

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАСИСТЕМ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ РЕГИОНОМ

Соломатин А.Н.

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия
a.n.solomatin@bk.ru

Аннотация. Вместо традиционной пары «система-среда» для объектов региональной экономики предлагается рассматривать метасистемы – данные объекты вместе со всеми взаимодействующими объектами микросреды. Каждый объект рассматривается как вектор в многомерном пространстве его характеристик, объекты визуализируются для отражения развития и взаимодействия с другими объектами.

Ключевые слова: стратегическое управление регионом, объекты региональной экономики, дискретные пространства характеристик, метасистемы, визуализация.

Введение

Стратегическое управление является важнейшим инструментом управления функционированием и развитием таких крупномасштабных систем как региональные социально-экономические системы (РСЭС). Это связано как с ростом роли и самостоятельности регионов в процессе глобализации, так и с ростом сложности и нестабильности современной бизнес-среды, особенно в условиях мирового экономического кризиса.

Однако эффективность стратегического управления во многом ограничивается в основном качественным характером используемого инструментария [1, 2], что затрудняет использование современных информационных технологий. Возможно, в этом состоит одна из основных причин того, что Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [3] работает не совсем эффективно.

В связи с этим очевидна актуальность разработки адекватного формализованного аппарата – моделей, методов, алгоритмов и технологий для решения задач стратегического управления регионом на различных этапах этого процесса.

В отделе математических методов регионального программирования ФИЦ ИУ РАН проблематика стратегического управления регионом развивается как дальнейшее развитие проблематики регионального программирования и долгосрочного планирования [4] в современных условиях. В [4, 5] были предложены некоторые формализованные модели для стратегического управления регионом, которые, в частности, касались вопросов формализации матричных моделей стратегического планирования, карт стратегических групп конкурентов и формирования стратегий. Более детально были рассмотрены вопросы визуализации многомерных точек [6], одновременной оптимизации состава отраслей региона и стратегий их развития [7], а также мониторинга реализации сформированных стратегий [8].

В настоящей работе рассматривается другой аспект функционирования различных объектов региональной экономики – их взаимодействия с внешней средой и друг с другом. Для этого вместо традиционной пары «система-среда» для каждого объекта региональной экономики (ОРЭ) различных уровней предлагается рассматривать метасистемы – данный объект вместе со всеми взаимодействующими с ним другими ОРЭ.

1. Многоуровневая модель региона

В работе [5] была предложена формализованная концептуальная модель стратегического управления регионом на основе использования единого математического аппарата – многомерных дискретных метрических пространств, при помощи которых описываются состояния различных объектов региональной социально-экономической системы, взаимодействие объектов и стратегии их развития.

Эта модель ориентирована:

- на различные аспекты развития региональной системы – территориальные, отраслевые, корпоративные;
- на различные уровни и объекты РСЭС, такие как районы, населенные пункты (города), отрасли, подотрасли регионального хозяйства (различные сферы деятельности) и компании (предприятия);

- на различные этапы процесса стратегического управления, включая целеполагание, стратегический анализ, позиционирование, анализ конкуренции, портфельный анализ, формирование, мониторинг реализации и корректировку стратегий.

В отличие от традиционных моделей – двумерных, статических, одноуровневых и концептуальных, предлагаемая модель является многомерной, динамической, многоуровневой, интегрированной и формализованной.

Различные объекты РСЭС образуют иерархическую структуру, декомпозиция которой производится одновременно по отраслевому, территориальному и корпоративному признакам (рис. 1); буквой П помечены отношения партнерства, буквой К – конкуренции.

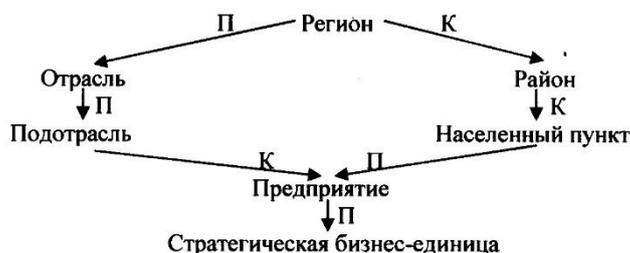


Рис. 1. Иерархия объектов РСЭС

Данная декомпозиция имеет следующие особенности:

- при декомпозиции по отраслевому признаку экономика региона делится на отрасли, а отрасли – на подотрасли, в которых работают различные компании (предприятия);
- при декомпозиции по территориальному признаку регион делится на районы, в которых находятся населенные пункты как места функционирования различных компаний (предприятий);
- при декомпозиции по корпоративному признаку считается, что на территории региона работают корпорации (холдинги, ПАО), в которые входят различные компании (предприятия).

При этом целесообразно рассматривать отрасли (подотрасли) в более широком смысле – как направления деятельности. На самом деле, различные направления социальной сферы и охраны окружающей среды не являются чисто затратными компонентами РСЭС; с учетом необходимости устойчивого развития региона и расширенного воспроизводства эти виды деятельности дают вполне осязаемый экономический эффект.

При этом:

- каждая компания (предприятие) может быть рассмотрено в трех аспектах: отраслевом, территориальном и корпоративном: она относится к некоторой подотрасли, находится в некотором населенном пункте и может быть частью некоторой корпорации;
- в каждой компании (предприятии) можно выделить ряд стратегических бизнес-единиц (СБЕ), которые могут соответствовать различным подразделениям компании, направлениям ее деятельности и товарам (услугам), предлагаемым на рынке.

Рассмотренная выше декомпозиция отражает существенную фрактальность объектов региональной системы, что следует из самого названия «объекты региональной системы», представляющие собой экономические системы разного типа, но обладающих большим числом одинаковых характеристик.

При этом естественной иерархии объектов в РСЭС (например, регион-районы-населенные пункты-предприятия) будут соответствовать многоуровневые иерархии многомерных моделей – матричных моделей, карт стратегических групп конкурентов (КСГ), стратегий и портфельных моделей, связанных зависимостью по данным [4, 5].

2. Многомерные пространства

Проблемой стратегического управления регионом, как и других общественных наук, является практическое отсутствие какой-либо формализации и специфического языка, необходимого для такой формализации и позволяющих анализировать объект исследования и строить необходимые прогнозы его развития. Трудности формализации для социально-экономических систем – это качественный характер, недетерминированность, активность субъектов, зависимость от предыстории, ситуация внешнего наблюдателя, когда, образно говоря, молекула воды пытается описать движение потока

воды, в котором она находится. Недаром академик А.А. Дородницын подчеркивал, что главная задача математики в 21 веке – это обеспечить формализацию в гуманитарных науках [9].

Предлагается попытка такой формализации в виде многомерного дискретного метрического стратегического пространства, точки которого (целочисленные векторы) есть результат дискретизации непрерывных и качественных значений различных характеристик объектов региональной экономики.

Каждый объект региональной экономики характеризует большое число характеристик, которые, естественно, различаются в зависимости от типа ОРЭ. Набор характеристик в целом можно разделить на 2 группы:

- объективные (количественные): площадь, число занятых, используемые ресурсы, ВРП, объем продаж, средняя продолжительность жизни и т.д.;
- качественные, которые могут быть заданы в виде лингвистических переменных: климат, экологический потенциал, уровень конкуренции, уровень социального комфорта и т.д.

Все характеристики каждого объекта региональной экономики приводятся к единой шкале измерений посредством дискретизации:

- непрерывные значения (обычно объективные, количественные характеристики) разбиваются на интервалы, которые упорядочиваются, нумеруются и тем самым дискретизируются;
- качественные значения, которые могут быть описаны при помощи лингвистических переменных, получают новое значение (ранг) в зависимости от степени выраженности, например, низкое качество продукции – 1 балл, очень высокое – 10 баллов;
- значения, заданные в порядковых шкалах, дискретизированы изначально;
- значения в номинальных шкалах можно превратить в порядковые, упорядочив соответствующие значения по критерию максимума полезности.

Такая дискретизация позволяет ввести многомерное дискретное метрическое пространство стратегических позиций P , многомерными точками которого будут соответствующие различным ОРЭ целочисленные вектора $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $x \in P$, где n – количество характеристик каждого ОРЭ, x_i ($i=1, 2, \dots, n$) – значения характеристик (целые числа от 1 до 5–10).

В пространстве P можно ввести расстояния между объектами (многомерными точками) в евклидовой или манхэттенской метрике. Это позволяет далее применять аппарат линейной алгебры и рассматривать такие понятия, как окрестность точки, расстояние от точки до множества, связанное множество, кластер точек, центр тяжести кластера, гиперплоскость и т.д.

Представление любого ОРЭ в виде некоторого целочисленного вектора хорошо согласуется с определением произвольной системы в виде вектора ее характеристик [10], что позволяет оценить перспективность данного подхода для любых общественных наук. Данный подход, скорее всего, отражает глубинную суть рассматриваемых объектов и процесса стратегического управления: если физический мир является миром непрерывным, то общество – скорее миром дискретным, где действуют и обрабатываются в основном дискретные сущности (люди, компании, изделия, месяцы и т.д.).

Если зафиксировать на количественных шкалах интервалы значений, то можно получить матричные модели стратегического анализа [4, 5], в данном случае многомерные, различным многомерным «квадрантам» которых будут соответствовать качественно разные ситуации и возможные стратегий действий в этих ситуациях.

В стратегическом пространстве P можно строить многомерные карты стратегических групп конкурентов [4, 5] трактуя каждую такую группу как кластер ОРЭ с минимальным расстоянием между объектами внутри кластера и максимальным – между кластерами.

Для каждого положения ОРЭ в пространстве стратегических позиций P может быть одновременно определено десятки частных стратегий, полученных для различных направлений классификации стратегий и для различных матричных моделей [1]. Целесообразно описание любых стратегий производить по фиксированному набору характеристик независимо от способа их формирования, что позволяет более обоснованно классифицировать, анализировать и сравнивать стратегии.

Анализ описаний различных стандартных стратегий позволяет выделить у них ряд устойчивых признаков, таких как объем продаж, новизна рынка, уровень конкуренции, имеющиеся ресурсы, качество, ассортимент и т.д. [1]. Значения признаков дискретизируются по аналогии с дискретизацией значений характеристик ОРЭ. Если каждая стратегия описывается m возможными характеристиками, то аналогично пространству стратегических позиций P вводится дискретное m -мерное пространство стратегий S , в котором аналогично пространству P также можно различными способами ввести расстояние [4, 5].

Была предложена обобщенная модель стратегического управления регионом в виде пары стратегических алгебр [5]

$$\langle A_c, A_p \rangle, \quad (1)$$

где:

A_c – алгебра стратегий, $A_c = (P^*, E)$;

A_p – двухосновная алгебра процессов обработки стратегий (алгебра стратегического управления),

$A_p = ((P^*, E), F)$;

P^* – множество допустимых стратегических позиций объектов РСЭС, $P^* \subset P$;

E – множество допустимых элементарных стратегий, изменяющих стратегические позиции объектов РСЭС, $E \subset S, s: P^* \rightarrow P^*, s \in E$;

F – множество инвариантных операторов над стратегиями, которые соответствуют различным этапам процесса стратегического управления, $f: P^* \times E \rightarrow P^* \times E, f \in F$.

Тройки связанных множеств можно выделить и в других предметных областях, например, в области программирования («данные-программы-инструментальные средства») или в области производства («продукция-система производства-система развития производства»), что может говорить о наличии таких троек как о неотъемлемом свойстве действительности.

3. Взаимодействие объектов региональной экономики со средой

Рассмотренный выше подход позволяет формализовать такие концепты стратегического управления регионом как матричные модели, карты стратегических групп конкурентов и сами стратегии. Рассмотрим его применение для анализа отношений между объектами региональной экономики и внешней средой, а также различных объектов между собой.

В стратегическом управлении регионом обычно рассматривается влияние факторов неструктурированной внешней среды на региональные системы различного уровня, что одновременно упрощает анализ влияния среды, но и ухудшает качество этого анализа. Внешнюю среду обычно подразделяют на общую (дальнюю) окружающую среду и рабочую (ближнюю) [1]. Очевидно, что для различных ОРЭ различных уровней внешняя среда также будет различной.

1. Общая среда – это среда косвенных контактов каждого ОРЭ, состоящая из компонентов, которые не связаны с данным ОРЭ напрямую, но оказывают влияние на его функционирование. Факторы внешней среды разбиты на блоки: политический, экономический, социальный и технологический, которые отражаются в матрице PEST (STEP). Влияние каждого фактора на ОРЭ рассчитывается в баллах по формуле $I \times S \times D$, где I – важность фактора для развития, S – сила влияния фактора, D – направленность воздействия (плюс, минус).

Аналогично может быть использована широко распространенная матрица SWOT, где буквы S (Strengths) и W (Weaknesses) отражают, соответственно, сильные и слабые стороны объекта, а O (Opportunities) и T (Threats) – возможности и угрозы внешней среды. Для каждого фактора внешней среды его влияние рассчитывается по формуле $S \times P \times D$, где S – сила влияния фактора, P – вероятность появления возможности или угрозы, D – направленность воздействия (плюс, минус).

2. Рабочая среда (микросреда) – это среда непосредственных контактов рассматриваемого ОРЭ (ОРЭ-центр), она включает те ОРЭ, с которыми у данного ОРЭ есть прямые отношения или которые оказывают на него прямое воздействие. Сюда относятся поставщики ресурсов, клиенты (потребители товаров, услуг) и посредники, конкуренты, вышестоящие органы государственной власти, а также так называемая контактная аудитория (средства массовой информации, общества потребителей, общественные организации и т.д.).

Для отражения влияния внешней среды на конкретный объект региональной экономики предлагается вместо пары «система-среда» рассматривать так называемую метасистему [11], т.е. данный ОРЭ совместно с окружающими и наиболее тесно взаимодействующими другими ОРЭ из микросреды. Это дает возможность перейти от стратегии развития ОРЭ, от стратегии развития системы к стратегии развития метасистемы, к метастратегии. Такая метастратегия интегрирует несколько стратегий входящих в метасистему ОРЭ, обеспечивая их согласование, например, по ресурсам, кадрам, рынкам и т.д.

Метасистему можно описать в виде звездчатого орграфа, где взаимодействующие с ОРЭ-центром вершины соответствуют объектам микросреды ОРЭ-центра, а дуги отражают один из трех типов взаимодействия этих вершин с ОРЭ-центром.

1. Отношения конкуренции наиболее адекватно описывают конкуренцию однородных объектов, таких как районы региона, населенные пункты района, предприятия подотрасли за сбыт продукции (услуг) и различные ресурсы, включая федеральные и региональные субсидии. Конкурентные отношения возникают между поставщиками, между производителями, между потребителями (в случае дефицита продукции) и формализуются при помощи многомерных карт стратегических групп конкурентов [4, 5].

2. Отношения сотрудничества (партнерства) наиболее адекватно описывают кооперацию гетерогенных объектов, таких как отрасли региона, подотрасли отрасли, предприятия населенного пункта и бизнес-единицы компании; также сюда можно отнести отношения с объектами контактной аудитории. Отношения сотрудничества возникают между объектами, связанными непосредственными производственными связями: «поставщик ресурсов (оборудования)-производитель-потребитель». Отношения сотрудничества (партнерства) формализуются при помощи портфельных моделей [4, 5].

3. Отношения управления возникают между ОРЭ, стоящими на различных уровнях иерархии управления; это цепочки «регион-район-населенный пункт (город)-компания (предприятие)?СБЕ», «регион-отрасль?-подотрасль?-компания (предприятие)?-СБЕ» и «регион-корпорация (холдинг)?-компания (предприятие)-СБЕ». Знаки «?» отражают отсутствие в условиях рыночной экономики непосредственного управления хозяйствующими субъектами со стороны региональных, районных и муниципальных властей.

Отношения конкуренции и сотрудничества можно также описать баллами или лингвистическими переменными, например, от -10 для ожесточенной борьбы конкурентов до $+10$ для полной интеграции, а также по качеству взаимодействия с поставщиками, потребителями, партнерами, властями и объектами контактной аудитории.

Надо отметить, что метасистемы имеют ряд соответствий в семиотике. Понятие «семантического поля» представляет собой орграф отношений слов, где ОРЭ-центр выступает в качестве предиката, а остальные ОРЭ метасистемы – в качестве актантов или аргументов семантического поля, обладающих специфическими семантическими ролями (падежами).

Введение метасистем позволяет анализировать не абстрактное влияние среды, а рассчитывать влияние каждого контрагента в метасистеме, суммируя потом эти влияния, чтобы определить интегральное качество метасистемы. Влияние F каждого ОРЭ метасистемы на ОРЭ-центр может быть рассчитано по формуле

$$F = S \times I \times P \times D, \quad (2)$$

где S – сила влияния ОРЭ в баллах, I – важность данного ОРЭ для развития «центра» в баллах, P – вероятность возникновения значительного влияния ОРЭ, D – направленность воздействия («+» – позитивная, «-» – негативная). Интегральное качество метасистемы рассчитывается суммированием влияний всех ОРЭ метасистемы.

Введение метасистем позволяет сравнивать между собой не отдельные ОРЭ, а сами метасистемы, что позволяет более полно учесть влияние на каждый рассматриваемый ОРЭ всех объектов микросреды. Сравнение метасистем производится на основе анализа их интегральных качеств; очевидно, что интегральное качество каждой метасистемы увеличивается при уменьшении количества конкурентов и силы их суммарного влияния, а также при увеличении количества партнеров и силы их суммарного влияния.

4. Визуализация взаимодействия объектов региональной экономики

Визуализация информации представляет собой одно из основных направлений современных исследований в области информационных технологий. Под компьютерной визуализацией понимается построение визуального геометрического образа на основании абстрактных представлений об объектах (процессах).

Социально-экономические системы изучаются гуманитарными науками, которые, в целом, меньше имеют дела с числами и более широко используют образное мышление. Как гипотеза, языком гуманитарных наук может стать некий визуальный язык – язык символических изображений, когнитивная графика, объединенный с формализованными символьными конструкциями. Поэтому при анализе объектов РСЭС особенно важна визуализация и здесь особенно эффективно образное представление, точнее, синтез математического и образно-графического языков.

Известно, что визуальное представление информации более подходит для качественного анализа и более соответствует особенностям человеческой психики, чем символьное (линейное). При этом основными достоинствами визуализации являются: высокая скорость интерпретации, наглядное

представление геометрической метафоры данных, лаконичное описание внутренних закономерностей набора данных, компактность визуальных данных, наглядность и целостность восприятия [12].

Наиболее очевидным способом визуализации является визуализация звездчатого графа метасистемы, где вершины для ОРЭ различных типов метасистемы (конкуренты, поставщики, клиенты и т.д.) отмечены различным образом, а при выделении каждой дуги или вершины на экран выдается информация о данной дуге или вектор характеристик данного ОРЭ.

В естественных, технических и гуманитарных науках одним из наиболее часто употребляемых объектов являются многомерные объекты – точки многомерных пространств параметров. Векторы характеристик различных ОРЭ как точки многомерных пространств (многомерные объекты) могут быть визуализированы различными способами.

1. Визуализация в виде профилей: по оси ОХ откладываются различные характеристики многомерного объекта, по параллельным вертикальным осям одинаковой длины – значения по каждой характеристике, потом отмеченные значения соединяются отрезками; подразумевается, что значения для различных характеристик нормированы, что позволяет использовать вертикальные шкалы одинаковой длины (рис. 2). Достоинством данного метода визуализации с точки зрения решения задач анализа ОРЭ является то, что с его помощью можно отобразить очень большое количество объектов и их характеристик, недостатком – неэффективность оценки каждого объекта как единого целого.

2. Визуализация при помощи метода связанных проекций (МСП) [6]: визуальным представлением многомерного объекта является многоугольник или ломаная, причем стороны многоугольника (отрезки ломаной) соединяют точки двумерных проекций, находящиеся в различных квадрантах координатной плоскости (рис. 3). Достоинством данного метода является возможность рассмотреть каждый объект как единое целое, ориентация на матричные модели стратегического планирования, недостатком – очень небольшое число отображаемых объектов (из-за наложения их друг на друга), причем количество характеристик ОРЭ ограничено.

3. Визуализация при помощи радарных диаграмм (радары) или звездчатых диаграмм (звезды) не требует комментариев в силу широкой распространенности этих методов визуализации. Достоинством этих схожих по своим особенностям методов является возможность визуализировать очень большое число характеристик ОРЭ, возможность рассматривать каждый объект как единое целое, недостатком – очень небольшое число отображаемых объектов (из-за наложения их друг на друга).

Как видно из этого анализа, идеального способа визуализации не существует.

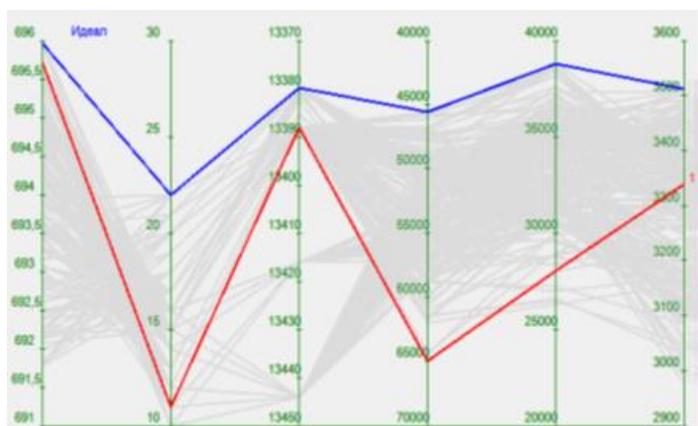


Рис. 2. Метод профилей

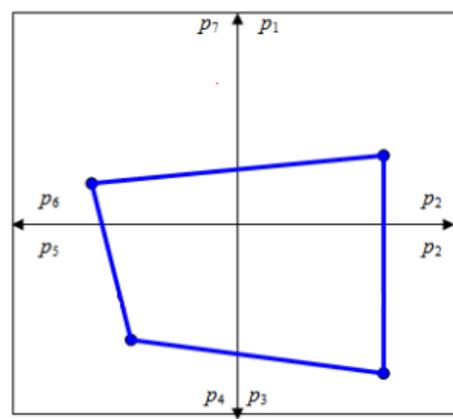


Рис. 3. Метод связанных проекций

Представление ОРЭ в виде векторов (точек многомерных пространств) позволяет эффективно решать задачи анализа этих объектов в процессе визуализации:

- визуально производить анализ каждого объекта в виде профиля, четырехугольника МСП или радара/звезды;
- по внешнему виду каждого радара/звезды или четырехугольника МСП (размер, положение относительно начала координат) легко оценить «мощь» (размер/площадь геометрической фигуры) и «гармоничность», «сбалансированность» (положение геометрической фигуры относительно начала координат) каждого ОРЭ;
- рассматривать динамику движения любого ОРЭ в стратегическом пространстве, т.е. динамику развития ОРЭ;

- сравнивать однородные ОРЭ между собой, находя ОРЭ, ближайшие к рассматриваемому объекту в заданной метрике, как в данный момент, так и в перспективе – с учетом тенденций развития ОРЭ;
- рассматривая характеристики ОРЭ как некоторые критерии, можно с использованием методов многокритериальной оптимизации найти объект, ближайший к «идеальной точке» в стратегическом пространстве (например, используя метод профилей).

«Жизнь» некоторого объекта региональной системы можно отразить следующим образом. Многопараметрическая звезда или радар движется по фазовой траектории в 2-мерном пространстве наиболее важных параметров, в зависимости от изменения параметров во времени звезда или радар постоянно меняются. При этом одновременно отображаемых объектов может быть несколько: это может быть метасистема для некоторого ОРЭ, некий портфель ОРЭ или группа конкурентов.

5. Заключение

Переход от традиционных пар «система-среда» к метасистемам существенно увеличивает качество анализа объектов региональной экономики. Каждая метасистема интегрирует свойства рассматриваемого объекта и других объектов микросреды в единое целое, позволяя более детально отразить специфику конкурентных и партнерских отношений между компонентами метасистем.

Литература

1. *Зуб А.Т.* Стратегический менеджмент: теория и практика. – 4-е изд., доп. – М: Юрайт, 2014. – 375 с.
2. *Сангадиева И.Г.* Методология стратегического управления регионом. – Красноярск: Сибирский гос. аэрокосмический ун-т, 2006. – 260 с.
3. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» № 172-ФЗ от 20.06.2014. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841 (дата обращения 27.05.2024).
4. *Хачатуров В.Р., Соломатин А.Н., Зотов А.В. и др.* Планирование и проектирование освоения нефтегазодобывающих регионов и месторождений: Математические модели, методы, применение / Под ред. В.Р. Хачатурова. – М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2015. – 304 с
5. *Соломатин А.Н.* Разработка многомерных многоуровневых моделей стратегического управления регионом // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2009): Труды Третьей межд. конф. (5-7 окт. 2009 г., Москва). – М.: ИПУ РАН, 2009. – С.104–116.
6. *Solomatin A.N.* Visualization of multidimensional data: method of connected projections // Eleventh International Conference “Management Of Large-Scale System Development” (MLSD) / Moscow (October 2018). – IEEE Conference Publications, IEEE Xplore Digital Library. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8551769> (дата обращения 27.05.2024).
7. *Соломатин А.Н.* Оптимизация состава и стратегий развития объектов региональной экономики // Труды МФТИ. – 2020. Т. 12, № 4. – С. 40–49.
8. *Соломатин А.Н., Хачатуров В.Р.* Методы контроля реализации стратегий регионального развития // Проблемы управления. – 2015. – № 6. – С. 53–61.
9. *Дородницын А.А.* Математика и описательные науки // Избранные научные труды, Т. 2. – М.: ВЦ РАН, 1997. – С. 330–336.
10. *Хачатуров В.Р.* Математические методы регионального программирования. – М.: Наука, 1989. – 304 с.
11. *Прокин В.В.* Метастратегия и метафирма // Тез.докл. и сообщ. Седьмого Всеросс. симп. «Стратегическое планирование и развитие предприятий», г. Москва, 11–12.04.2006. – М.: ЦЭМИ РАН, 2006. – С. 184–185.
12. *Авербух В.Л.* Семиотический подход к формированию теории компьютерной визуализации // Научная визуализация. – 2013. – Т. 5, № 1. – С. 1–25.