

РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РФ: УПРАВЛЕНИЕ И РЕСУРСЫ

Клепарский В.Г., Шейнис В.Е.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

kleparvg@yandex.ru, scheynis@yandex.ru

Аннотация. С использованием «пассивного эксперимента» проведено исследование группового структурирования и самоорганизации регионов Сибирского Федерального округа. Выявлено бифуркационное ветвление хода зависимости величины среднедушевых месячных денежных доходов населения региона от величины удельного валового регионального продукта. Для двух сложившихся групп регионов выполнена сравнительная оценка коллективной устойчивости функционирования.

Ключевые слова: пассивный эксперимент, структурирование, самоорганизация, бифуркационное ветвление, валовой региональный продукт, коллективная устойчивость.

Введение

Управление развитием региона – крупномасштабной социально-экономической системы (СЭС) – представляет собой процесс формирования желательного «русла» развития («аттрактора» в терминах нелинейной динамики). Этот сложнейший процесс направлен на повышение жизненного уровня населения региона, что невозможно без освоения производства и сбыта продукции с высокой добавленной стоимостью, и что, в свою очередь, требует насыщения региона высококвалифицированным персоналом. На всех уровнях иерархии управления приходится искать решения среди неуправляемых альтернатив, снижая их возможное множество, и осуществляя такое целенаправленное управление своих подсистем-составляющих, которое позволит обеспечить ход развития региона с наименьшей диссипацией [1,2].

В краткосрочном плане для этого требуется, прежде всего, выявление изменений расположения региона в пределах «русла» аттракции формируемой группы (ансамбля) взаимодействующих однотипных регионов в процессе эволюции. В долгосрочном плане необходимо совершенствование социально-экономической структуры, для чего, в свою очередь, требуется выявление базовых представлений о механизме трансформации потоков социально-экономических активов («эффективной энергии») от больших крупномасштабных проектов-команд к нижним слоям иерархии управления и обратно.

Отслеживание указанных требований открывает возможность проведения адекватной (с привлечением дополнительных ресурсов) управленческо-организационной активности (УО-активности) многоуровневой иерархии управления в процессе реагирования на изменения социально-экономической ситуации.

Действенность УО-активности органов иерархии управления была изучена (путем «пассивного эксперимента» с применением модификации метода секущей плоскости Пуанкаре) на примере эволюции СЭС-регионов Сибирского Федерального округа РФ в период 2010–2020 гг.

1. Исходные модельные представления

Сложности чисто теоретического выявления влияния многоуровневой УО-активности органов управления на составляющие совокупного производительного потенциала – СПП (материальные и нематериальные активы), а значит и на процесс развития региона в условиях реального рынка, привели к широкому использованию методов «пассивного эксперимента». «Пассивный эксперимент» состоит в наблюдении за эволюцией управляемого региона (группы аналогичных регионов) во времени и/или в пространстве состояний. Для структурирования данных «пассивного эксперимента» становится необходимым применение статистических методов с использованием понятия эргодичности. Для динамической системы $x(x_0, t) = T(t, t_0)x_0$, определяемой оператором T , свойство эргодичности означает, следуя положениям теоремы Крылова-Боголюбова и эргодической теоремы (см., например, [3-5]), эквивалентность усреднения по времени усреднению по набору состояний системы/систем в фазовом пространстве. Для динамической системы $x(x_0; t) = \hat{T}(t, t_0)x_0$, определяемой оператором эволюции $\hat{T}(t, t_0)$, эргодичность постулирует, прежде всего, выполнение равенства

$$\overline{f(x)} \equiv \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t f(x(x_0, \tau)) d\tau = \langle f(x) \rangle \quad (1)$$

Символ $\langle \rangle$ означает усреднение по ансамблю выбранных инвариантных мер, которое в практически реализуемом случае (см., например, [3]) может быть сведено к выражению

$$\langle f(x) \rangle = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N f(x_0^{(j)}) \quad (2)$$

Здесь N число начальных условий $x_0^{(j)}$, каждое из которых может быть взято достаточно произвольно. Заполнение суммы $\sum_{j=1}^N f(x_0^{(j)})$ в выражении (3) разрешено для набора функций $f(x_0^{(j)})$ с различными значениями начальных координат. Это означает возможность применения понятия эргодичности для рассмотрения ансамбля однородных систем (достаточно близких по своим характеристикам) – см., например, [3-5].

Предлагаемый подход позволяет (с применением модифицированного метода трансверсального сечения Пуанкаре (см., например, [3,6]) свести изучение поведения региона (СЭС-системы) к построению и последующему анализу полученных двумерных зависимостей для выбранной пары параметров системы. Для проведения сравнительной оценки качества управления и коллективной устойчивости функционирования сложившейся группы регионов в качестве аргумента была выбрана величина удельного валового регионального продукта ($ВРП_{\text{рег/чел}}$) региона – параметра, характеризующего величину удельной производительности труда. Ход зависимостей значений среднедушевого денежного дохода населения региона $СДД_{\text{рег/чел}}$ от величины удельного $ВРП_{\text{рег/чел}}$, построенных для сложившихся групп аналогичных регионов выбранного федерального округа позволял проследить действенность АО-активности органов управления в процессе эволюции.

2. Исследование структурирования и самоорганизации регионов Сибирского Федерального округа России

Для исследования особенностей влияния многоуровневой УО-активности органов управления на процесс развития региона в условиях реального рынка были выбраны регионы Сибирского Федерального округа России. Особенностью этого округа является его центральное положение в пределах Российской Федерации. Сибирский округ включает, в основном, достаточно развитые регионы. Новосибирская область, например, известна своими научными институтами СО РАН и научно-технологическими предприятиями ВПК. Красноярский край вытянулся вдоль Енисея от Минусинской котловины в предгорьях Саян до Карского моря и, тем самым, подключен морскими портами (Дудинка, Игарка) к Северному морскому пути. В то же время Сибирский Федеральный округ включает заметно отстающие, дотационные республики, как Алтай, Тыва.

Для получения необходимых данных статистики («пассивный эксперимент») о современном социально-экономическом состоянии, о значениях $ВРП_{\text{рег/чел}}$, о среднедушевых денежных доходах (в месяц) $СДД_{\text{рег/чел}}$ были использованы соответствующие данные Росстата (см., например, [7]), сконцентрированные в соответствующих таблицах.

Таблица 1. Основные социально-экономические характеристики регионов Сибирского Федерального округа Российской Федерации

	Регион. Столицы республик	Население, млн. чел.	Процент городского населения	Площадь, тыс. км ² .	Плотность населения, чел./км ² .
1	Алтай, Горно-Алтайск	0,211	30,6%	92,9	2,27
2	Тыва, Кызыл	0,336	52,8%	170,5	2,0
3	Хакасия, Абакан	0,53	68,5%	61,9	8,66
4	Алтайский край, Барнаул	2,15	58,2%	168	12,8
5	Красноярский край	2,8	77,8%	2.340	1,21
6	Иркутская обл.	2,37	78,8%	767,9	3,06
7	Кемеровская обл.	2,59	86,6%	95,5	27,8
8	Новосибирская обл.	2,8	79,4%	178	15,74
9	Омская обл.	1,86	75,6%	139,7	3,38
10	Томская обл.	1,0	73,5%	316,9	3,38

Примечание: 1) 80% населения Красноярского края сосредоточено южнее Ангары. Этот район по площади равен 1/10 общей площади края.

2) 82% населения Томской обл. сосредоточены в южной части области (Томская агломерация и примыкающие к ней районы). Северный пояс – 8,2% населения, 55% отгруженной продукции (углеводороды), 50% инвестиций.

Таблица 2. Удельный валовой региональный продукт для областей Сибирского Федерального округа (2010-2020 гг.) Основные социально-экономические характеристики регионов Сибирского Федерального округа Российской Федерации

NN	Республика, Область	Валовой региональный продукт на душу населения (удельный ВРПрег/ч), тыс. руб.						
		2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Республика Алтай	108,7	196,6	204,8	222,5	247,5	268,6	283,4
2	Республика Тыва	100	150,3	166,4	203,2	228,1	243,0	251,8
3	Республика Хакасия	180,3	317,8	365,4	405,8	451,4	478,8	500,4
4	Алтайский край	124,9	204,8	211,6	231,3	247,6	271,3	291,2
5	Красноярский край	372,8	582,3	608	687,4	825,9	938,0	951,6
6	Иркутская обл.	224,4	415,0	442,3	527,0	608,3	645,5	631,6
7	Кемеровская обл.	226,2	309,9	318,9	406,3	471,7	418,5	392,4
8	Новосибирская обл.	181,7	370,9	377,8	423,7	466,3	504,0	486
9	Омская обл.	193,2	312,4	314,6	355,8	377,1	399,4	398,6
10	Томская обл.	272,6	438,3	445,5	514,0	568,2	577,5	518,2

Таблица 3. Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц) для областей Сибирского Федерального округа Российской Федерации (2010-2020 гг.)

NN	Республика, Область	Среднедушевые денежные доходы населения (СДДДрег/чел), тыс.руб/чел.						
		2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Республика Алтай	13,5	17,8	17,9	18,6	19,5	20,2	21,7
2	Республика Тыва	10,1	15,57	14,9	15,0	15,6	16,6	18,9
3	Республика Хакасия	12,8	19,1	19,6	20,2	21,6	22,7	23,8
4	Алтайский край	11,0	20,9	21,2	22,1	22,8	23,9	23,8
5	Красноярский край	18,3	27,0	27,9	28,8	30,0	31,7	32,8
6	Иркутская обл.	15,1	21,7	22,5	23,5	24,4	26,3	27,6
7	Кемеровская обл.	15,3	21,9	21,3	22,1	23,2	24,9	25,4
8	Новосибирская обл.	16,3	25,5	26,9	27,7	28,8	30,6	31,6
9	Омская обл.	15,2	25,3	24,7	24,7	25,4	26,97	27,3
10	Томская обл.	15,0	26,8	26,7	26,7	27,3	28,4	28,9

Данные «пассивного эксперимента», представленные в Таблицах 2, 3 позволяют заметить существенное различие регионов Сибирского Федерального округа по уровню социально-экономического развития, по величине достигнутых значений удельного $ВРПр_{рег}/чел$, по величине среднедушевых денежных доходов (в месяц) – $СДДД_{рег}/чел$. И это различие по уровню развития, с характерным отставанием, например, республик Алтай и Тыва от успешно развивающихся Омской и Томской областей, со временем не было преодолено в период после 2010 г. Более того, в группе регионов Сибирского Федерального округа произошло разветвление траекторий развития. На рис. 1 представлено изменение хода зависимости $СДДД_{рег}/чел.=F(ВРПр_{рег}/чел)$ от сложившейся в период до

2010 г. общей зоны аттракции динамической макросистемы регионов к сложившейся к 2015 г. конфигурации двух ветвей зоны аттракции.

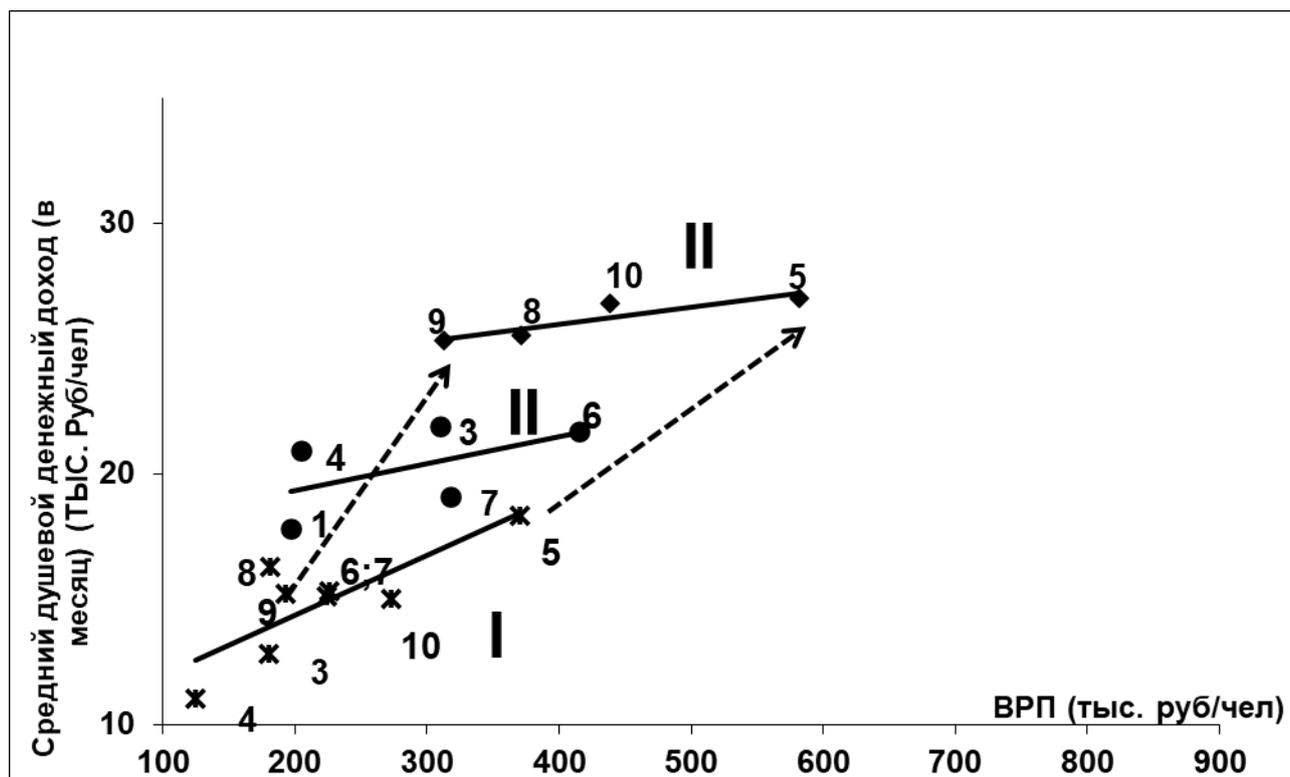


Рис. 1. Бифуркационное разветвление хода зависимости среднедушевого денежного дохода населения региона $СДДД_{рез}/чел$ от величины удельного валового регионального продукта – $ВРП_{рез}/чел$ для регионов Сибирского Федерального округа России

На рисунке показаны указанные зависимости для различных зон аттракции: I – исходное (на 2010 г.) положение регионов в сложившейся общей зоне аттракции; II – раздвоившийся (к 2015 г.) ход зависимости $СДДД_{рез}/чел = F(ВРП_{рез}/чел)$. Точки на средней линии – отстающие регионы. Ромбики на верхней линии – успешные регионы. Стрелками показано эволюционное изменение положения некоторых регионов. Точки на линиях: 1, 3 – Республики Алтай, Хакасия, соответственно, 4 – Алтайский край, 5 – Красноярский край, 6 – Иркутская обл., 7 – Кемеровская обл., 8 – Новосибирская обл., 9 – Омская обл., 10 – Томская обл.

Можно заметить, что в результате эволюции и разветвления хода зависимости $СДДД_{рез}/чел = F(ВРП_{рез}/чел)$ одна группа регионов (преуспевающих), включающая Красноярский край (точка 5), Новосибирскую область (8), Омскую область (9) и Томскую область (10), имеет достаточно высокие значения среднедушевого денежного дохода (в месяц) – $СДДД_{рез}/чел$. Остальные регионы образуют группу отстающих (по достигнутым значениям величины $СДДД_{рез}/чел$). Такое разделение на группы можно объяснить исторически подготовленной большей вовлеченностью нематериальных активов (человеческого и социального потенциала) в процесс функционирования преуспевающих СЭС-регионов.

Факт разделения исходного (2010 г.) ансамбля регионов Сибири на две группы можно подтвердить построением профиля распределения регионов внутри двух возникших зон аттракции.

Сравнительная оценка коллективной устойчивости функционирования сложившейся группы однотипных регионов может быть выполнена с использованием функции плотности распределения вероятности – ПРВ, определяющей вероятность нахождения системы в интервале значений относительного роста $ВРП_{рез}/чел$, достигнутых регионами ансамбля.

Для этого требуется, прежде всего, определение относительной ежегодной скорости роста величины значений $ВРП_{рез}/чел$ ($r \equiv \ln(S_1/S_0)$, где S_1 и S_0 – величина $ВРП_{рез}/чел$ за два следующих друг за другом года) для отдельных регионов в процессе эволюции. Затем, следуя [8], с использованием функции плотности распределения вероятности – ПРВ, определяющей вероятность нахождения системы в интервале значений относительного роста $ВРП_{рез}/чел$, может быть получено выражение

распределение условной плотности вероятности $p(r/s_0)$ относительного роста $ВРП_{рег}/чел$ региона в пределах общей зоны аттракции и формирования отдельных групп регионов в процессе эволюции.

$$p(r/s_0) = \frac{1}{\sqrt{2}\sigma} \exp\left(-\frac{\sqrt{2}|r-\bar{r}|}{\sigma}\right), \quad (3)$$

Здесь \bar{r} – усредненная скорость ежегодного относительного роста $ВРП_{рег}/чел$ для изучаемого региона и σ – величина стандартного отклонения для кривой плотности распределения регионов по относительному росту величины $ВРП_{рег}/чел$, на протяжении года.

Данные «пассивного эксперимента», получаемые для различных периодов эволюции регионов ансамбля, позволяют определить значения показателя относительного роста значений $ВРП_{рег}/чел$ для отдельных регионов $r_i = \ln(S_{i1}/S_{i0})$ и средневзвешенного значения \bar{r} для зоны аттракции рассматриваемого ансамбля.

Проведенное изучение явления разветвления хода зависимости $СДДД_{рег}/чел.=F(ВРП_{рег}/чел)$ и коллективной устойчивости для двух возникших групп регионов Сибирского Федерального округа. позволило выполнить графическое изображение – см. рис. 2 – бифуркационного разветвления

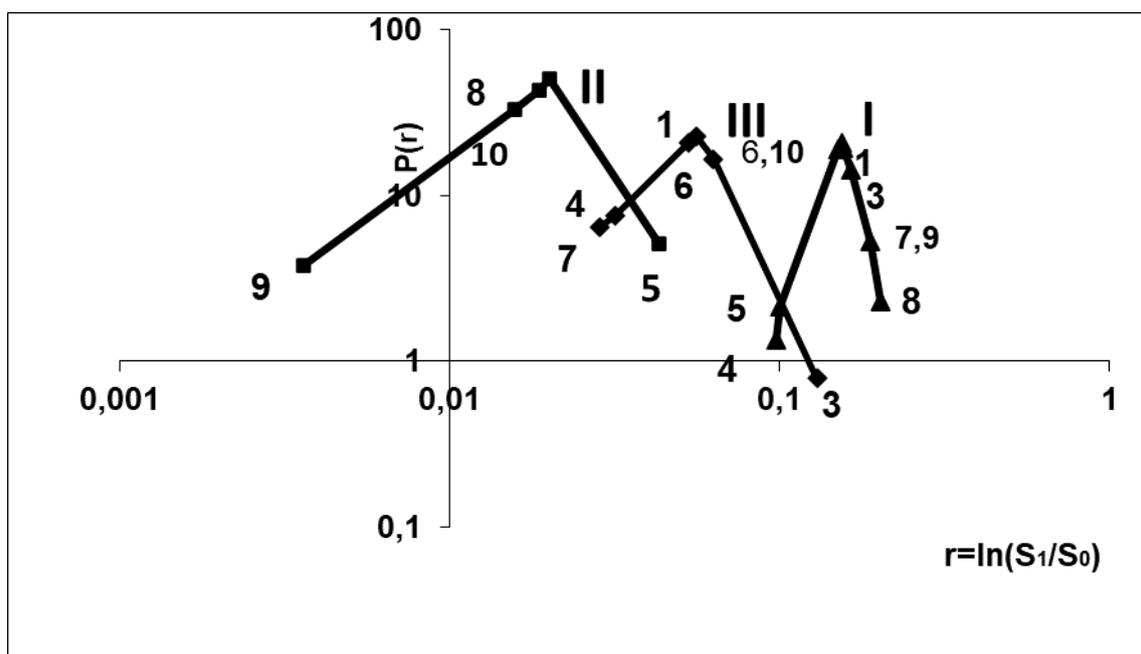


Рис. 2. Разветвление общей зоны аттракции (сложившейся к 2010 г.) и конфигурации отдельных зон аттракции сложившихся к 2016 г после разветвления в 2015 г.

На данном рисунке изображены конфигурации различных зон аттракции: I – исходная (на 2010 г.) конфигурация общей зоны аттракции; II – конфигурация зоны аттракции для группы преуспевающих регионов к 2016 г.; III – конфигурация зоны аттракции для группы отстающих регионов к 2016 г. Точки на линиях обозначены следующим образом: 1,3 – Республики Алтай, Хакассия, соответственно, 4 – Алтайский край, 5 – Красноярский край, 6 – Иркутская обл., 7 – Кемеровская обл., 8 – Новосибирская обл., 9 – Омская обл., 10 – Томская обл.

Ход раздвоенной зависимости среднедушевого дохода (в месяц) населения от величины удельного $ВРП_{рег}/чел$ – зависимости $СДДД_{рег}/чел.=F(ВРП_{рег}/чел)$ – для последующего периода эволюции (с 2015 г. по 2018 г.) – периода позитивного развития регионов Сибири – представлен на рис. 3.

Стрелками показано эволюционное изменение положения некоторых регионов (Иркутской обл. – т.6 – для отстающих регионов и Красноярского края – т.5 – для преуспевающих регионов).

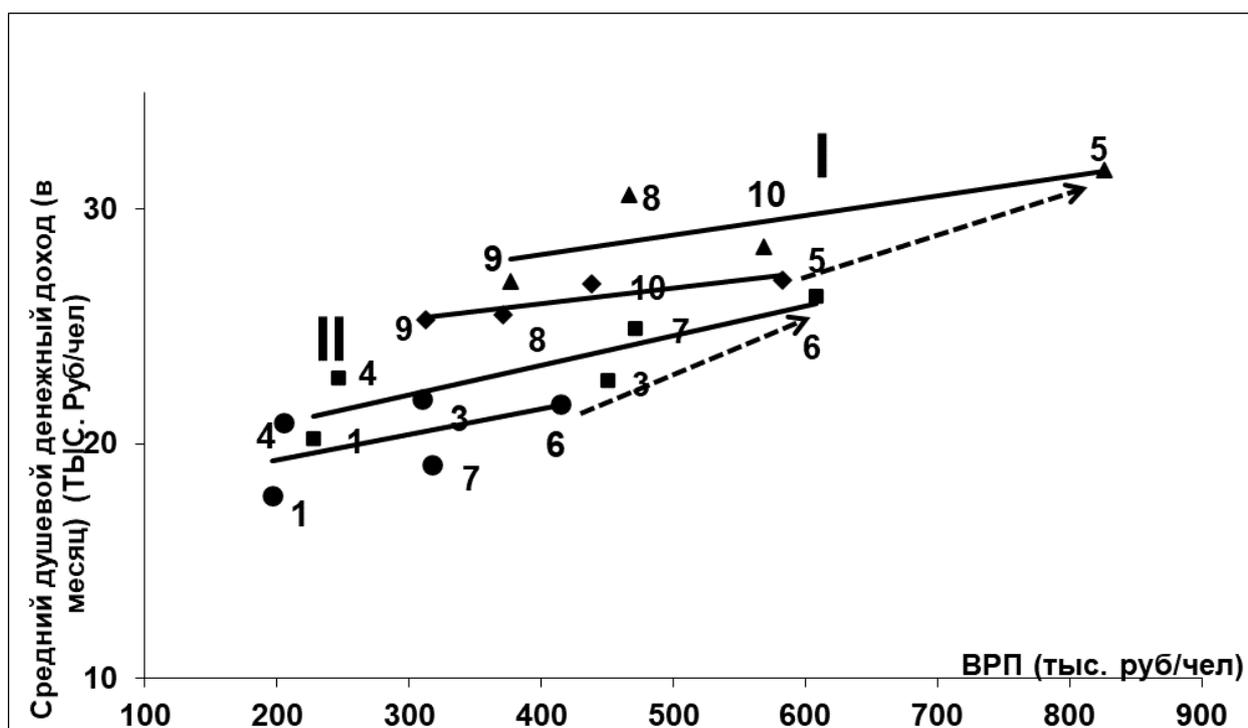


Рис. 3. Изменение хода зависимости среднедушевого дохода (в месяц) населения от величины удельного $ВРП_{рез}/чел$ – зависимости $СДДД_{рез}/чел. = F(ВВРП_{рез}/чел)$ – в процессе эволюции

Указанные зависимости показаны здесь в соответствующие периоды времени для следующих групп регионов: I – 2018 г. Верхняя пара линий (квадратики – отстающие регионы и треугольники – успешные регионы). II – 2015 г. Нижняя пара линий (точки – отстающие регионы и ромбики – успешные регионы). Точки на линиях: 1 – Республика Алтай, 3 – Республика Хакассия, 4 – Алтайский край, 5 – Красноярский край, 6 – Иркутская обл., 7 – Кемеровская обл., 8 – Новосибирская обл., 9 – Омская обл., 10 – Томская обл.

Ход зависимости $СДДД_{рез}/чел = F(ВРП_{рез}/чел)$ для отстающих регионов для последующих этапов эволюции (2016, 2018 и 2020 годы) представлен на рис. 4.

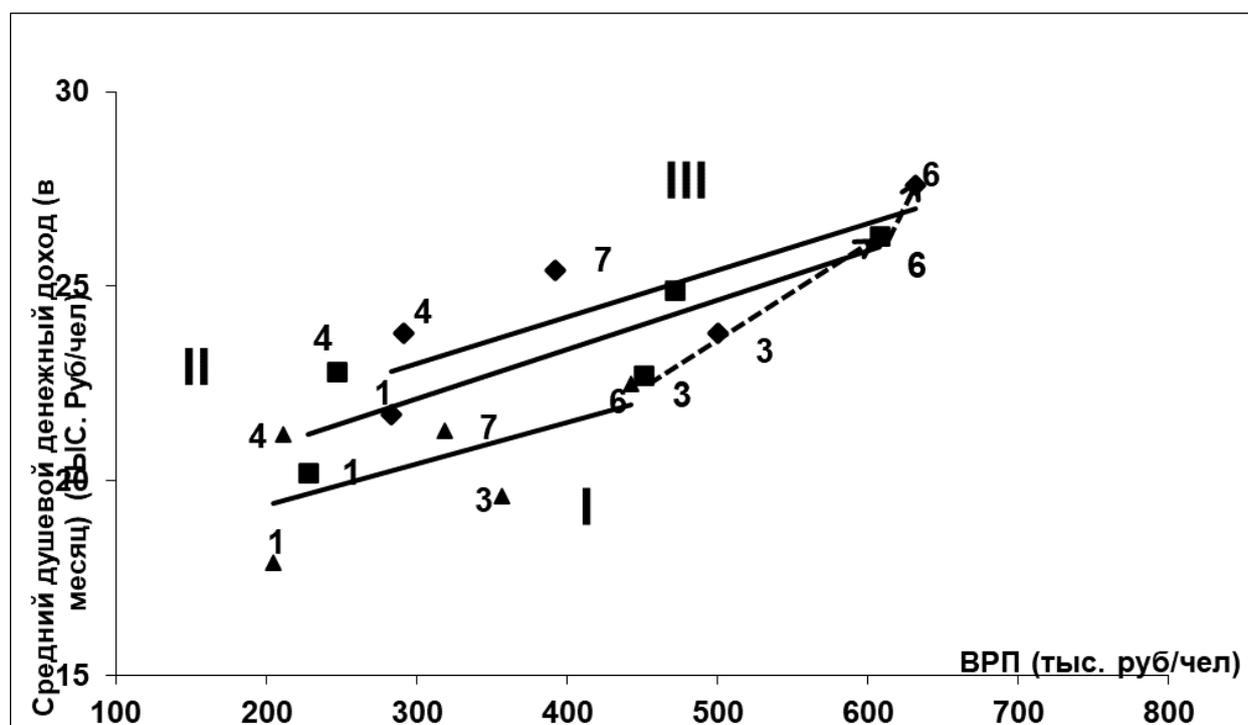


Рис. 4. Ход зависимости $СДДД_{рез}/чел$ (в месяц) от величины $ВРП_{рез}/чел$ для группы отстающих регионов

Указанные зависимости для группы отстающих регионов показаны для следующих периодов: I – 2016 г. (треугольники). II – 2018 г. (квадратики). III – 2020 г. (ромбики). Точки на линиях: 1 – Республика Алтай, 3 – Хакасия, 4 – Алтайский край, 5 – Красноярский край, 6 – Иркутская обл., 7 – Кемеровская обл.

3. Обсуждение результатов

Параллельность хода графиков зависимостей $СДДД_{рег}/чел = F(VBP_{рег}/чел)$, выполненных для последующих этапов эволюции, позволяет предполагать неизменность производной по аргументу от имеющейся функциональной зависимости. (Если две функции отличаются друг от друга на постоянную величину, то они имеют ту же самую производную (см., например, [9]). Для обеих возникших групп ход графика зависимости величины $СДДД_{рег}/чел$ от величины $VBP_{рег}/чел$ – интегральной линии решения уравнения развития региона – имеет линейный характер и может быть с достаточной точностью выражен уравнением

$$СДДД_{рег}/чел = Q_{исх}^{рп} + K(VBP_{рег}/чел - V_0). \quad (4)$$

Здесь $Q_{исх}^{рп}$ – исходное значение величины $СДДД_{рег}/чел$ для сложившейся группы регионов, V_0 – характерная для достигнутого уровня развития пороговая величина.

Выражение (4) представляет собой интегральную линию решения градиентной формы (а именно $dY/dX = K$) дифференциального уравнения динамической системы региона (здесь абсцисса Y определяется значениями $СДДД_{рег}/чел$, а величина аргумента X определяется достигнутыми значениями $VBP_{рег}/чел$).

Далее отметим, что любая крупномасштабная СЭС в целом может быть представлена как своеобразное сочетание каскадных последовательностей динамических подсистем. Эволюция этих подсистем реализуется через процесс упорядоченного (преодолевающего диссипативные издержки) прохождения команд-возмущений (активов информационных, финансовых, материальных и нематериальных) от крупномасштабных (долгосрочных) возмущений, инициируемых на верхних уровнях иерархии управления, к маломасштабным (краткосрочным) подсистемам-исполнителям на нижних уровнях иерархии управления и обратно (через обратные связи).

Такое поведение динамической системы СЭС-региона вполне соответствует фундаментальным результатам А.Н. Колмогорова. Моделируя поведение каскадных систем (конкретно поведение турбулентных потоков в вязких средах) А.Н. Колмогоров показал возможность пренебрежения инерционными членами в процессе покаскадной трансформации энергии путем нелинейного взаимодействия от крупномасштабных структур к мелким в многокаскадной системе вязкой среды (см., например, [10]).

Фундаментальные положения А.Н. Колмогорова позволяют пренебречь инерционными членами в процессе трансформации команд-потоков различной природы («эффективной энергии») от больших крупномасштабных проектов к «маломасштабным» внутренним подструктурам СЭС-региона и обратно.

Как результат, возникает возможность моделирования механизма установления динамического равновесия в процессе эволюции минуя инерционными взаимодействиями. Вовлеченность человеческого и социального потенциала (через инновации и технологическое совершенствование) в процессе развития региона осуществляется посредством соответствующей УО-активности структур управления. Определяющую роль при этом играет совершенство внутрисистемных логистических связей, определяемых плотностью населения, исторически обусловленной сосредоточенностью населения в городах.

Тот факт, что в группе отстающих регионов Сибири Алтайский край (плотность населения 12,8 чел./кв.км., городское население 58,2%) за все время наблюдения (2015-2020 гг.) уверенно обгонял по благосостоянию (величине $СДДД_{рег}/чел$) Республику Алтай (плотность населения 2,27 чел./кв.км., городское население 30,6%) при одном и том же значении $VBP_{рег}/чел$ можно объяснить меньшей привлекательностью редконаселенной Республики Алтай как для инвестиций в материальные активы, так и для прилива человеческого потенциала. В группу отстающих регионов Сибирского Федерального округа вошли также: Республика Тыва (население 336 тыс. человек, плотность населения 2 чел./кв.км., городское население 52,8%). Республика Хакасия (население 0,53 млн. чел, плотность населения 8,66 чел./кв.км., городское население 68,5%). К отстающим регионам Сибири относится Иркутская область (население 2,37 млн. человек, плотность населения 3,06 чел./кв.км., городское население 78,8%) – область с мощнейшей гидроэнергетикой и энергоемкими производствами (алюминий, продукция

органического синтеза). Иркутско-Чуремховская промышленная зона включает в себя Иркутский авиационный завод. Важнейшей научно-образовательной базой являются университеты в Иркутске, Братске, Ангарске. В Иркутской области расположены 9 академических институтов Иркутского научного центра СО РАН и Восточно-Сибирского научного центра РАН. В группу отстающих регионов попала и Кемеровская область (население 2,59 млн. чел, плотность населения 27,8 чел./км.кв., городское население 86,6%) с хорошо развитой металлургической и угольной промышленностью. И эта ориентация на экономику низкого передела, на экономику чрезмерно ориентированную на экспорт, обусловила резкий спад значений $ВРП_{рез/чел}$ с наступлением пандемии COVID-19 и соответствующей стагнации.

Проведенные исследования структурирования и самоорганизации регионов Сибири показали, что в группу преуспевающих входят регионы: Красноярский край (77,8% населения живет в городах), Новосибирская область (79,4% городское население), Омская область (75,6% городское население) и Томская область (73,5% городское население). Все эти СЭС-регионы имеют сравнительно высокие значения среднедушевого денежного дохода (в месяц) – $СДДД_{рез/чел}$ и показали достаточную коллективную устойчивость даже в период пандемии COVID-19. Для преуспевающей Новосибирской области характерным является преобладание сектора услуг (более 60% ВРП). На долю промышленного производства приходится 20–24%, но это, в основном, предприятия ВПК с высокой долей добавленной стоимости. Новосибирское авиационное производственное объединение, Сибирский НИИ авиации им. С.А. Чаплыгина, например. На долю сельскохозяйственного производства приходится 6–9% ВРП. На территории Новосибирской области осуществляют образовательную деятельность 22 образовательных организаций высшего образования, в которых ведется подготовка более 96 тыс. человек, более чем на 500 направлений и специализаций. В Новосибирском Академгородке расположены десятки НИИ, Новосибирский государственный университет. В наукограде Кольцово расположен Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор».

Красноярский край, население которого сконцентрировано южнее Ангары (на 1/10 территории, где локальная плотность населения ≈ 10 чел./км.кв.) имеет развитую базу гидроэнергетики, что позволило сосредоточить в регионе высокопроизводительные предприятия машиностроения, черной и цветной металлургии, энергопотребляющие предприятия ВПК, химической промышленности. Внутренние затраты компаний на научные исследования и технологические инновации (примерно 77 млрд. руб в 2015 г., т.е. 215 тыс. руб/чел или примерно 3,6% от величины $ВВРП_{рез/чел}$ на 2015 г.) сыграли большую роль в уверенном росте экономики края. В Красноярском крае расположены институты Сибирского отделения РАН, Красноярский университет и другие образовательные учреждения, получающие значительную федеральную поддержку.

Для Томской области характерно сосредоточение социально-экономической деятельности в южной части области. [82% населения региона, где достигнута локальная плотность населения $\approx 8,2$ чел./км.кв.] Северный пояс региона включает 8,2% населения, но дает 55% отгруженной продукции (углеводороды) и получает примерно 50% инвестиций региона. В Томской агломерации находится Томский государственный университет, Томский политехнический университет (оба университета были основаны еще в XIX веке) и еще четыре государственных ВУЗ высоких российских рейтингов. В Томске находятся три национальных исследовательских университета: НИУ ТГУ, НИ ТПУ и СТИ НИЯУ МИФИ. Для здравоохранения важно функционирование НИИ кардиологии СО РАН. В Северске функционирует АО «Сибирский химический комбинат», объединяющий четыре завода атомной промышленности.

4. Заключение

С использованием «пассивного» эксперимента проведено исследования группового структурирования и самоорганизации регионов Сибирского Федерального округа России. Выявлено бифуркационное разветвление хода зависимости величины среднедушевых денежных доходов (в месяц) населения региона – $СДДД_{рез/чел}$ от величины удельного валового регионального продукта $ВРП_{рез/чел}$ для двух сложившихся групп регионов. Для каждой группы проведена сравнительная оценка коллективной устойчивости функционирования как для периода роста $ВРП_{рез/чел}$ (2010–2018 гг.), так и для периода спада конъюнктуры (2019–2020 гг.). Выявлено успешное и устойчивое развитие четырех регионов преуспевающей группы (Красноярский край, Новосибирская область, Омская область, Томская область) – регионов, обладающих достаточно высокой плотностью населения и высоким процентом городского населения. Показано, что условием устойчивого функционирования является сосредоточение в указанных регионах научной и исследовательской деятельности и наличие промышленного производства с высокой добавленной стоимостью.

Созданный в результате работы подход открывает возможность проведения целенаправленной УО-активности органов иерархии управления в процессе эволюции ансамбля СЭС-регионов.

Литература

1. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
2. Красовский А.А. От кибернетики, синергетики к принципу наименьшего действия управляемых самоорганизующихся систем. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 614 с.
3. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. – М.: Эдиториал, 2000. – 336 с.
4. Шильников Л.П. и др. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Ч.2. – М.: Ижевск: РХД, Институт комплексн. исследований, 2009. – 548 с.
5. Zaslavsky G.M. Chaos, fractal kinetics, and anomalous transport. Chapt. 11. Dynamical traps and statistical laws // Physics Reports. – 2002. – Vol.371. – P.461-580.
6. Клепарский В.Г., Шейнис В.Е. Управление долгосрочным развитием региона: располагаемые активы и «жесткость» управления // АиТ, 2022. Вып.2. – С. 133-143.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: Р32 Стат.сб. Росстат. – М., 2021 – 1112 с.
8. Stanley M.H.R., Amaral L.A.N., Buldyrev S.N., et al. Scaling behavior in the growth of companies// Nature. – 1996. – Vol. 379. – P. 804–806.
9. Лузин Н.Н. Интегральное исчисление. – М.: Совет. Наука, 1952. – 416 с.
10. Фриш У. Турбулентность. Наследие А.Н. Колмогорова. – М.: Фазис, 1998. – 346 с.