

УДК 338.1

Статистический анализ влияния экологических факторов на социально-экономическое развитие территории

Канд. пед. наук, доцент **Хавроничев В.И.** khavronichevvi@yandex.ru

Канд. пед. наук, доцент **Тюлю Г.М.** tyulyu@mail.ru

Череповецкий государственный университет
162612, Россия, Череповец, Советский пр., д.10

Статья посвящена статистическому анализу влияния экологических факторов на социально-экономическое развитие Вологодской области. В качестве результирующего признака авторы рассматривают интегральный рейтинг социально-экономического развития, факторный признак – сводный экологический индекс. В статье последовательно рассматриваются научные подходы к понятию «устойчивое развитие», анализируются показатели системы оценки уровня устойчивого развития, индикаторы экологических факторов и социально-экономического развития. На основании данных Общероссийской Общественной организации «Зеленый патруль» и «Рейтингового агентства РИА «Рейтинг» проведен сравнительный анализ Вологодской области и других субъектов Российской Федерации. Основным инструментарием для анализа является статистический аппарат. Авторы показывают место Вологодской области среди субъектов Российской Федерации на основании экологического и социально-экономического рейтинга. Проведен анализ динамики основных показателей экологического и социально-экономического развития Вологодской области на основании базисных и цепных темпов роста. Статистический анализ показателей позволил авторам построить математическую модель и установить связь показателей экологических факторов и показателей социально-экономического развития Вологодской области. Для подтверждения точности и адекватности модели авторы применили дисперсионный анализ и регрессионную статистику уравнения парной регрессии. Разработанные авторами рекомендации и предложенная математическая модель могут быть использованы в прикладных научных исследованиях в практике государственного и муниципального управления, проведенный статистический анализ помогут органам государственной и муниципальной власти более детально подойти к разработке программ устойчивого развития регионов.

Ключевые слова: регион, социально-экономическое развитие, устойчивое развитие, сводный экологический индекс, рейтинг, показатель, интегральный рейтинг социально-экономического развития, регрессионный и корреляционный анализ, математическая модель, уравнение линейной парной регрессии.

DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-2-46-57

Statistical analysis of the impact of environmental factors on the socio-economic development of the territory

Ph.D. **Khavronichev V.I.** khavronichevvi @ yandex

Ph.D. **Tülu G.M.** tyulyu @ mail

Cherepovets state university
162612, Russia, Cherepovets, Soviet Ave., 10

The article is devoted to statistical analysis of the impact of environmental factors on the socio-economic development of Vologda region. As an effective feature the authors consider the integral rating of social and economic development, the factor feature - the consolidated environmental index. The article consistently considers scientific approaches to the concept of "sustainable development," analyses indicators of the system of assessment of the level of sustainable development, indicators of environmental factors and socio-economic development. On the basis of the data of the All-Russian Public Organization Green Patrol and the Rating Agency RIA Rating, a comparative analysis of the Vologda region and other subjects of the Russian Federation was carried out. The main tool for analysis is the statistical apparatus. The authors show the place of Vologda region among the subjects of the Russian Federation on the basis of ecological and socio-economic rating. The analysis of the dynamics of the main indicators of ecological and socio-economic development of Vologda region was carried out on the basis of basic and chain growth rates. Statistical analysis of the indicators allowed the authors to construct a mathematical model and establish a link between indicators of environmental factors and indicators of socio-economic development of the Vologda region. To

confirm the accuracy and adequacy of the model, the authors applied variance analysis and regression statistics of the pair regression equation. The recommendations developed by the authors and the proposed mathematical model can be used in applied scientific research in the practice of state and municipal administration, the statistical analysis carried out will help the state and municipal authorities to take a more detailed approach to the development of programmes for the sustainable development of region.

Keywords: region, socio-economic development, sustainable development, integrated environmental index, rating, indicator, integral rating of socio-economic development, regression and correlation analysis, mathematical model, equation of linear pair regression.

Введение

Цели увеличения ВВП и ВРП, лежащие в основе государственной экономической политики, могут быть достигнуты лишь при наличии баланса трех составляющих устойчивого развития территории: экономической, социальной, экологической. Именно баланс этих трех подсистем закладывает основы дальнейшего роста, в противном случае идет экстенсивное расходование существующих ресурсов и социальная деградация, формирующие отсталость в будущем. Экономическая подсистема предполагает оптимальное использование природных ресурсов, используя при этом чистые, зеленые технологии. Социальная подсистема ориентирована на сохранение культурного генофонда страны и отдельного региона. Экологическая подсистема направлена на рациональное использование природных ресурсов, которое обеспечивают безопасную жизнь людей [1]. С позиции концепции устойчивого развития традиционная модель экономического роста в настоящее время исчерпала себя.

Ни одна стратегия развития территории, не может быть оптимально смоделирована и реализована без определения взаимосвязи подсистем устойчивого развития.

Шеломенцев А.Г., Беляев В.Н., Именбаева Е.А., Яковлева Е.Н. и др. в своих исследованиях анализируют взаимосвязь показателей экономического роста региона и экологической нагрузки. Они отмечают, что показатели, отражающие снижение уровня негативного воздействия на окружающую среду, крайне редко попадают в перечень основных показателей социально-экономического развития регионов Российской Федерации, и в показатели, отражающие результаты реализации программ и стратегий социально-экономического развития. Авторы акцентируют внимание, что роль экологического фактора отражена в стратегии только 33 регионов из 83 субъектов Российской Федерации (на 2014 год). Экологические параметры в качестве целевых показателей социально-экономического развития имеют место в 17 стратегиях субъектов Российской Федерации [6].

В контексте концепции устойчивого развития любая территория, по мнению Шиховой О.А. рассматривается как социо-эколого-экономическая система. Такая система обеспечивает эколого-экономическое устойчивое развитие региона, при котором удовлетворяются социальные и экономические потребности членов общества, соблюдаются оптимальные затраты труда и природоохранительное использование ресурсов и окружающей среды [2]. В своем исследовании она предлагает систему оценки устойчивого развития территорий. Система оценок состоит из трех блоков индикаторов: блок экономических индикаторов, блок социально-демографических индикаторов, блок экологических индикаторов.

Кузнецов А.П., Селименков Р.Ю. отмечают, что теория устойчивого развития стала ответом на глобальные вызовы, возникшие в результате увеличения социальной и экономической дифференциации стран, роста бедности населения [3]. Они считают, что теория устойчивого развития – логическое продолжение учения о ноосфере. Авторы предлагают оценивать устойчивость региона путем расчета индекса устойчивости на основе экономической и экологической оценки. Система показателей состоит из пяти показателей текущего воздействия и шести показателей потенциального воздействия.

Основная часть

Для оценки социо-эколого-экономической сбалансированности в устойчивом развитии региона Третьякова Е.А. и Осипова М.Ю. предлагают использовать метод динамических нормативов. Динамические нормативы представляют собой упорядоченную соподчиненность темповых характеристик экономических, социальных и экологических составляющих [4].

По мнению Яшаловой Н.Н., устойчивое развитие – это развитие экономики с одновременным повышением качества жизни населения и снижением экологической нагрузки на окружающую среду, достигаемое путем формирования «зеленой экономики» [5]. Автором предлагается механизм определения уровня устойчивости эколого-экономического развития региона, которая основана на определении интегрального показателя, включающего в себя 15 базовых показателей, характеризующих экологическую и экономическую ситуацию в субъектах Российской Федерации. Если регион имеет крайне низкий уровень, то значение интегрального индекса находится в пределах от 0,000 до 0,200; если низкий уровень – от 0,201 до 0,400; средний уровень – от 0,401 до

0,600; уровень выше среднего – от 0,601 до 0,800; высокий уровень – от 0,801 до 1,00. Из одиннадцати субъектов Северо-Западного федерального округа по результатам 2013 года Вологодская область занимала 8 место (значение интегрального индекса – 0,335) и относилась к регионам с низким уровнем устойчивости эколого-экономического развития.

Устойчивое развитие региона, как отмечено в докладе о человеческом развитии в Российской Федерации, должно быть сбалансировано по экономической, социальной и экологической компоненте. Удельный вес этих компонент, по мнению Бедрицкого А.И., различный. Для оценки сбалансированности целей устойчивого развития экспертами Stakeholder Forum выполнен анализ, который направлен на определение удельного веса трех составляющих каждой цели, исходя из соответствующих ей задач. Цели устойчивого развития направлены на стимулирование деятельности в важных областях: люди, планета, процветание, мир. В рамках нашего исследования, представляет интерес карта сбалансированности компонент устойчивого развития по следующим целям устойчивого развития региона [7].

Данная карта позволяет увидеть роль экологической сферы в достижении целей устойчивого развития: из семи целей в четырех экологическая сфера занимает первое место, в трех – второе. Так же можно отметить, что ведущее место в реализации устойчивого развития региона занимает социальная сфера: из семи целей в трех она занимает первое место, в четырех – второе. Экономическая сфера из семи целей в пяти стоит на третьем месте. Доля социальной, экологической и экономической составляющей в целях устойчивого развития представлена в табл. 1.

Таблица 1

Доля социальной, экологической и экономической составляющей

Цель устойчивого развития	Социальная сфера, %	Экологическая сфера, %	Экономическая сфера, %
Чистая вода и санитария	44	44	12
Недорогостоящая и чистая энергия	22	44	12
Устойчивые города и населенные пункты	62	33	5
Ответственное потребление и производство	21	58	21
Борьба с изменениями климата	56	44	-
Сохранение морских экосистем	5	66	29
Сохранение экосистем суши	22	67	11

Национальный проект «Экология», утвержденный 24.12.2018 года, одной из основных задач выделил реализацию комплексных планов мероприятий по экологии: снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, загрязнение водных объектов, земельных ресурсов, несовершенство системы обращения с отходами производства и потребления. Главная цель Национального проекта – изменить к 2024 году воздействие на окружающую среду. Проект предполагает шесть основных направлений: отходы, чистый воздух, вода и водные объекты, биоразнообразие и экотуризм, леса, наилучшие доступные технологии. Национальный проект акцентирует внимание на крупные промышленные города, которые создают сложную и напряженную экологическую ситуацию в своих регионах, это: город Братск, город Красноярск, город Липецк, город Магнитогорск, город Медногорск, город Нижний Тагил, город Новокузнецк, город Норильск, город Омск, город Челябинск, город Череповец, город Чита¹.

Экологическое самочувствие граждан является одним из основных показателей социально-экономического развития территорий. В течение нескольких лет, начиная с 2016 года, аналитики Domofond.ru выясняют, как россияне оценивают уровень экологического благополучия, и составляют рейтинг, в который входят 200 крупных городов России.

Domofond.ru – это ведущий сайт для поиска недвижимости по всей стране. Они проводят ежегодный опрос «Идеальный район», цель которого – выяснить, как местные жители оценивают качество жизни в своем городе.

В ежегодном опросе принимают участие более 90 тысяч человек. Участникам опроса предлагают оценить утверждение «В моем городе достаточно зелени и чистый свежий воздух» по шкале от 1 до 10, где 1 означает

¹ Паспорт Национального проекта «Экология» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.docviewer.yandex.ru/doklad_rukovoditelya/pdf/-23.01.2020.

«полностью не согласен», а 10 — «полностью согласен». Для каждого региона рассчитывается средний балл, который отражает степень удовлетворенности жителей экологическим состоянием города.

По итогам данного мониторинга в 2019 году россияне оценили экологию в своих городах в среднем на 6,6 балла. Самые высокие оценки получили курортные города: Геленджик (8,8 балла), Ейск (8,7 балла), Сочи и Эссентуки (по 8,6 балла). Наименьшие — Норильск (1,9 балла), а также небольшие города Кемеровской области: Киселевск (2,7 балла) и Белово (3,4 балла).

По итогам данного рейтинга город Вологда занимает 71 место (6,6 балла), город Череповец – 155 место (5,7 балла). Если город Вологда (областной центр Вологодской области) имеет положительную тенденцию в сравнении с предыдущим годом (0,3), то один из крупнейших металлургических центров Российской Федерации – город Череповец имеет отрицательную динамику (-0,2)².

Проведенный нами анализ показывает, что проблема устойчивого развития территории, является актуальной для нашего региона. Компоненты устойчивого развития широко используются при разработке стратегий устойчивого развития регионов. Но разработка стратегии развития региона, на наш взгляд, не может быть оптимально осуществлена без определения взаимосвязи компонент устойчивого развития.

В связи с этим наше исследование посвящено статистическому изучению влияния экологических факторов на социально-экономическое развитие Вологодской области, взаимосвязи интегральных показателей устойчивого развития территории: эколого-экономического индекса и социально-экономического индекса. Мы предполагаем, что улучшение экологического благополучия повлечет за собой и рост социально-экономического развития области. Для подтверждения гипотезы о наличии взаимосвязи между экологическими факторами и социально-экономическим развитием Вологодской области нами использованы данные Рейтингового агентства РИА «Рейтинг» и результаты исследований Общероссийской Общественной организации «Зеленый патруль».

РИА «Рейтинг» - универсальное рейтинговое агентство специализируется на оценке социально-экономического положения регионов Российской Федерации, экономического состояния компаний, банков, отраслей, экономики, стран.

Общероссийская Общественная организация «Зеленый патруль» - это общественная организация, основанная в 2006 году, целью которой является участие в разработке, реализации экологической политики государства в целях сохранения уникальной природы России, минимизация негативного воздействия на окружающую среду, улучшение качества жизни.

В своем исследовании мы взяли результаты Общероссийской Общественной организации «Зеленый патруль», которые публикуются с 2008 года на сайте www.greenpatrol.ru.

Эколого-экономический индекс является одним из основных показателей при ранжировании субъектов Российской Федерации в рамках стратегии устойчивого развития. Модель эколого-экономического индекса и рейтинга на его основе разработана на основе концепции возникновения ноосферы, предложенной В.И. Вернадским. Ноосфера – это эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития [8].

Эколого-экономический рейтинг отражает актуальное состояние экологии в субъектах Российской Федерации. Он формируется на основании информационных материалов в СМИ, от органов власти, общественных организаций, компаний и активистов – о событиях, напрямую влияющих на экологию в регионе. На основе оценок экспертов формируется три индекса для каждого региона: природоохранный, промышленно-экологический и социально-экологический. Три индикатора в свою очередь определяют сводный индекс субъекта, который и определяет место в рейтинге.

Оценки при формировании экологического рейтинга выставляются анализируемому событию в трех сферах: экосфера (природоохранный индекс), техносфера (промышленно-экологический индекс), социум (социально-экологический индекс).

Техносфера – часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты: здания, дороги, предприятия, водохранилища и другие [9].

Социум – это социальное окружение человека. Большая, устойчивая социальная общность, характеризующаяся единством условий жизни, общностью культуры. Высшая форма социума — общество как целостная социальная система, другие формы: родовые, семейные, социально-классовые, национально-этнические, территориально-поселенческие общности [10].

Экосфера – понятие, аналогичное биосфере – комплекс всех экосистем, существующих на земле. Термин «биосфера» употребляется только для обозначения зоны, где возможна жизнь, а экосфера подразумевает взаимодействие живых организмов с окружающей средой.

У каждого индекса семь индикаторов, которым присваивается значение +1 (положительная оценка) или -1 (отрицательная оценка). Для возможности сравнения положительные и отрицательные значения переводятся в 100-балльную шкалу.

² Рейтинг экологического благополучия в 150 городах России – Исследования: Domofond.ru. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http:// Domofond.ru/](http://Domofond.ru/) - 22.01.2020.

Индикаторами природоохранного индекса являются: атмосфера, водные ресурсы, земельные ресурсы, биоресурсы, биоразнообразие, климат. Промышленно-экологический индекс формируется на основе анализа промышленной среды, твердых бытовых отходов, экологической модернизации, состояния науки и инновации, продукции и услуг, ответственности бизнеса, промышленных отходов.

Социально-экологический индекс оценивается на основании индикаторов: среда обитания, власть, гражданское общество, информационно-психологический климат, образование и культура, жилищно-коммунальное хозяйство, закон и порядок. В нашем исследовании анализируются данные с 2010 года, так как рейтинг социально-экономического положения регионов Российской Федерации экспертами «Рейтингового агентства РИА «Рейтинг» строится с 2010 года. Исходные данные для исследования экологического состояния Вологодской области приведены в табл. 2.³

Таблица 2

Составляющие экологического рейтинга Вологодской области

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Природоохранный индекс	33	29	29	29	30	31	34	40	45
Промышленно-экологический индекс	42	44	42	42	46	48	49	51	52
Социально-экологический индекс	57	55	56	56	50	57	60	65	67

Мы видим, что природоохранный индекс, характеризующий экосферу, с 2011 года уменьшается и только к 2016 году достигает уровня 2010 года. Промышленно-экологический индекс (техносфера) имеет стабильную динамику, начиная с 2014 года, он увеличивается. Социально-экологический индекс (социум) увеличивается с 2016 года, к 2015 году он достигает уровня 2010 года. Эти выводы подтверждают цепные и базисные темпы роста индексов. За базу сравнения взяты значения показателей 2010 года. Базисные темпы роста показывают возрастающую динамику трех компонент экологического фактора: природоохранный индекс, промышленно-экологический индекс, социально-экологический индекс (размах вариации – 0,48; 0,19; 0,22). Анализ цепных и базисных темпов роста представлен в табл. 3.

Таблица 3

Цепные и базисные темпы роста составляющих экологического рейтинга Вологодской области

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Цепные темпы роста природоохранного индекса	0,88	1,00	1,00	1,03	1,03	1,10	1,18	1,13
Базисные темпы роста природоохранного индекса	0,88	0,88	0,88	0,91	0,94	1,03	1,21	1,36
Цепные темпы роста промышленно-экологического индекса	1,05	0,95	1,00	1,10	1,04	1,02	1,04	1,02
Базисные темпы роста промышленно-экологического индекса	1,05	1,00	1,00	1,10	1,14	1,17	1,21	1,24
Цепные темпы роста социально-экологического индекса	0,96	1,02	1,00	0,89	1,14	1,05	1,08	1,03
Базисные темпы роста социально-экологического индекса	0,96	0,98	0,98	0,88	1,00	1,05	1,14	1,18

³ Национальный экологический рейтинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.greenpatrol.ru/](http://www.greenpatrol.ru/) - 02.01.2020.

Наиболее подробно остановимся на анализе сводного экологического индекса и сравним его значение с другими субъектами Российской Федерации. С этой целью найдем медианное значение, верхний и нижний квартили. Медианное значение индекса будет характеристикой среднего уровня по Российской Федерации, верхний и нижний квартили позволят определить периоды, в которых экологическая компонента социально-экономического развития региона была выше или ниже среднего значения по Российской Федерации.

Медиана – это значение признака у той единицы совокупности, которая расположена в середине ранжированного ряда. Нижний квартиль – значение признака, отсекающее четверть единиц совокупности снизу, верхний квартиль – значение признака, отсекающее четверть единиц совокупности сверху.

Из табл. 4 видим: сводный экологический индекс Вологодской области с 2010 года по 2014 год находится между нижним квартилем и медианным значением сводного экологического рейтинга 83 субъектов Российской Федерации, то есть экологические показатели Вологодской области были ниже средних значений по Российской Федерации. Начиная с 2015 года сводный экологический индекс выше медианного значения, но меньше верхнего квартиля, то есть наш регион имеет уровень сводного экологического индекса выше среднего, но регион не находится в лидерах.

Базисные темпы роста показывают: значение сводного экологического индекса уменьшается или остается постоянным до 2014 года, начиная с 2015 года, экологический индекс Вологодской области начинает расти, размах вариации темпов роста 0,28 (1,14-0,86=0,28).

Таблица 4

Сводный экологический индекс Вологодской области

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Сводный экологический индекс	49	42	43	42	42	46	49	54	56
Медианное значение сводного экологического индекса	50	45	46	44	45	45	46	51	52
Верхний квартиль сводного экологического индекса	53	49	49	47	48	49	49,5	54	56
Нижний квартиль сводного экологического индекса	47	42	43	41	41	42	41,5	45	47
Цепные темпы роста сводного экологического индекса	-	0,86	1,02	0,98	1,00	1,07	1,07	1,10	1,04
Базисные темпы роста сводного экологического индекса	-	0,86	0,88	0,86	0,86	0,94	1,00	1,10	1,14
Место ВО по итогам года	50	62	64	55	58	38	28	24	21

Рейтинг (место в рейтинге) экологического фактора развития Вологодской области в исследуемый период находится в пределах от 21 до 64. Самый низкий рейтинг область имела в 2012 году (64 место среди 83 субъектов Российской Федерации), самый высокий в 2018 году (21 место среди 85 субъектов Российской Федерации). Начиная с 2015 года, происходит повышение позиций в рейтинге (с 58 места на 21 место). Сводный экологический индекс в нашем исследовании рассматривается как факторный признак математической модели.

В качестве результативного признака нами рассмотрен интегральный индекс социально-экономического развития субъектов Российской Федерации. В исследовании использовались данные рейтинга социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, построенный экспертами «Рейтинговое агентство РИА «Рейтинг» на основе агрегирования ключевых показателей регионального развития.

Данный рейтинг построен на основе показателей официальной статистики, характеризующих экономическую, социальную и бюджетные сферы:

Показатели масштаба экономики. Данная группа объединяет показатели, характеризующие абсолютные объемы производства товаров и услуг, объем доходов консолидируемого бюджета, наличие трудовых ресурсов, оборот торговли. Данная группа показателей позволяет оценить вклад Вологодской области в формирование общероссийских показателей масштаба экономики.

Показатели эффективности экономики: производительность труда, инвестиционная активность, финансовое положение предприятий. Данная группа показателей позволяет оценить эффективность использования потенциала Вологодской области.

Показатели бюджетной сферы характеризуют устойчивость бюджетной системы на основе следующих показателей: доходы консолидированного бюджета на одного жителя, доля налоговых и неналоговых доходов, отношение государственного долга к налоговым и неналоговым доходам к доходам и расходам консолидируемого бюджета.

Показатели социальной сферы и уровня жизни населения оценивались на основе анализа показателей: отношение денежных доходов населения к стоимости фиксированного набора потребительских товаров и услуг, уровень безработицы, ожидаемая продолжительность жизни при рождении, уровень младенческой смертности, доля населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума.

Ранжирование проводилось в порядке убывания по значению интегрального рейтинга. Интегральный рейтинг рассчитывается как среднее геометрическое рейтинговых показателей каждой группы. Обобщающий показатель по каждой группе рассчитывается как среднее арифметическое каждого базового показателя. Максимально-возможное значение рейтингового балла по каждому показателю – 100, минимальное – 1.

Исходные данные нашего исследования представлены в табл. 5 [11-19].

Таблица 5

**Интегральный рейтинг социально-экономического развития
Вологодской области**

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Интегральный рейтинг по итогам года	44,33	42,59	45,141	42,622	43,205	45,789	48,467	48,725	46,734
Медианное значение интегрального рейтинга по итогам года	43,53	42,125	42,158	42,622	43,014	43,376	43,110	43,170	39,963
Верхний квартиль интегрального рейтинга по итогам года	53,72	51,85	51,746	50,781	52,164	53,103	51,881	51,966	53,882
Нижний квартиль интегрального рейтинга по итогам года	33,24	33,95	31,674	32,948	32,34	31,658	32,152	31,087	29,447
Место ВО по итогам года	38	40	32	45	41	37	29	27	30

Анализ табличных данных позволяет сделать выводы: интегральный рейтинг социально-экономического развития Вологодской области находится между медианным значением интегрального рейтинга 85 субъектов Российской Федерации и верхним квартилем. Таким образом наш регион в исследуемый период имеет уровень социально-экономического развития выше медианного (выше среднего), но регион не находится в лидерах. Результаты рейтинга Вологодской области свидетельствуют о положительной динамике социально-экономического развития. Значения интегрального показателя к 2017 году увеличилось, что свидетельствует об улучшении показателей по всем группам, но к 2018 году он уменьшился, что говорит о снижении темпов социально-экономического развития Вологодской области. Необходимо отметить, что данный тренд (снижение показателей в 2018 году) повторяется для всех 85 субъектов Российской Федерации при анализе медианного значения.

Цепные темпы роста отражают нестабильную динамику на протяжении всего анализируемого периода. Есть периоды снижения (2011, 2013, 2017, 2018 годы) и периоды роста (2012, 2014, 2015, 2016 годы). Размах вариации не значительный и составляет 0,1 (1,06-0,96=0,1). Данную тенденцию (периодичности, сезонности) подтверждают и базисный темпы роста (база сравнения – 2010 год) с размахом вариации 0,14 (1,10-0,96).

Таблица 6

Цепные и базисные темпы роста интегрального показателя социально-экономического развития Вологодской области

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Цепные темпы роста	0,96	1,06	0,94	1,01	1,06	1,06	1,00	0,96
Базисные темпы роста	0,96	1,02	0,96	0,97	1,03	1,09	1,10	1,05

Рейтинг (место в рейтинге) социально-экономического развития Вологодской области находится от 27 до 45. Наибольшие изменения произошли в 2013 году, Вологодская область опустилась в рейтинге на 13 позиций, в 2015 году она вернула позиции 2010 года (37 место), и, начиная с этого периода, происходит повышение позиций в рейтинге (с 37 места на 27 место). С 2015 года повышается рейтинг Вологодской области и по экологическим факторам, что косвенно подтверждает наше предположение о взаимосвязи экологических факторов и результатов социально-экономического развития Вологодской области.

Оценим взаимосвязь в изменениях уровней двух рядов динамики: интегрального индекса социально-экономического развития Вологодской области (результативный признак) и сводного экологического индекса (факторный признак). Для длительного периода зависимость между рядами не является постоянной, она может меняться во времени.

Рассчитаем величину коэффициента корреляции по следующей математической модели:

$$r = \frac{\overline{x*y} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x * \sigma_y}, \text{ где } \sigma_x^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2; \sigma_y^2 = \overline{y^2} - (\bar{y})^2$$

Коэффициент корреляции равен 0,784, полученное значение коэффициента говорит о наличии прямой и тесной связи между уровнями рядов интегрального индекса социально-экономического развития Вологодской области и сводного эколого-экономического индекса. Для расчета коэффициента корреляции воспользуемся исходными данным, значения которых представлены в таблице

7.

Таблица 7

Исходные данные для расчета коэффициента корреляции

Год	Сводный эколого-экономический индекс, X	Интегральный индекс СЭР, Y	X ²	Y ²	X*Y
2010	49,000	44,330	2401,000	1965,149	2172,170
2011	42,000	42,590	1764,000	1813,908	1788,780
2012	43,000	45,141	1849,000	2037,710	1941,063
2013	42,000	42,622	1764,000	1816,635	1790,124
2014	42,000	43,205	1764,000	1866,672	1814,610
2015	46,000	45,789	2126,000	2096,633	2106,294
2016	49,000	48,467	2401,000	2349,050	2374,883
2017	54,000	48,725	2916,000	2374,126	2631,150
2018	56,000	46,734	3136,000	2184,067	2617,104
Среднее	47,000	45,289	2234,556	2055,994	2137,353

Но, прежде чем делать вывод о тесноте связи, целесообразно анализируемые ряды динамики проверить на автокорреляцию.

Коэффициент автокорреляция показывает наличие или отсутствие зависимости последующих уровней ряда от предыдущих уровней. Для расчета коэффициентов автокорреляции воспользуемся данными вспомогательной таблицы 8 и математической моделью:

$$r_a = \frac{\overline{x_t * x_{t+1}} - (x_t)^2}{(\sigma_{x_t})^2}; r_a = \frac{\overline{y_t * y_{t+1}} - (y_t)^2}{(\sigma_{y_t})^2}$$

Таблица 8

Вспомогательная таблица для расчета коэффициентов автокорреляции

Год	Сводный эколого-экономический индекс, X_t	X_{t+1}	$X_t * X_{t+1}$	X^2	Интегральный индекс СЭР, Y_t	Y_{t+1}	$Y_t * Y_{t+1}$	Y^2
2010	49,000	42,000	2058,000	2401,000	44,330	42,590	1888,015	1965,149
2011	42,000	43,000	1806,000	1764,000	42,590	45,141	1922,555	1813,908
2012	43,000	42,000	2806,000	1849,000	45,141	42,622	1924,000	2037,710
2013	42,000	42,000	1764,000	1764,000	42,622	43,205	1841,484	1816,635
2014	42,000	46,000	1932,000	1764,000	43,205	45,789	1978,314	1866,672
2015	46,000	49,000	2254,000	2126,000	45,789	48,467	2219,255	2096,633
2016	49,000	54,000	2646,000	2401,000	48,467	48,725	2361,555	2349,050
2017	54,000	56,000	3024,000	2916,000	48,725	46,734	2277,114	2374,126
2018	56,000	49,000	2744,00	3136,000	46,734	44,330	2071,718	2184,067
Среднее	47,000	47,000	2226,000	2234,556	45,289	45,289	2053,779	2055,994

Для первого ряда динамики (сводный эколого-экономический индекс) коэффициент автокорреляции равен 0,000962, для второго ряда динамики (интегральный индекс социально-экономического развития) коэффициент автокорреляции принимает значение – 0,000162. Расчетные значения сравним с табличными значениями при n=9 и уровне значимости $\alpha=0,05$. Табличное значение автокорреляции равно 0,366, фактические значения коэффициентов меньше табличных, значит, автокорреляция в рядах динамики отсутствует. Это подтверждает тесноту связи между уровнями рядов интегрального индекса социально-экономического развития Вологодской области и сводного эколого-экономического индекса.

Для определения зависимости интегрального индекса социально-экономического развития Вологодской области от сводного эколого-экономического индекса воспользуемся математической моделью линейной регрессии:

$$Y = a_0 + a_1 * x$$

$$\begin{cases} n * a_0 + a_1 * \sum x_i = \sum y_i \\ a_0 * \sum x_i + a_1 * \sum x_i^2 = \sum x_i * y_i \end{cases}$$

Анализ вспомогательной таблицы, решение системы нормальных уравнений, использование Пакета MS EXCEL: анализ данных, позволяют получить следующие результаты оценки метода наименьших квадратов:

Таблица 9

Анализ коэффициентов парной регрессии

	Коэффициент	Стандартная ошибка	t-статистика	P-значение	Нижнее, 95%	Верхнее, 95%
Y-пересеч.	28,617	4,752	6,023	0,00095	16,991	40,244
	0,359	0,100	3,557	0,020	0,112	0,606

Линейная зависимость принимает вид: $Y = 28,617 + 0,359 * x$. На основании модели линейной регрессии делаем вывод, что при увеличении сводного эколого-экономического индекса на 1 позицию, интегральный индекс социально-экономического развития Вологодской области увеличится на 0,359. Число 28,617 показывает, каким будет значение индекса социально-экономического развития Вологодской области, если сводный экологический индекс будет равен 0. Он отличен от нуля, поэтому делаем вывод, что представленная нами модель не учитывает все факторы, на значение анализируемого параметра оказывают влияние и другие факторы. Критерий Стьюдента оценивает значимость коэффициентов парной регрессии при переменной x, либо значения

свободного члена. Табличное значение на уровне значимости 0,05 для нашего исследования равно 2,3646. Расчетные значения t-статистики (6,023 и 3,557) превосходят табличные, значит, значения коэффициентов полученной нами линейной парной регрессии значимы.

Стандартная ошибка показывает, что переменная y предсказана по значению x с точностью до 0,1 (для коэффициента a_1) и с точностью 4,752 для коэффициента a_0 . Вероятность ошибочного значения для переменной x равна 0,020. Нижние и верхние интервальные оценки параметров с вероятностью 95% показывают, в каких доверительных интервалах находятся коэффициенты парной регрессии для нашего исследования. Доверительный интервал для коэффициента a_1 от 0,112 до 0,606; для коэффициента a_0 от 16,991 до 40,244.

Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов изменится индекс социально-экономического развития Вологодской области при изменении сводного экологического индекса на 1%.

$$\varepsilon = a_1 * \frac{\bar{x}}{\bar{y}} = 0,359 * \frac{47,000}{45,289} = 0,373\%$$

Таким образом, при изменении сводного экологического индекса на 1%, индекс социально-экономического развития Вологодской области изменится на 0,373%.

Обратимся к регрессионной статистике (пакет MS EXCEL: анализ данных):

Таблица 10

Регрессионная статистика уравнения парной регрессии

Множественный R	0,824
R-квадрат	0,678
Нормированный R-квадрат	0,624
Стандартная ошибка	1,517

Коэффициент детерминации (R-квадрат) объясняет нам зависимость между индексом социально-экономического развития и сводным эколого-экономическим индексом на 67,8%. Наша модель не является идеальной, но может быть использована в практике работы органов государственной власти.

Полученное уравнение регрессии статистически значимо. Об этом свидетельствуют результаты дисперсионного анализа, полученные с помощью Пакета MS EXCEL: анализ данных.

Таблица 11

Дисперсионный анализ уравнения парной регрессии

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	29,092	29,092	12,650	0,012
Остаток	6	13,799	2,300		
Итого	7	42,891			

F- статистика оценивает значимость полученного нами уравнения линейной зависимости, она ее опровергает или подтверждает. В нашем исследовании значение F-критерия равно 12,650. Полученное значение необходимо сравнить с табличным значением. На 5%-ном уровне значимости, при $df=1$ и $df=6$ табличное значение F-критерия равно 5,99. Табличное значение меньше расчетного, поэтому делаем вывод, что уравнение регрессии статистически значимо. Влияние исследуемого фактора (сводного экологического фактора) на сводный индекс социально-экономического развития Вологодской области определяется по величине значимости критерия Фишера. Когда P-значение меньше уровня значимости, то наше предположение зависимости индекса социально-экономического развития Вологодской области от фактора (сводного экологического индекса) является статистически обоснованным. Для нашего исследования уровень значимости 0,05, P-значение (значимость критерия Фишера) – 0,012 меньше уровня значимости, значит наша гипотеза о влиянии экологических факторов на социально-экономическое развитие Вологодской области справедливо.

Заключение

Таким образом, полученная математическая модель подтверждает нашу гипотезу о тесной связи экологических факторов устойчивого развития региона и показателей социально-экономического развития. Линейная парная регрессия учитывает не все факторы устойчивого развития территории, поэтому при дальнейшем исследовании в качестве факторных признаков целесообразно добавить интегральный социальный показатель и интегральный экономический показатель, анализируя зависимость интегрального индекса социально-экономического индекса от сводного экологического индекса, интегрального экономического индекса и интегрального социального индекса.

Литература

1. Сигора Г.А. Эколого-экономический индекс как показатель безопасного устойчивого развития региона // Вестник РУДН. Серия: биология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т.25. №1. С.88-96.
2. Шихова О.А. Статистическая оценка социально-экономического и экологического состояния территории: автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук // Москва. 2007. 23с.
3. Кузнецов А.П. Устойчивое развитие региона: эколого-экономические аспекты. Монография // Вологда: ИСЭРТ РАН, 2015.136с.
4. Третьякова Е.А., Осипова, М.Ю. Оценка показателей устойчивого развития регионов России // Проблемы прогнозирования. 2018.Т.2. С.24-35.
5. Яшалова Н.Н. Стимулирование устойчивого эколого-экономического развития региона: диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. // – Москва, 2015. 372с.
6. Шеломенцев А.Г. Оценка взаимосвязи экономического роста и экологической нагрузки // Вестник ОГУ. июнь 2014. №6 (167). С.158-163.
7. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. С.Н. Бобылева и Л.М. Григорьева. // Москва: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2017. 292с.
8. Естествознание. Энциклопедический словарь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www. rus – natural – science.slovaronline.com/](http://www.rus-natural-science.slovaronline.com/) - 21.01.2020.
9. География. Современная иллюстрированная энциклопедия. – М.: Росмэн. 2006. Под ред. профессора А.П. Горкина. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www. rus-geo-enc.slovaronline.com/](http://www.rus-geo-enc.slovaronline.com/) - 01.2020.
10. Терминологический словарь библиотекаря по социально-экономической тематике. – С.Петербург. Российская национальная библиотека, 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www. rus-socialeconom – dict. Slovaronline.com/](http://www.rus-socialeconom-dict.slovaronline.com/). – 01/2020.
11. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2010 года // РИА НОВОСТИ. Москва. 2011. 46с.
12. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2011 года. // РИА НОВОСТИ. Москва. 2012. 64с.
13. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2012 года. Москва. 2013. 67с.
14. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2013 года. Москва. 2014. 73с.
15. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2014 года. Москва. 2015. 65с.
16. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2015 года. Москва. 2016. 51с.
17. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2016 года. Москва. 2017. 51с.
18. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2017 года. Москва. 2018. 49с.
19. Рейтинг социально-экономического положения субъектов Российской Федерации, итоги 2018 года. Москва. 2019. 56с.

References

1. Sigora G.A. Ecological-economic index as an indicator of safe sustainable development of the region//Journal of RUDN. Series: Biology and Life Safety. 2017. T.25. No. 1. Page 88-96.
2. Shihova O.A. Statistical assessment of the socio-economic and ecological state of the territory: auto-reform for the degree of Candidate of Economic Sciences//Moscow. 2007. 23 pages.

3. Kuznetsov A.P. Sustainable development of the region: ecological and economic aspects. Monograph//Vologda: ISERT RAS, 2015.136s.
4. Tretiakov E.A., Osipova, M.J. Evaluation of indicators of sustainable development of regions of Russia//Forecasting problems. 2018. T.2. Page 24-35.
5. Yashalova N.N. Stimulation of sustainable ecological-economic development of the region: thesis for the degree of Doctor of Economic Sciences.// - Moscow, 2015. 372 pages.
6. Shelomentsev A.G. Assessment of the Relationship between Economic Growth and Environmental Burden//OGU Gazette. June 2014. No. 6 (167). Page 158-163.
7. Report on Human Development in the Russian Federation for the Year 2017/edited by S. N. Bobylev and L.M. Gregory.//Moscow: Analytical Center under the Government of the Russian Federation. 2017. 292 pages.
8. Natural sciences. Encyclopedic dictionary. [Electronic Resource]. - Access mode: [http://www. rus – natural – science.slovaronline.com/](http://www.rus-natural-science.slovaronline.com/) - 21.01.2020.
9. Geography. Modern illustrated encyclopedia. - M.: Rosman. 2006. Under the ed. Professor A.P. Gorkin. [Electronic Resource]. - Access mode: [http://www. rus-geo-enc.slovaronline.com/](http://www.rus-geo-enc.slovaronline.com/) - 01.2020.
10. Terminology dictionary of the librarian on social and economic topics. - S. Peterburg. Russian National Library, 2011. [Electronic Resource]. - Access mode: [http://www. rus-socialeconom – dict. Slovaronline.com/](http://www.rus-socialeconom-dict.slovaronline.com/). – 01/2020.
11. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2010//RIANOVOSTI. Moscow. 2011. 46 pages.
12. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2011.//RIANOVOSTI. Moscow. 2012. 64 pages.
13. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2012. Moscow. 2013. 67 pages.
14. Rating of the social and economic situation of the constituent entities of the Russian Federation, results of 2013. Moscow. 2014. 73 pages.
15. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2014. Moscow. 2015. 65 pages.
16. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2015. Moscow. 2016. 51 pages.
17. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2016. Moscow. 2017. 51 pages.
18. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2017. Moscow. 2018. 49 pages.
19. Rating of socio-economic situation of subjects of the Russian Federation, results of 2018. Moscow. 2019. 56 pages.

Статья поступила в редакцию 19.04.2020 г