния [39]. Иерархические системы формируются по схеме удвоения (процедура отрицания) и утроения (процедура синтеза) координатного пространства.

Для каждого слоя задаются аксиомы его существования, включающие: универсальное уравнение  $f(y)=axu$  (3) связи относительных переменных  $u$  в соответствующей тематической интерпретации; наличие для конкретного слоя инвариантной характеристики среды  $F_0$  и допустимого отклонения  $f(y)=f_0 \geq F(x)-F_0$  от среднего инварианта  $F_0$ . Билинейная



**Рис. 3.** Схема треугольных коммутативных связей диалектической логики метатеоретического анализа. Условные обозначения: 1 – граница ядра слоя; 2 – центр ядра информационного слоя более высокого уровня; 3 – триада логических состояний  $A \rightarrow B \rightarrow C$ ; 4 – векторы-операции отрицания и синтеза; 5 – локальные координаты пространства слоя

**Fig. 3.** Diagram of triangular commutative connections of dialectical logic of metatheoretical analysis. Symbols: 1 – the boundary of the layer core; 2 – the center of the core of the information layer of a higher level; 3 – the triad of logical states  $A \rightarrow B \rightarrow C$ ; 4 – vectors as operations of negation and synthesis; 5 – local coordinates of the layer space

функция  $f(y)=axy$  – это скалярное произведение двух независимых векторов: локальных переменных  $y=\{y_i\}$  и направления действия  $a=\{a_i\}$ . Значение  $f_0$  на территории задает границу ядра системы «центр – ядро – периферия». Слой – открыто-замкнутое образование, для которого, например, географические границы выполняют двойственные функции разделения и связи [39]. Ограничения  $f_0$  могут быть многоуровневыми  $f_{0N}$ , что иллюстрируется схемами изолинейного по высоте (изогипсами) изображения холма или азимутальной полярной проекцией земного шара с центром на полюсе планеты и окружностями параллелей.

Возможность сравнения сквозных теорий  $T_j \leftrightarrow T_k$  путем интерпретации их понятийных и аксиоматических баз позволяет одну из теорий  $T_0$  использовать в качестве эталонной, типовой  $T_0 \leftrightarrow T_j$ , что дает возможность по образцу  $T_0$  путем терминологической интерпретации индуцировать новую теорию  $T_j$ . Такой образцовой теорией  $T_0$  считается общая теория систем (ОТС) [10], что в содержательном виде соответствует систематической философии в части онтологии и диалектики, раскрывающих наиболее общие понятия (категории) и законы объективного существования. Разные системы  $S_\alpha$  различного рода  $\alpha$  сквозным образом отражают действительность и объединяются в универсальную мировую систему (универсум)  $S$ , где  $S_\alpha \subset S$ . Аналогично все изменения (различия)  $\Delta S_\alpha$  систем являются частью  $\Delta S_\alpha \subset \Delta S$  универсального изменения (движения)  $\Delta S$ . Постулируется, что любые изменения  $\Delta S_\alpha$ , по разному понимаемые в различных теориях, есть результат определенного действия (операции преобразования)  $D_\alpha: \Delta S_\alpha \equiv D_\alpha$ . Сформулированы три аксиомы ОТС [10]

$$S \equiv C_0, \Delta S \equiv C_0, \Delta S_\alpha \equiv D_\alpha, \quad (6)$$

которые являются комбинациями (соединены тождеством  $\equiv$ ) четырех оппозиций (см. рис. 3): центра ( $C_0$ ), начального тезиса  $A$  ( $S$ ), антитезиса  $B$  ( $D$ ) и синтеза  $C$  ( $\Delta S$ ). Для универсума допускается дополнительное соединение  $\Delta S \equiv S$ , отражающее эффект саморазвития, и  $D \equiv C_0$  – постулирующее сохранение действия, например, энергии.

Первая аксиома соответствует принципу сохранения инварианта слоя  $F_0$ , что выражает идею существования ( $C_0$ ) системного универсума, например, мира в целом или любого независимого слоя в частности, суверенного государства или административного района. Вторая аксиома постулирует наличие пределов изменения ядра универсальных систем  $f(y) \leq f_0$  типа скорости света в физике или государственных границ в геополитике. Третья аксиома выражает основной закон диалектики: любые изменения  $\Delta S_\alpha$  есть результат действия  $D_\alpha$  (борьбы противоположностей). В количественной трактовке этот закон соответствует универсальному равенству  $f(y)=axy$ , где  $axy$  – это действие, а  $f(y)$  – понимаемое по-разному изменение.

В силу общности аксиом (6), в соответствующей интерпретации понятий они могут рассматриваться как законы любого сквозного теоретического слоя  $T_j$ , описывающего на равных жизнь природы, хозяйства и населения [10]. Например, диалектическая логика в форме исчисления высказываний в первых двух аксиомах из (6) постулирует, что истина существует  $S \equiv C_0$  и сохраняется  $\Delta S \equiv C_0$  при разного рода преобразованиях (отрицания, опосредования). Третьей аксиомой  $\Delta S_\alpha \equiv D_\alpha$  постулируется, что всякое новое знание  $\Delta S_\alpha$ , полученное по правилу  $D_\alpha$  отрицания отрицания – всегда истинно. В терминах теории общественной деятельности устойчивые соотношения человека и природы регламентируются требованиями сохранения природы  $S \equiv C_0$ , постоянного экономического роста  $\Delta S \equiv C_0$  и саморазвития общества  $\Delta S \equiv S$ . По третьей аксиоме  $\Delta S_\alpha \equiv D_\alpha$  изменения в природной, экономической и социальной сфере есть результат соответствующей деятельности. Приведенные примеры демонстрируют варианты качественной интерпретации обобщенной аксиоматики гуманитарного знания, необходимого для объяснения наблюдаемых феноменов. Количественная трактовка накопленных данных и их зависимостей основана на универсальном уравнении (3) строго математического выражения связей и его различных формальных интерпретациях [10]. Для точного понимания наблюдаемых явлений в этих уравнениях учитываются условия местной среды, обстоятельства действия с использованием ФЛ-соотношения (4) сложения–разложения неизвестных зависимостей.

Универсальная система знаний представляет собой отдельный слой с многоуровневой архетипической структурой и функцией (рис. 4), в центре которой расположена метанаука математика, соответствующая «точке» касания этим слоем многообразия математических представлений. По мнению ученых-математиков, чистая математика подразделяется на несколько математик трех формальных структур – алгебраических, топологических и структур порядка [44]. При доказательстве теорем математики всегда стремятся вычисления заменить наглядными идеями, а идеи – вычислениями. Эти стремления здесь выражают единство общего и специального подходов. Логический формализм и аксиоматический подход выводимого знания являются общенаучными методами, т.е. применимыми и при обработке дан-

ных, и при теоретическом выводе, как в сквозных содержательных, так и в математических формальных теориях. Для создания формального образа содержательных теорий используются разные геометрические построения. Содержательные теории отличаются от абстрактных естественными ограничениями действия математических формул. Основные свойства, что отделяют математику от собственно науки, абстрактность и символизм суждений. Важнейшей процедурой прикладного использования чистой математики становится выбор адекватных математических средств решения практических задач.

Структура поля знаний представлена набором вложенных кругов, окружностей и колец слоения – уровней организации знаний, которые представлены последовательностью: *I* – чистая математика, *II* – герменевтика (метатеория), *III* – интертеории, *IV* – модели, *V* – системы понятий, *VI* – данные, *VII* – инварианты, *VIII* – варианты инвариантов. Схема напоминает волну выводимого знания, распространяющуюся из центра научной активности. Направления распространения представлены радиус-векторами, что рассекают кольца на независимые части (ячейки, блоки, монады, эпистемы), соответствующие разным типам знаний, выделенных по уровню обобщения и форме выражения. Знания формируются в пространстве трех координат: количественных  $X_1$ , качественных  $X_2$  и математических  $X_3$ . Координатные плоскости выделяют секторы специальных *A* (плоскость  $[X_1, X_2]$ ), общих *B*  $[X_2, X_3]$  и математических *C*  $[X_1, X_3]$  наук с соответствующими методами гуманитарного, естественнонаучного эмпирического и математического анализа. На примере сектора *C* показано дальнейшее дробление знаний на каждом уровне на три составляющие (векторы и секторы) по схеме устроения.

Уровень организации знаний *II*, метатеоретический, соответствует герменевтике трех типов: эмпирической (1), философской (2) и математической (3). Математическая герменевтика *II-3* реализует методы математического анализа описанным выше способом расслоения системных функций средствами дифференциальной геометрии. Естественнонаучная эмпирическая герменевтика *II-1* занимается сбором, статистической обработкой и обобщением данных с выделением независимых слоев организации знаний в форме содержательных понятий, моделей и теорий. Философская (общая, качественная, гуманитарная) герменевтика *II-2* использует методологию трансцендентальной аналитики И. Канта для построения концептуальных моделей схематизации (графов).

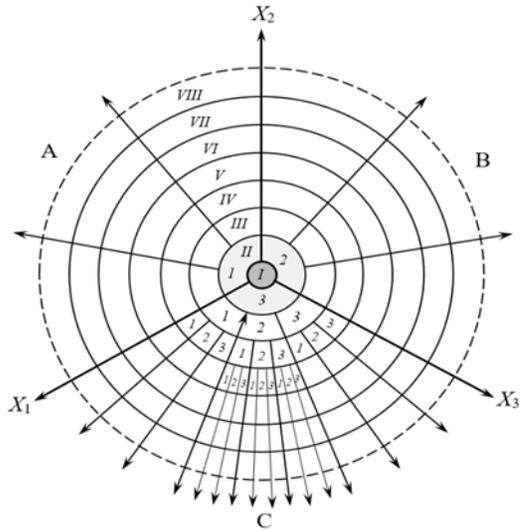


Рис. 4. Круг научных знаний (пояснения в тексте)

Fig. 4. The circle of scientific knowledge (explanations in the text)

Частицы круга знаний (см. рис. 4) перемещаются по-отдельности и в целом. Ячейки накладываются друг на друга, добавляя (синтезируя) информацию в нужном месте по логике центроаффинных преобразований. Так, формализация концептуальных моделей 2 в виде математических уравнений 3, дополненных эмпирическими данными 1, проходит в границах уровня II в последовательности наложения:  $3 \rightarrow 1 \rightarrow 2$ . Все три варианта герменевтики II структурно подобны  $1 \leftrightarrow 2 \leftrightarrow 3$ , но различаются средствами выражения знаний, поэтому они взаимно дополнительные и заменимы через интерпретацию понятий и символов посредством поворота–сравнения. Путем сжатия–растяжения знания переносятся с верхних уровней на нижние и обратно. Например, добавление системы координатных понятий V к ячейке эмпирической герменевтики позволяет дифференцировать опытные знания по направлениям. По мнению И. Канта, как самостоятельные научно-герменевтические направления по пространственной (хорологической) координате выделяется география, а по временной (хронологической) – история. Добавление еще экономической координаты порождает экономическую географию, биологическую – биогеографию и т.д.

В последовательности уровней I – VIII чередуются чистое (абстрактное) и нечистое (конкретное) знания, поэтому уровни разбиваются на пары. В частности, II и III уровни, согласно формуле (4), отражают ФЛ-единство теоретического и метатеоретического знания, реализующих соответственно функции объяснения III и понимания II. На уровне III представлено интертеоретическое знание, избавленное от средовых условностей (модальностей). Интертеории содержат базовые термины и аксиомы, являющиеся лингвистической интерпретацией категорий и законов ОТС (6). Через процедуры интерпретации понятий вращением в кольце III можно переходить от одной интертеории к другой. Перемещаясь в слое уровня III от места к месту, теоретическая монада качественно меняется, превращается в теорию другого типа систем. Системные интертеории также дифференцируются в многомерном пространстве понятийных координат, выделяя направления, связанные с описанием по-отдельности природы, хозяйства и общества в различных аспектах. Каждая специальная интертеория дополняется знаниями общей интертеории, например, теория динамических систем обеспечивается законами логики вывода нового знания и гносеологии связи этих знаний с действительностью, а также другими теориями уровня III, необходимыми для объяснения свойств изучаемого объекта с разных сторон.

На основе теоретических знаний III создаются модели IV, каждая из которых в формулах обязана учитывать модальность – обусловленность обстоятельствами действия. Различаются модели эмпирические IV-1, концептуальные IV-2 и математические IV-3. На уровне V формируется система понятий каждой интертеории, которые взаимно интерпретируются и используются для внутренней тематической дифференциации теорий. Уровень данных VI (база данных) содержит результаты наблюдений, экспериментов и прежних расчетов, выполненных по моделям. Инварианты VII представлены нормами  $F_0$  разных слоев научной информации, например, такими как инварианты теорий (существование, истина, константы) или социально-экономические центры районов. Варианты VIII – это нормативы допустимых отклонений  $f_0$  от нормы  $F_0$ . Инварианты  $F_0$  и варианты  $f_0$  (спектры) инвариантов используются на всех познавательных уровнях для конкретизации знаний. В круге знаний (см. рис. 4) инвариантом являются математические знания, которые, однажды установленные, всегда сохраняют свою истинность. Варианты здесь задаются окружностями-уровнями, например, корректно полученные данные статистически обрабатываются как изначально истинные сведения. Иллюстрацией единства уровней VII и VIII может быть ландшафтно-типологическая картографическая модель с нормами понимания – элементами легенды и границами контуров геоморфов. Такая инвариантная карта используется для разработки интерпретационных геосистемных карт проявления законов интертеорий на территории.

Появляется возможность создания на основе круга знаний библиотечно-библиографической классификации информации типа УДК, охватывающей всю совокупность научных знаний и построенной по иерархическому принципу деления от математического общего

к эмпирическому частному. Она строится не по десятичному, а по троичному коду, является не искусственной, а естественной классификацией с возможностью вывода новых знаний.

## Выводы

Решается задача определения, частью какой науки становится география. В качестве объединяющего начала выступает герменевтика, которая сама является подразделением феноменологии метафилософских исследований. География методологически рассматривается как географическая феноменология и герменевтика с соответствующими методами исследования, включая математическое моделирование.

Иерархическая система научных знаний представляет собой пространство координат с началом в позиции, соответствующей математике как абстрактному формализованному и символическому знанию. Феноменология осуществляет разделение и сложение функций объяснения и понимания информации с помощью теоретических и метатеоретических (герменевтических) исследовательских средств. Научная информация приобретает конкретность на герменевтическом уровне трех направлений системного анализа: специального естественнонаучного, общего гуманитарного и математико-статистического, которые эквивалентны друг другу в смысле возможности их попарной лингвистической интерпретации. Гуманитарная герменевтика – трансцендентальная философия, содержащая основополагающие знания интуитивно осознанного мышления в виде своеобразной философии истории, физики, географии – метаистории, метафизики, метагеографии и т.д. Особенно важна роль диалектической металогики тождества и опосредования противоположностей.

Различается несколько видов операции интерпретации: 1) теоретическая интерпретация (объяснение) эмпирических и расчетных данных; 2) герменевтическая метатеоретическая интерпретация (понимание) особенностей проявления законов в конкретной среде; 3) лингвистическая интерпретация понятий и законов одной теории на языке другой. Последний вариант позволяет применять методы разных теорий и метатеорий для решения сформулированных задач. Иллюстрацией интерпретации качественного философского и количественного эмпирического подходов является соответствие определяемого (координаты) и определяющего (значения координат) свойства. Соответственно различаются координатные пространства и формулы общего и специального вида.

Специальное герменевтическое метатеоретическое знание базируется на фактах и результатах их обработки с учетом своеобразия условий действия. География находится внутри сектора эмпирического знания и ориентирована на выделение, изучение и картографирование особенностей природно-технической среды проявления действия законов сквозных теорий (интертеорий) механических, динамических, функциональных и иных систем, одинаково описывающих процессы и явления в живой и неживой природе, хозяйстве и населении, что характерно для географических исследований. Каждая интертеория базируется на трех аксиомах, выраженных в специальных системных терминах: ограничений существования и действия как источника всяких изменений. На основе базовых понятий и аксиом создаются модели (концептуальные, эмпирические, математические) для обработки исходной информации и поиска инвариантов существования и изменения изучаемых объектов. Часто количественным закономерностям придается обобщенный смысл, что обеспечивает им философское содержание.

Математическая герменевтика использует математические знания для осуществления математического анализа, в частности реализации процедур расслоения неизвестных функций связи на независимые части (слои) средствами дифференциальной геометрии. В предлагаемых уравнениях при описании геосистемных функций принимается во внимание действие условий среды, поэтому география становится наукой о средовой относи-

тельности знаний. В целом появляется возможность формализовать гуманитарные и естественнонаучные знания и использовать эту системную формализацию для обсуждения прикладных проблем посредством решения прямых и обратных вычислительных задач с использованием накопленных данных. Полученные формулы выводят на аффинные преобразования информации путем перемещения, растяжения и вращения слоев, что имитируют общие правила вывода новых знаний по металогике анализа и синтеза противоположностей. Формируется убеждение в том, что идеи философии и географии в итоге можно выразить математическими формулами, необходимыми современной науке и образованию.

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

**Acknowledgments.** The study was carried out at the expense of the state task (state registration number АААА-А21-121012190056-4).

### Литература

1. Алаев Э.Б. Географическое мышление и геопространственная парадигма // Изв. ВГО. 1981. Т. 113, вып. 5. С. 419–422.
2. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: Академия, 2004. 400 с.
3. Котляков В.М. Современность географии // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2011. № 6. С. 4–12.
4. Штарк В. Физическая география в Кенигсбергском университете: Карл Генрих Раппольг 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.
5. Кассирер Э. Жизнь и учение Канта. Санкт-Петербург: Центр гуманитарных инициатив, 2013. 448 с.
6. Хинтиikka Я. Философские исследования: проблемы и перспективы // Вопросы философии. 2011. № 7. С. 3–17.
7. Авдеев Ю.А. Полвека по пути интеграции научного знания // Тихоокеанская география. 2023. № 1. С. 30–41.
8. Природопользование и география (методологические аспекты). Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 160 с.
9. Методологические вопросы географии. Иркутск: Из-во Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1977. 152 с.
10. Черкашин А.К. Полисистемный анализ и синтез. Приложение в географии. Новосибирск: Наука, 1997. 502 с.
11. Преображенский Б.В. Метафизика и метаморфозы естествознания. Владивосток: Эмахо, 2010. 526 с.
12. Тютюнник Ю.Г. Философия географии. Киев: Университет Украины, 2011. 204 с.
13. Вигнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Успехи физических наук. 1968. Т. 94, № 3. С. 535–546.
14. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 318 с.
15. Бакланов П.Я. Геосистемный подход в географических исследованиях // Тихоокеанская география. 2020. № 1. С. 7–12.
16. Бакланов П.Я. Географические измерения: виды, шкалы, параметры // Украинский географический журн. 2013. № 2. С. 17–22.
17. Черкашин А.К. Географическая точность и особенности метрологического моделирования геопространственных данных // Український метрологічний журн. 2014. № 2. С. 7–15.
18. Черкашин А.К. Предмет географических исследований: метатеоретический подход // Известия РГО. 2022. Т. 154, № 2. С. 1–19.
19. Cherkashin A.K. Geosystems and the Geographical Environment // Geography and Natural Resources. 2021. Vol. 42, N 1. P. 1–9.
20. Semkin B.I. Elementary theory of similarities and its use in biology and geography // Pattern Recognition and Image Analysis. (Advances in Mathematical Theory and Applications). 2012. Vol. 22, N 1. P. 92–98.
21. Semkin B.I., Petropavlovskii B.S., Kislov D.E., Zuev Y.F. Bioinformatics technologies in the construction of environmental maps // Pattern Recognition and Image Analysis. (Advances in Mathematical Theory and Applications). 2014. Vol. 24, N 1. P. 144–150.
22. Трофимов А.М., Шарыгин М.Д. Общая география (вопросы теории и методологии). Пермь: Из-во Пермского гос. университета, 2007. 494 с.
23. Черкашин А.К. Иерархическая классификация географических систем // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2021. Т. 35. С. 124–152.
24. Sanford D.H. Determinates vs. Determinables. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Edward N. Zalta, ed., 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://plato.stanford.edu/entries/determinate-determinables/> (дата обращения: 08.10.2024).

25. Funkhouser E. The Determinable-Determinate Relation // *Noûs*. 2006. Vol. 40 (3). P. 548–569.
26. Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 233 с.
27. Тисельтон Э. Герменевтика. Черкассы: Коллоквиум, 2011. 430 с.
28. Черкашин А.К. Теоретическая и метатеоретическая география // *Географический вестник*. 2020. № 1. С. 7–21.
29. Анучин В.А. Теоретические проблемы географии. М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1960. 264 с.
30. Григорьев А.А. Задачи комплексного исследования территорий // *Природа*. 1926. № 5/6. С. 43–58.
31. Григорьев А.А. Опыт аналитической характеристики состава и строения физико-географической оболочки земного шара. Л.; М.: Географо-экономический научно-исследовательский институт Ленинградского гос. ун-та, 1937. 68 с.
32. Бакланов П.Я., Мошков А.В. Экономико-географические исследования в Тихоокеанском институте географии // *Тихоокеанская география*. 2021. № 1 (5). С. 6–20.
33. Мамардашвили М.К. Психологическая топология пути. Т. 1. М.: Фонд Мераба Мамардашвили, 2015. 1072 с.
34. Черкашин А.К. Особенности географического мета-анализа // *Географический вестник*. 2021. № 2 (57). С. 6–21.
35. Иконникова С.Н., Большаков В.П. (ред.) Теория культуры. СПб.: Питер, 2008. 592 с.
36. Гуссерль Э. Феноменология. Статья в Британской энциклопедии // *Логос*. 1991. № 1. С. 12 – 21.
37. Тишков А.А. Актуальная биогеография как методологическая основа сохранения биоразнообразия // *Вопросы географии*. М.: Изд. Дом «Кодекс». 2012. Вып. 134. С. 15–57.
38. Бакланов П.Я. Территориальные социально-экономические системы в региональном развитии // *Изв. РАН. Серия геогр.* 2017. № 4. С. 7–16.
39. Бакланов П.Я. Подходы и основные принципы структуризации географического пространства // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2013. № 5. С. 7–18.
40. Черкашин А.К. Инновационная математика: поиск оснований и ограничений моделирования реальности // *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2019. № 2 (14). С. 69–87.
41. Cherkashin A.K. Trans-Siberian railway and interrelation of economic development of regions // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 190. 012-050.
42. Бакланов П.Я. Потенциал развития поселения: понятие, содержание, структура // *Региональные исследования*. 2022. № 4. С. 4–13.
43. Черкашин А.К., Мядзелец А.В. Математико-статистическое моделирование иерархии и гетерархии экономико-географических систем // *Региональные исследования*. 2021. № 4. С. 4–17.
44. Бурбаки Н. Архитектура математики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ega-math.narod.ru/Math/Bourbaki.htm> (дата обращения: 09.02.2024).

## References

1. Alaev, E.B. Geographical thinking and geospatial paradigm. *Izv. VGO*, 1981. 113(5), 419-422. (In Russian)
2. Isachenko, A.G. *Theory and methodology of geographical science*. Akademiya: Moscow, Russia, 2004; 400 p. (In Russian)
3. Kotlyakov, V.M. Modernity of geography. *Vestnik MSU. Ser. 5. Geography*. 2011, 6. 4-12. (In Russian)
4. Stark, V. Physical geography at the University of Konigsberg: Karl Heinrich Rappolt and Immanuel Kant. In *Kant Interuniversity thematic collection of scientific papers*. Kant Russian State University: Kaliningrad, Russia, 2006, 26, 203-220. (In Russian)
5. Cassirer, E. The life and teachings of Kant. Center for Humanitarian Initiatives: St. Petersburg, Russia, 2013; 448 p. (In Russian)
6. Hintikka, Ya. Philosophical research: problems and prospects. *Diogenes*. 2014. 61(2), 3-16.
7. Avdeev, Yu.A. Half a century on the path of integration of scientific knowledge. *Pacific geography*. 2023, 1, 30-41. (In Russian)
8. Natural resources management and geography (methodological aspects). Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1989; 160 p. (In Russian)
9. Methodological issues of geography. Institute of Geography of Siberia and the Far East of the SB Academy of Sciences of the USSR: Irkutsk, Russia, 1977; 152 p. (In Russian)
10. Cherkashin, A.K. Polysystem analysis and synthesis. An application in geography. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1997; 502 p. (In Russian)
11. Preobrazhensky, B.V. Metaphysics and metamorphoses of natural science. Emakho: Vladivostok, Russia, 2010; 526 p. (In Russian)
12. Tyutyunnik, Yu.G. Philosophy of geography. University of Ukraine: Kiev, Ukraine, 2011; 204 p. (In Russian)
13. Wigner, E. The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. *Communications in Pure and Applied Mathematics*, 1960, 13(1), 535–546.
14. Sochava, V.B. Introduction to the doctrine of geosystems. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1978; 318 p. (In Russian)

15. Baklanov, P.Ya. Geosystem approach in geographical research. *Pacific Geography*. 2020, 1, 7-12. (In Russian)
16. Baklanov, P.Ya. Geographical measurements: types, scales, parameters. *Ukrainian Geographical Journal*. 2013, 2, 17-22. (In Russian)
17. Cherkashin, A.K. Geographical accuracy and features of metrological modeling of geospatial data. *Ukrainian Metrological Journal*, 2014, 2, 7-15. (In Russian)
18. Cherkashin, A.K. The subject of geographical research: a metatheoretical approach. *Izvestiya RGO*. 2022. 154(2), 1-19. (In Russian)
19. Cherkashin, A.K. Geosystems and the Geographical Environment. *Geography and Natural Resources*. 2021. 42(1), 1-9. (In Russian)
20. Semkin, B.I. Elementary theory of similarities and its use in biology and geography. *Pattern Recognition and Image Analysis. (Advances in Mathematical Theory and Applications)*. 2012. 22(1), 92-98.
21. Semkin, B.I.; Petropavlovskii, B.S.; Kislov, D.E.; Zuev, Y.F. Bioinformatics technologies in the construction of environmental maps. *Pattern Recognition and Image Analysis. (Advances in Mathematical Theory and Applications)*. 2014. 24 (1), 144-150.
22. Trofimov, A.M.; Sharygin, M.D. General geography (issues of theory and methodology). Perm State University: Perm, Russia. 2007; 494 p. (In Russian)
23. Cherkashin, A.K. Hierarchical classification of geographical systems. *Proceedings of Irkutsk State University. Earth Science Series*. 2021, 35, 124-152. (In Russian)
24. Sanford, D.H. Determinates vs. Determinables. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edward N. Zalta, ed. Available online: <https://plato.stanford.edu/entries/determinate-determinables/> (accessed on 09 October 2023).
25. Funkhouser, E. The Determinable-Determinate Relation. *Noûs*. 2006. 40(3), 548-569.
26. Krauklis, A.A. Problems of experimental landscape studies. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1979; 233 p. (In Russian)
27. Thielson, A.C. Hermeneutics: An Introduction. Wm. B. Eerdmans Publishing Co. 2009; 423 p.
28. Cherkashin, A.K. Theoretical and metatheoretical geography. *Geographical Bulletin*. 2020, 1, 7-21. (In Russian)
29. Anuchin, V.A. Theoretical problems of geography. State publishing of the geographic literatures: Moscow, Russia, 1960; 264 p. (In Russian)
30. Grigoriev, A.A. Problems of complex research of territories. *Nature*. 1926, 5-6, 43-58. (In Russian)
31. Grigoriev, A.A. The experience of analytical characterization of the composition and structure of the physical and geographical shell of the globe. Geographical and Economic Research Institute of the Leningrad State University: Leningrad, Moscow, Russia, 1937; 68 p. (In Russian)
32. Baklanov, P.Ya.; Moshkov, A.V. Economic and geographical studies at the Pacific Institute of Geography. *Pacific Geography*. 2021, 1(5), 6-20. (In Russian)
33. Mamardashvili, M.K. Psychological topology of the path. Vol. 1. Merab Mamardashvili Foundation: Moscow, 2015; 1072 p. (In Russian)
34. Cherkashin, A.K. Features of geographical meta-analysis. *Geographical Bulletin*. 2021, 2(57), 6-21. (In Russian)
35. The theory of culture. Editors Ikonnikova, S.N.; Bolshakov, V.P. St. Petersburg, Russia, 2008; 592 p. (In Russian)
36. Husserl, E. Phenomenology. Article in the British Encyclopedia. *Logos*. 1991, 1, 12-21. (In Russian)
37. Tishkov, A.A. Actual biogeography as a methodological basis for biodiversity conservation. *Questions of geography*. The Codex House: Moscow, Russia, 2012, 134, 15-57. (In Russian)
38. Baklanov, P.Ya. Territorial socio-economic systems in regional development. *Izv. RAS. Ser. geogr.* 2017, 4, 7-16. (In Russian)
39. Baklanov, P.Ya. Approaches and basic principles of structuring geographical space. *Izv. RAS. Ser. geogr.* 2013, 5, 7-18. (In Russian)
40. Cherkashin, A.K. Innovative mathematics: search for foundations and limitations of reality modeling. *Information and mathematical technologies in science and management*. 2019. 2 (14), 69-87. (In Russian)
41. Cherkashin, A.K. Trans-Siberian railway and interrelation of economic development of regions. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2018. 190, 012-050.
42. Baklanov, P.Ya. Settlement development potential: concept, content, structure. *Regional studies*. 2022, 4, 4-13. (In Russian)
43. Cherkashin, A.K.; Miadzelets, A.V. Mathematical and statistical modeling of hierarchy and heterarchy of economic and geographical systems. *Regional studies*. 2021, 4, 4-17. (In Russian)
44. Bourbaki, N. Architecture of mathematics. Available online: <http://www.ega-math.narod.ru/Math/Bourbaki.htm> (accessed on 09 February 2024). (In Russian)

Статья поступила в редакцию 14.02.2024; одобрена после рецензирования 16.04.2024; принятая к публикации 25.05.2024.

The article was submitted 14.02.2024; approved after reviewing 16.04.2024; accepted for publication 25.05.2024.