

# КОМПЛЕКСНОЗНАЧНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ<sup>1</sup>

СВЕТУНЬКОВ С. Г.

доктор экономических наук

БОГДАНОВ А. А.

аспирант

Санкт-Петербург (Россия)

Комплекснозначный показатель уровня социально-экономического развития, отражающий социальное и экономическое состояние региона<sup>2</sup>, позволяет адекватно диагностировать ситуацию и выявлять сложившиеся тенденции. Этот показатель  $Z$  является комплексной переменной, в действительную часть которой включается отношение среднедушевого дохода  $C$  к прожиточному минимуму  $LV$ , которое можно назвать «уровень достатка»  $d$ , а к мнимой части – отношение платных услуг населению  $PS$  к величине общего товарооборота региона  $CC$ , которое можно назвать «уровень социальной удовлетворённости»  $s$ :

$$Z = \frac{C}{LV} + i \frac{PS}{CC} = d + is. \quad (1)$$

Здесь  $i$  – мнимая единица,  $i^2 = -1$ .

Рассмотрение вещественной и мнимых частей комплексного показателя уровня социально-экономического развития даёт исследователю важную информацию, позволяющую оценить уровень достигнутых результатов отдельно в социальной и экономической сфере региона. Но интерес представляют не две действительных переменных, а одна комплексная.

Наше исследование проводится на примере регионов Северо-Запада России. В *табл. 1* приводится динамика комплекснозначного показателя для них.

Однако целью любого исследования является не столько оценка состояния объекта, сколько желание осуществить управление этим объектом с целью достижения какого-то оптимального состояния. Применительно к задаче регионального управления эта цель исследования предполагает необходимость выявления причинно-следственных связей между показателями, отражающими уровень социально-экономического развития, и факторами, предопределяющими региональное развитие.

Очевидно, что факторов, оказывающих влияние на уровень развития региона, чрезвычайно много – они оказывают прямое и косвенное влияние, непосредственное или с задержкой во времени, сильное или слабое и т. п. Понимая невозможность учёта всех этих факторов, исследователь ограничивается набором тех из них, которые оказывают самое сильное влияние на развитие региона. Формально с той или иной степенью успешности с этим справляется корреляционный анализ. Применительно к комплекснозначному показателю (1) аппарат корреляционного анализа неприменим – он разработан для определения степени приближения зависимости между случайными факторами к линейной, если сами факторы являются действительными переменными.

Потребность в расширении аппарата корреляционного анализа на область случайных комплексных переменных была удовлетворена с помощью специально разработанного аппарата комплекснозначной экономики, частью из которого является корреляционный анализ случайных комплексных переменных. Опуская обоснование и вывод расчётных коэффициентов, приведём здесь формулу коэффициента парной корреляции между двумя случайными комплексными переменными<sup>3</sup>:

$$r_{XY} = \frac{\sum (y_{rt} + iy_{it})(x_{rt} + ix_{it})}{\sqrt{\sum (x_{rt} + ix_{it})^2 \sum (y_{rt} + iy_{it})^2}}. \quad (2)$$

Этот коэффициент является комплексным. Его действительная часть, как и в случае коэффициента парной корреляции действительных случайных переменных, характеризует степень приближения зависимости между двумя случайными комплексными переменными к линейной форме, а мнимая часть – степень разброса фактических точек относительно линейной регрессионной зависимости.

Для формирования комплексных переменных, с помощью которых можно описывать тот или иной экономический процесс, следует учесть, что комплексная переменная – это удобная форма записи двух действительных переменных. Поэтому в комплексную переменную можно включать такие пары социально-экономических показателей, которые, прежде всего, отражают разные стороны одно и того же явления или объекта, имеющие одинаковый масштаб и размерность.

Применительно к задаче выявления факторов, определяющих социально-экономическую динамику развития регионов, нами были сформированы такие комплексные переменные, влияющие на региональное развитие:

1) среднедушевые денежные доходы населения в месяц  $x_{1r}$  и среднедушевые денежные доходы  $x_{1i}$  населения в месяц,  $x_{1r} + x_{1i}$ ;

<sup>3</sup> Светуныков С. Г. Основы эконометрии комплексных переменных. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2008. – 108 с.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках Международного гранта РГНФ-НАН Украины № 10-02-00716 а/У «Модели оценки неравномерности и цикличности динамики социально-экономического развития регионов Украины и России».

<sup>2</sup> Светуныков С. Г. Моделирование регионального развития и неравномерность социально-экономического развития регионов // Украина, Бизнес Информ. – 2011. – № 10 (405). – С. 88 – 95.

**Динамика комплекснозначного показателя уровня социально-экономического развития отдельных регионов России**

Регион	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Республика Карелия	-	2,11 + 0,23i	2,09 + 0,28i	2,15 + 0,3i	2,25 + 0,31i	2,43 + 0,31i	2,29 + 0,32i
Республика Коми	2,53 + 0,19i	2,71 + 0,2i	2,8 + 0,23i	2,97 + 0,24i	3,1 + 0,24i	3,13 + 0,25i	3,26 + 0,25i
Архангельская область	2,33 + 0,22i	1,86 + 0,26i	2,01 + 0,26i	2,23 + 0,31i	2,39 + 0,34i	2,4 + 0,37i	2,52 + 0,42i
Ненецкий авт.округ	2,27 + 0,13i	2,65 + 0,14i	3,62 + 0,16i	4,52 + 0,17i	4,27 + 0,15i	4,7 + 0,21i	5,97 + 0,24i
Вологодская область	-	1,91 + 0,32i	2,18 + 0,33i	2,33 + 0,37i	2,27 + 0,45i	2,51 + 0,46i	2,7 + 0,43i
Калининградская область	1,85 + 0,25i	1,41 + 0,3i	1,69 + 0,32i	1,78 + 0,32i	2,05 + 0,33i	2,5 + 0,35i	2,89 + 0,34i
Ленинградская область	-	1,27 + 0,25i	1,43 + 0,28i	1,86 + 0,23i	2,1 + 0,24i	2,55 + 0,23i	2,87 + 0,21i
Мурманская область	2,13 + 0,25i	2,14 + 0,31i	2,19 + 0,36i	2,27 + 0,41i	2,27 + 0,5i	2,39 + 0,52i	2,68 + 0,48i
Новгородская область	-	1,72 + 0,26i	1,83 + 0,31i	1,86 + 0,35i	2 + 0,36i	2,29 + 0,36i	2,26 + 0,34i
Псковская область	1,43 + 0,2i	1,78 + 0,21i	2,02 + 0,23i	2,16 + 0,24i	2,09 + 0,25i	2,21 + 0,27i	2,36 + 0,27i
г. Санкт-Петербург	-	2,03 + 0,41i	2,67 + 0,47i	3,25 + 0,47i	3,92 + 0,45i	4,08 + 0,42i	4,31 + 0,42i

2) валовой региональный продукт  $x_{2r}$  и продукция сельского хозяйства  $x_{2i}$  региона,  $x_{2r} + x_{2i}$ ;

3) продукция растениеводства  $x_{3r}$  и животноводства  $x_{3i}$  региона,  $x_{3r} + x_{3i}$ .

Комплексные коэффициенты парной корреляции между комплексным показателем социально-экономического развития каждого из регионов Северо-Запада России (см. табл. 1) и первые из трёх факторов приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Коэффициенты комплексной корреляции между показателем социально-экономического развития регионов России и первым комплексным фактором**

Регион Северо-Запада России	Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб. / Среднедушевые денежные расходы (в месяц), руб.
Республика Карелия	0,84041 + i0,02443
Республика Коми	0,98036 - i0,00815
Архангельская область	0,96443 + i1,49141
Ненецкий автон. округ	0,98504 + i0,00970
Вологодская область	1,02798 + i0,04992
Калининградская область	1,00522 - i0,00513
Ленинградская область	0,99044 + i0,00703
Мурманская область	1,04353 + i0,07393
Новгородская область	0,96741 - 0,02843
Псковская область	0,96027 + i0,03651
Санкт-Петербург	0,97921 - i0,02597

Как следует из анализа значений вычисленных комплексных коэффициентов парной корреляции – для всех регионов Северо-Запада России можно использовать линейную комплекснозначную модель такого вида:

$$d_t + is_t = (a_{01} + ia_{11}) + (b_{01} + ib_{11})(x_{1rt} + ix_{2it}). \quad (3)$$

Исключение составляет Республика Карелия, для которой действительная часть комплексного коэффициента парной корреляции относительно далека от еди-

ницы, а потому в этом случае рекомендуется использовать нелинейную функцию.

Степень влияния второй комплексной переменной – валового регионального продукта  $x_{2r}$  и продукции сельского хозяйства  $x_{2i}$  региона на комплексный показатель социально-экономического развития  $Z_t$  отражает табл. 3, в которую сведены результаты комплекснозначного корреляционного анализа.

Таблица 3

**Коэффициенты комплексной корреляции между показателем социально-экономического развития регионов России и вторым комплексным фактором**

Регион Северо-Запада России	Валовой региональный продукт, млн руб. / Продукция сельского хозяйства – всего, млн руб.
Республика Карелия	0,874985 + i0,05414
Республика Коми	0,94775 - i0,00561
Архангельская область	0,96857 + i0,017192
Ненецкий автон. округ	0,90402 + i0,00096
Вологодская область	0,91992 + i0,00571
Калининградская область	0,99416 + i0,00020
Ленинградская область	0,99332 + i0,00012
Мурманская область	0,96576 + i0,11550
Новгородская область	0,96684 - i0,00482
Псковская область	0,91702 + i0,02245

К табл. 3 следует дать несколько комментариев. Прежде всего, конечно, следует отметить, что в этом случае ячейка для комплексного коэффициента корреляции по Санкт-Петербургу не заполнена потому, что в этом городе нет ни животноводства, ни растениеводства как отраслей региональной экономики.

Практически для всех регионов, за исключением Республики Карелии, можно использовать линейную комплекснозначную модель

$$d_t + is_t = (a_{02} + ia_{12}) + (b_{02} + ib_{12})(x_{2rt} + ix_{2it}). \quad (4)$$

Впрочем, и для Республики Карелии действительная часть комплексного коэффициента парной корреляции близка к единице, но, вполне возможно, что например, модель степенной комплекснозначной функции окажется точнее для целей аппроксимации и прогнозирования динамики.

**М**алые значения мнимой части комплексного коэффициента корреляции практически для всех регионов свидетельствуют о том, что линейные модели будут в этом случае давать небольшую дисперсию. Исключением является Мурманская область, для которой мнимая часть комплексного коэффициента парной корреляции равна 0,11550 – что значительно больше, чем в других регионах. Это говорит о том, что линейная регрессия для этого региона будет сопровождаться большей дисперсией фактических значений комплексного социально-экономического показателя от расчётных значений, чем в других регионах.

Роль и влияние последнего из рассмотренных комплексных факторов на уровень социально-экономического развития регионов, продукция растениеводства  $x_{3r}$  и животноводства  $x_{3i}$  региона, может быть определена из данных *табл. 4*. Этот фактор также исключает из рассмотрения Санкт-Петербург – как город, не имеющий такой отрасли.

**Таблица 4**

**Коэффициенты комплексной корреляции между показателем социально-экономического развития регионов России и третьим комплексным фактором**

Регион Северо-Запада России	Продукция сельского хозяйства (растениеводство), млн руб. / Продукция сельского хозяйства (животноводство), млн руб.
Республика Карелия	0,85823 – i0,10777
Республика Коми	0,99021 + i0,00773
Архангельская область	1,05721 + i0,15713
Ненецкий автон. округ	0,81765 + i0,00932
Вологодская область	0,93737 + i0,07753
Калининградская область	0,99772 + i0,01498
Ленинградская область	0,99477 + i0,01988
Мурманская область	1,00994 + i0,00782
Новгородская область	0,98000 – i0,01741
Псковская область	0,95432 – i0,00634

Вновь обращает на себя внимание Республика Карелия, для которой действительная часть комплексного коэффициента корреляции не очень близка к единице. Относительно высокое значение мнимой части этого коэффициента также свидетельствует о том, что, скорее всего, влияние собственного сельскохозяйственного производства в этой республике не является преобладающим и, возможно, этим комплексным фактором при построении моделей регионального развития можно пренебречь.

Подобная ситуация наблюдается и для Ненецкого автономного округа. Снабжение населения этого региона продуктами сельского хозяйства осуществляется за счёт других территорий.

Для остальных территорий сельскохозяйственное производство является важной частью региональной социально-экономической системы, и поэтому уровень их социально-экономического развития может быть описан линейной комплекснозначной моделью:

$$d_t + is_t = (a_{03} + ia_{13}) + (b_{03} + ib_{13})(x_{3rt} + ix_{3it}). \quad (5)$$

**Т**аким образом, для моделирования регионального развития практически всех территорий Северо-Запада России могут быть использованы линейные комплекснозначные модели и применяться все три комплексных фактора. Поскольку рассмотренные три фактора оказывают влияние на один комплексный социально-экономический показатель, целесообразно использовать многофакторную линейную модель такого типа:

$$d_t + is_t = (a_0 + ia_1) + (b_{01} + ib_{11})(x_{1rt} + ix_{1it}) + (b_{02} + ib_{12})(x_{2rt} + ix_{2it}) + (b_{03} + ib_{13})(x_{3rt} + ix_{3it}). \quad (5)$$

Процесс построения моделей этого типа и его особенности выходят за рамки этого исследования. В завершение статьи следует указать, что задача корреляционного анализа комплексных социально-экономических показателей может с успехом решаться с помощью аппарата комплекснозначной эконометрики. ■