

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Буслаева О.С. Оценка устойчивого экономического развития регионов РФ методом собственных состояний // Материалы по итогам IV-ой Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика современной науки». – г. Анапа. - 20 – 30 октября 2021 г. – 0,3 п. л. – URL: [http://akademnova.ru/publications\\_on\\_the\\_results\\_of\\_the\\_conferences](http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences)*

### **СЕКЦИЯ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Буслаева Ольга Станиславовна,  
к.т.н., доцент  
доцент кафедры цифровой экономики  
и информационных технологий  
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный университет» (НИУ),  
г. Челябинск, Челябинская область,  
Российская Федерация**

## **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РФ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ**

В условиях процесса глобализации, которое определяет общественное развитие, создание и поддержание устойчивого развития хозяйствующих субъектов является одной из самых актуальных задач. Правительством всех стран разрабатываются различные программы для устойчивого развития страны, отдельных регионов или отдельных отраслей. Однако до сих пор не существует единого и универсального согласованного метода для оценки устойчивого развития субъекта, а также выбора показателей (индикаторов) для оценки.

Индикаторы устойчивого развития можно охарактеризовать как показатели, включающие в себя первичные данные и позволяющие судить о состоянии или изменении экономической, социальной или экологической переменной. Основной целью введения индекаторов является оценка ситуации

или события, для прогноза развития сложившейся ситуации и разработки её решения. Хотя на сегодняшний день отсутствуют обоснованные количественные критерии, позволяющие измерять степень устойчивости развития государств, отдельных регионов и территорий, существует ряд работ, в которых предлагается различные системы индикаторов [1-5]. Широкое признание в мире получила система экологических индикаторов, разработанная Организацией экономического сотрудничества и развития. В основе системы индикаторов лежит модель «Давление–Состояние–Реакция», которая выявляет причинно-следственные связи между экономической деятельностью и экологическими, социальными условиями [6-8]. Как правило, выделяют 11 индексов, 68 базовых индикаторов и 114 дополнительных индикаторов, которые должны способствовать анализу для принятия решений [9].

К настоящему времени сформировались два основных методологических подхода к оценке устойчивого развития региона и/или страны [10]:

1) построение системы индикаторов, с помощью которых можно судить об отдельных аспектах развития: экологических, социальных, экономических и др. [11-12];

2) построение обобщенного (интегрального) индикатора, на основе которого можно комплексно судить о степени экологической устойчивости социально-экономического развития региона и его инновационной направленности.

Для построения обобщенного индикатора используют модели устойчивого экологического развития регионов. Чаще всего такая модель строится с использованием метода анализа среды функционирования (Data Envelopment analysis, DEA) [13-16] или метода собственных состояний [17-25].

В данной работе была построена модель устойчивого развития регионов РФ в рамках концепции «Движущая сила–Давление–Состояние–Воздействие–Реакция» с использованием метода собственных состояний.

Разработка модели устойчивого развития регионов РФ методом собственных состояний состоит из 5 этапов. На первом этапе формируется набор показателей, описывающих устойчивое развитие регионов. В рамках концепции «Давление – Состояние – Реакция» используется конкретный набор показателей для оценки устойчивого развития региона, построенный на основе фиксируемых российской статистикой показателей.

На втором этапе необходимо сформулировать требования устойчивого развития регионов. Эти ограничения представляют либо ограничения на изменения ряда показателей, либо набор коэффициентов устойчивого развития с их нормативными значениями.

После формулирования требований вычисляются (третий этап) коэффициенты собственных состояний регионов путем решения задачи нахождения собственных значений ковариационной матрицы.

На основе полученных собственных состояний строится эталонная модель устойчивого развития. Основным критерием для построения эталонной модели является то, что деятельность, описываемая эталонной моделью, должна соответствовать требованиям устойчивого развития.

На последнем этапе для оценки устойчивости развития регионов используются комплексные индикаторы устойчивости регионов, значения которых определяются путем сравнения фактических и эталонных значений показателей с использованием метода штрафных функций.

В данном исследовании в рамках концепции «Движущая сила– Давление–Состояние–Воздействие–Реакция» были взяты следующие показатели субъектов РФ: «Движущая сила» - численность населения (ЧН), инновационная активность организаций (%) (ИАО); «Давление» - обрабатывающие производства (млн. руб.) (ОП), мощность электростанций (мегаватт) (МЭ), отправление грузов а/м транспортом (тыс. тонн) (ОГТ); «Состояние» - выбросы загрязняющих веществ (тыс. тонн.) (ВЗВ), сброс загрязненных сточных вод (млн. м<sup>3</sup>) (СГВС), использование чистой воды (млн. м<sup>3</sup>) (ИЧВ), повторно использованная вода (м<sup>3</sup>) (ПИВ), улавливание загрязняющих атмосферу веществ (тыс. тонн.) (УЗВ); «Воздействие» - болезни крови и сопутствующие заболевания (на 1 млн. чел.) (БК), болезни эндокринной системы и сопутствующие заболевания (на 1 млн. чел.) (БЭС), врожденные аномалии (на 1 млн. чел.) (ВА), младенческая смертность (умерших до 1 года на 1 млн. родившихся) (МС); «Реакция» - затраты на охрану окружающей среды (млн. руб.) (ЗООС).

Для описания эколого-экономического развития регионов используются 4 показателя:

- коэффициент  $k_1$  – темпы роста производства  $k_1 = \frac{ОП_{2020}}{ОП_{2019}}$ ;
- коэффициент  $k_2$  – темпы роста выбросов загрязняющих веществ  $k_2 = \frac{ВЗВ_{2020}}{ВЗВ_{2019}}$ ;

- коэффициент  $k_3$  – темпы роста сброса загрязненных сточных вод  $k_3 = \frac{СЗСВ_{2020}}{СЗСВ_{2019}}$
- коэффициент  $k_4$  – темпы роста мощности электростанций  $k_4 = \frac{МЭ_{2020}}{МЭ_{2019}}$

Для устойчивого развития региона необходимо, чтобы выполнялось условие: критерий  $F$ , который равен отношению суммы темпов роста ОП и МЭ к сумме темпов роста ВЗВ и СЗСВ:  $F = \frac{k_1+k_4}{k_2+k_3}$ , должен достигать максимального значения. Это означает, что темпы роста производства и мощностей электростанций должны опережать темпы роста выброса загрязняющих веществ в воздух и сброса загрязненных сточных вод. Это говорит о том, что регионам необходимо развивать «чистое» производство.

Весовые коэффициенты собственных состояний определяются по собственным векторам ковариационной матрицы. При вычислении ковариационной матрицы используется центрированный набор показателей. В качестве центра распределения используются среднеарифметические значения показателей. Следует отметить, что все выделенные собственные состояния являются независимыми, т.е. развитие одного собственного состояния не влияет на развитие других собственных состояний. Поэтому, удаление одних собственных состояний не приведет к изменению других. В рамках каждого собственного состояния показатели меняются пропорционально весовым коэффициентам собственного состояния.

Был проведен анализ устойчивого развития 30 регионов РФ. Основные показатели по регионам были взяты с сайта Федеральной Службы Статистики РФ. Для анализа эффективности экологического развития регионов методом собственных состояний использовался программный продукт «Midas». В таблице 1 приведены исходные данные.

**Всероссийское СМИ****«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

Фрагмент исходных данных

Таблица 1.

Регион	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	F
Курганская область	1,02	1,19	0,98	0,99	0,93
Оренбургская область	0,8	1,19	0,94	1,01	0,85
Пермский край	1,09	0,95	0,96	1,03	1,11
Свердловская область	0,97	0,96	0,99	0,95	0,98
Челябинская область	1,12	0,96	1,07	0,96	1,02
Республика Башкортостан	1,19	0,95	0,93	0,99	1,16

В таблице 2 показано, как меняется критерий F от числа собственных состояний.

Критерий F.

Таблица 2

Регион	Число собственных состояний			
	1	10	20	27
Курганская область	0,926998	1,081307	1,133005	1,1616
Оренбургская область	0,849052	1,03337	1,097995	1,115002
Пермский край	1,106704	1,081542	1,204109	1,20862
Свердловская область	0,984241	1,084174	1,098376	1,11227
Челябинская область	1,022885	1,107499	1,108241	1,116278
Республика Башкортостан	1,168013	1,204915	1,273511	1,322954

Модель устойчивого развития регионов была построена по 27 собственным состояниям. Проанализировав каждое собственное состояние, выяснилось:

– собственные состояния 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26 относятся к группе положительных, имеющих знак «+»;

– собственные состояния 2, 3, 10, 11, 17, 23, 27 относятся к группе отрицательных и имеют знак «-».

Построенная модель устойчивого развития является идеализацией реальной деятельности регионов Российской Федерации. Она служит эталоном для исследуемых регионов с точки зрения устойчивости их развития.

На рисунке 1 представлено сравнение фактического (серая маркировка) и эталонного (черная маркировка) критерия F для 30-ти регионов Российской Федерации.

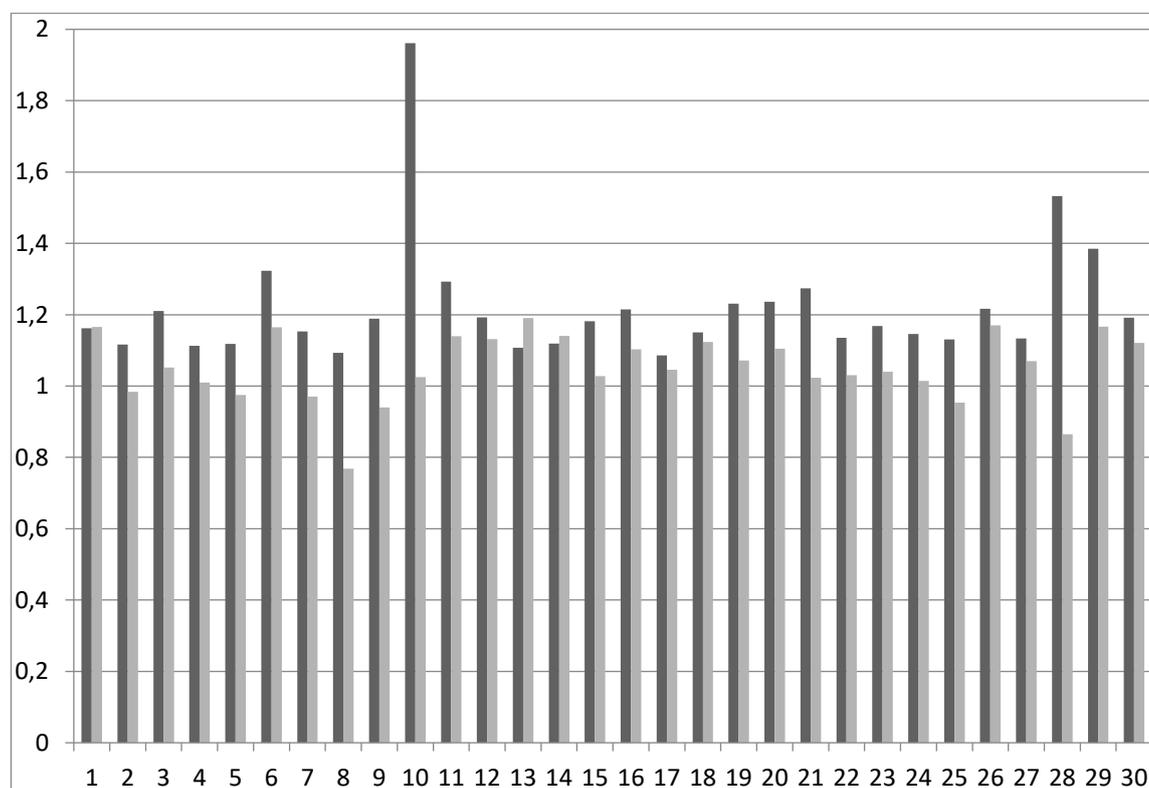


Рисунок 1– Фактический и эталонный критерий F

## Всероссийское СМИ

### «Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

Для оценки устойчивости развития регионов предлагается использовать индикаторы штрафных функций для каждой группы показателей концепции «Движущая сила–Давление–Состояние–Воздействие–Реакция». При построении индикаторов штрафных функций используется затратно-результатный принцип.

Значение штрафных функций зависит от типа показателей (затратные и результатные). Показатели ОП, МЭ, ОГТ, ВЗВ, СЗСВ, БК, БЭС, ВА и МС относятся к группе затратных, а показатели ЧН, ИАО, ИЧВ, ПИВ, УЗВ и ЗООС относятся к группе результатных.

Индикаторы штрафных функций для каждой группы показателей представлены в таблице 3.

С помощью процедуры кластеризации в пространстве значений индикаторов штрафных функций пяти показателей (из таблицы 3) было выделено пять классов эколого-устойчивого развития регионов (таблица 4 (фрагмент)).

Индикаторы штрафных функций Таблица 3

Регион	Driving forces	Pressure	State	Impact	Response
Курганская область	0,5124	1	0,3829	0,8959	0,1419
Оренбургская область	0,891	0,9037	0,9316	0,8193	0,969
Пермский край	1	0,8695	0,6989	0,9209	1
Свердловская область	1	0,7867	0,7592	0,9451	1
Челябинская область	0,9828	0,9532	0,7761	0,825	1
Республика Башкортостан	1	0,9721	0,7657	0,9728	1

**Всероссийское СМИ****«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

Рейтинг эколого-устойчивого развития регионов Таблица 4

№ кл	Регион	Dr. for	Pressure	State	Impact	Response
1	Оренбургская область	0,891	0,9037	0,931	0,8193	0,969
	Челябинская область	0,9828	0,9532	0,776	0,825	1
	Республика Башкортостан	1	0,9721	0,765	0,9728	1
2	Пермский край	1	0,8695	0,698	0,9209	1
	Свердловская область	1	0,7867	0,759	0,9451	1
3	Омская область	0,7879	1	0,677	0,9349	0,6968
	Архангельская область	0,5839	1	0,698	0,8371	0,664
4	Удмуртская Республика	0,7785	1	0,482	0,8789	0,4412
	Алтайский край	1	1	0,367	0,7929	0,5336
	Новосибирская область	0,8864	0,97	0,603	1	0,4523
5	Курганская область	0,5124	1	0,382	0,895	0,141
	Республика Алтай	0,3847	1	0,24	0,847	0,02

Для каждого класса регионов можно дать следующие рекомендации по улучшению экологического развития регионов.

– Регионы класса 1 характеризуются высоким уровнем эколого-устойчивого развития. Регионы данного класса характеризуются повышенным давлением на экологию региона, при этом затраты на нее позволяют поддерживать хорошую экологическую обстановку в регионе.

– Регионы класса 2 характеризуются пониженным уровнем эколого-устойчивого развития. Регионы данного класса характеризуются высоким давлением на экологию региона, при этом стандартный уровень затрат не позволяет поддерживать экологическую ситуацию на хорошем уровне. С точки зрения взаимосвязи между «D» и «P», можно сделать вывод, что экоэффективность регионов ухудшается.

Для улучшения экологии регионов рекомендуется повышение затрат на охрану окружающей среды, что приведет к улучшению состояния воды и воздуха, и снижению числа заболевших.

– Регионы класса 3 характеризуются средним уровнем эколого-устойчивого развития. Они характеризуются средней экологической обстановкой в регионах при нормативных уровнях давления на экологию. Для улучшения экологического уровня регионов рекомендуется увеличить затраты на охрану окружающей среды, что приведет к сокращению количества заболевших и улучшит состояние воды и воздуха;

– Регионы класса 4 относятся к регионам с удовлетворительным уровнем эколого-устойчивого развития. Причиной такой ситуации является плохая реакция на ухудшение экологии регионов при нормативном уровне давлении на экологию. Для улучшения экологического уровня регионов рекомендуется увеличить затраты на охрану окружающей среды, что приведет к уменьшению количества заболевших и повысит численность населения, что, в свою очередь, приведет к повышению уровня «движущих сил».

– В регионах 5 класса наблюдается низкий уровень эколого-устойчивого развития. Причиной низкого уровня является слабая реакция на ухудшение экологии регионов при нормативном уровне давлении на экологию. Для повышения уровня рекомендуется существенное увеличение затрат на охрану

окружающей среды, что приведет к улучшению состояния воздуха, почвы и воды, и снизит количество заболевших. Также рекомендуется повысить инновационную активность предприятий.

#### Список использованной литературы:

1. Ускова, Т.В. Управление устойчивым развитием региона: монография / Т.В. Ускова. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2009. – 355 с.
2. Большаков, Н.М. Концептуальные основы устойчивого развития регионального лесного сектора: теория, методология, практика / Большаков Н. М., Жиделева В. В. // Известия Коми научного центра УРО РАН. – 2012. – № 4 (12). – С. 89–92
3. Веселов, Д.В. Корпоративное управление и инвестиционная привлекательность предприятия // Финансы. - 2009. - № 1. - С. 70–74.
4. Shi, Y., Ge, X., Yuan, X., Li, F., Ba, K. An integrated indicator system and evaluation model for regional sustainable development //Sustainability (Switzerland). – 2019. - 11(7). - №2183.
5. Кирюшин, П.А. Факторы экологически устойчивого развития и «зеленой» экономики в России//вестн. Моск. Ун-та. Сер. 6. Экономика. - 2019. - № 1. - с. 122-138.
6. Татаркин, А.И. Формирование региональных институтов пространственного развития Российской Федерации//Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №6 (24). – С. 42–59.
7. Иванов, В.А., Авакян, К.Г. Сравнительный анализ методик оценки инвестиционной привлекательности // Вестник Удмуртского университета. – 2010.– Вып.3. – С. 22–28.
8. Addae, B. A., Wang, W., Xu, H., & Feylizadeh, M. R. Sustainable Evaluation of Factors Affecting Energy-Resource Conflict in the Western Region of Ghana Using Large Group-DEMATEL// Group Decision and Negotiation. 2021. - 30(4). – с. 847–877.
9. Татаркин, А.И. Формирование региональных институтов пространственного развития Российской Федерации// Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №6 (24). – С. 42–59.
10. Василенко, В.А. Устойчивое развитие регионов: подходы и – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. – 208 с.
11. Герасенко, В.П. Формирование механизма устойчивого развития региона: моногр – Минск: БГЭУ. - 2005. – 224 с.
12. Зубарев, С.Ф. Устойчивое развитие агропромышленного комплекса региона. – Новосибирск: СО РАСХН. - 2005. – 160 с.
13. Bresciani, S., Puertas, R., Ferraris, A., & Santoro, G. Innovation, environmental sustainability and economic development: DEA-Bootstrap and multilevel analysis to compare two regions// Technological Forecasting and Social Change. – 2021. – 172. - №121040.
14. Wang, R., & Feng, Y. Research on China’s agricultural carbon emission efficiency evaluation and regional differentiation based on DEA and Theil models// International Journal of Environmental Science and Technology. – 2020. -№6 (18).- С. 1453 – 1464.
15. Мокеев, В.В., Плужников, В.Г. Анализ главных компонент как средство повышения эффективности управленческих решений в предпринимательских структурах// Вестник

Южно-Уральского государственного университета, Экономика и менеджмент. – 2011 – № 41(258), вып. 20. – С. 149–154.

16. Мокеев, В.В., Соломахо, К.Л. Технология принятия управленческих решений в предпринимательских структурах на основе регрессионных моделей// Управление инвестициями. – 2011. – № 4. – С. 26–33

17. Глухих, И.Ю. Разработка моделей экспресс анализа финансовой состоятельности организаций на базе методов многомерного регрессионного анализа// Управленческое консультирование. – 2011. – № 3. – С. 185–195.

18. Мокеев, В.В. Решение проблемы собственных значений в задачах многофакторного анализа экономических систем// Экономика и математические методы. – 2010. – № 4. – С. 82–90.

19. Мокеев, В.В., Воробьев, Д.А. Анализ эффективности процессов в социально-экономических системах методом собственных состояний// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. – Т. 14, № 2. – С. 31–40.

20. Mokeev, V.V. On enterprise performance evaluation based on the method of eigenstates// Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2014. – Vol. 48, No 5. – P. 235–245.

21. Мокеев, В.В., Бунова, Е.В., Крепак, Н.А. Анализ экономической устойчивости динамической системы на основе метода собственных состояний// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 73–81.

22. Шикина, С.А., Плужников, В.Г. К вопросу об анализе параметров бизнес процессов производства методом собственных состояний на примере промышленного предприятия// Управление экономическими системами. – 2014. – № 10 (70). – С. 56–64.

23. Буслаева, О.С. Использование метода собственных состояний для оценки инвестиционной привлекательности региона// Проблемы современной экономики. – 2014. – № 3. – С. 6–24.

24. Карпушкина, А.В., Воронина, С.В. Устойчивое развитие региона: теоретические и методические аспекты// Управление экономическими системами. – 2014. – № 10. – С. 9–16.

25. Mokeyev, V.V., Vorobiev?, D.A. Analysis of socio-economic system processes performance with the help of eigenstate models// Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software. – 2015. – Vol. 8, No. 1. – P. 47–56.

**Опубликовано: 21.10.2021 г.**

© Академия педагогических идей «Новация», 2021

© Буслаева О.С., 2021