

УДК 330.43

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**Семенов А.В., Груздева Е.Е.***ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: semalval@mail.ru*

В статье анализируются особенности взаимосвязей эколого-экономических показателей развития регионов России на примере Приволжского федерального округа. В настоящее время одной из наиболее актуальных и практически значимых концепций развития регионов России является их устойчивое развитие, включающее в себя устойчивый экономический рост при снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду. В рамках исследования проанализированы данные Федеральной службы государственной статистики о валовом региональном продукте и выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы. Целью данной работы является выявление и обоснование различия в характере взаимосвязей экологических показателей и экономического роста региона через анализ динамики валового регионального продукта на душу населения и выбросов на душу населения загрязняющих веществ в атмосферу и поверхностные водные объекты для регионов Приволжского федерального округа. Исследование проводилось с применением корреляционного и кластерного анализов. Полученные результаты свидетельствуют о неоднородности развития субъектов ПФО, отражают существование нескольких форм взаимосвязи выбросов загрязняющих веществ и экономического развития, таких как линейная прямая и обратная зависимости, а также U-образная форма связи.

Ключевые слова: экономический рост, экологические факторы, экологическая кривая Кузнеця, выбросы загрязняющих веществ, региональное развитие

ECOLOGICAL FACTORS AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF REGIONS OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT**Semenov A.V., Gruzdeva E.E.***National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: semalval@mail.ru*

Characteristics of interrelations between environmental – economic indicators of Russian regions development on the example of the Volga Federal District are analyzed in this article. Nowadays one of the most relevant and practical concepts of development of Russian regions is their sustainable development including sustained economic growth and anthropogenic load decrease of the environment. Within the research, data of Federal State Statistics Service about gross regional product and pollutant emissions into the atmosphere and water reservoirs are analyzed. The purpose of this work is to identify and prove the difference in the nature of interrelations between ecological indicators and economic growth of the region through the analysis of dynamics of gross regional product per capita and pollutant emissions per capita in the atmosphere and superficial water objects for regions of the Volga Federal District. The research was conducted with application of correlation and cluster analyses. The received results testify to heterogeneity of development of Volga federal district subjects, prove the existence of several forms of interrelation of pollutant emissions and economic development such as linear direct and return dependences and also U-type form of relation.

Keywords: economic growth, ecological factors, environmental Kuznets curve, emissions of pollutants, regional development

Вопросы взаимосвязи экономического благосостояния регионов или стран в целом и состояния экологии остаются в настоящие дни остро актуальными. При росте благосостояния страны или региона увеличение доходов служит стимулом для увеличения производства и потребления товаров, что в свою очередь может способствовать росту загрязнения окружающей среды. Однако в то же время при улучшении благосостояния население получает возможность приобретать более экологически чистую продукцию, а предприятия – применять специальные очистные сооружения, менее загрязняющее оборудование, что впоследствии стимулирует улучшение качества окружающей среды. Регионы и страны

в целом стремятся к устойчивому развитию, что подразумевает под собой устойчивый экономический рост при рациональном использовании природных ресурсов и снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В современных экономических исследованиях и экономико-математических моделях под экономическим ростом понимается долгосрочная тенденция (тренд) развития определенных важнейших экономических показателей, например валового внутреннего продукта или реального выпуска на душу населения. Строго говоря, эти показатели не являются однозначными «измерителями» благосостояния экономик стран, однако они весьма часто используются для сравне-

ния уровня экономического развития. Отдельный научный интерес представляют экономико-математические модели экономического роста, учитывающие природные и экологические факторы. При меняющихся парадигмах в исследованиях закономерностей экономического роста ученые, кроме изучения базовых факторов увеличения темпов роста, не оставляют без внимания и вопрос качества окружающей среды. Так, Килер, Спенс и Зекхауэр в работе [1] исследуют модель с учетом загрязнения окружающей среды, при этом загрязнитель отражен в качестве побочного продукта производства и пропорционален объемам последнего. Кроме того, в предложенной модели учитывается способность окружающей среды самой бороться с загрязнителями, ассимилировать часть отходов производства. Р. Хартман и О.С. Квон в своей работе [2] обращают внимание на моделирование устойчивого экономического роста с учетом экологической кривой Кузнеця, применяя в качестве факторов производства не только труд и физический капитал, но и человеческий капитал.

В последние десятилетия активизировались и исследования отечественных ученых. Так в работе Я.Я. Вагаповой [3] на базе модели А.Н. Моисеева исследуется пятисекторная модель экономики с учетом таких секторов, как производственный, образования, НИОКР, социальный и экологический. Данная модель позволяет оценить влияние окружающей среды и социальной сферы на процессы производства и образования знаний и технологий.

Еще одним примером являются работы Е.А. Ровенской [4–6], посвященные построению и исследованию моделей оптимального экономического роста с учетом качества окружающей среды. Например, в [6] представлены упрощенная модель экономического роста с учетом затрат на экологически значимые ресурсы и расчеты по описанной модели на примере выбросов парниковых газов. Короткий обзор моделей представлен также в [7–8].

Для описания взаимосвязи динамики экономического развития и уровня загрязняющих веществ в экономике природопользования с конца XX в. применяется экологическая кривая Кузнеця (ЭКК) перевернутой U-образной формы, получившая свое название благодаря сходству с кривой Кузнеця, объясняющей взаимосвязь между неравенством в доходах и экономическим развитием. Гипотеза данной теории заключается в том, что при росте дохода на душу населения уровень деградации окружающей среды сначала растет, а затем – по мере

достижения определенного уровня благосостояния – начинает снижаться [9, 10].

Однако теория ЭКК имеет множество допущений и противоречий, таких как адекватность только для конкретных, регулируемых экологическими нормами видов загрязняющих веществ, отсутствие глобального характера, поскольку высокоразвитые страны могут перемещать свои особо загрязняющие производства в менее развитые страны, тогда гипотеза ЭКК подтверждается только для развитых стран, а также в рамках ЭКК не учитывается критический уровень антропогенного воздействия и возможности ассимиляционного потенциала территории. Наличие данных недостатков послужило одной из предпосылок к развитию альтернативных теорий.

Одним из таких направлений является так называемая «теория пределов» (limits theory) [9, 10], в рамках которой предполагается, что пик загрязнений окружающей среды может возникнуть до достижения точки перегиба ЭКК, а взаимосвязь экономики и качества окружающей среды должна поддерживаться таким образом, чтобы показатели, характеризующие ухудшение состояния экологии, находились в пределах нормативных (пороговых) значений.

Иная теория «новых загрязнителей» (new toxics) [9, 10] базируется на вопросе о существовании точки перегиба ЭКК. В рамках ее гипотезы с увеличением экономического роста рассматривается возникновение все новых и новых нерегулируемых загрязняющих веществ, способствующих все большему ухудшению состояния окружающей среды.

Еще одной моделью является «гонка вниз» (race to bottom) [9, 10], обосновывающая эколого-экономические взаимосвязи в рамках международной конкуренции. В развитых странах существуют высокие экологические стандарты, вызывающие необходимость вложений больших средств в развитие производства, которое сопровождается выбросами загрязнений, что в свою очередь способствует переводу загрязняющих производств в менее развитые страны и снижению экологических стандартов. Выравнивание ЭКК, наилучший сценарий развития экономики, в данном случае наблюдается при максимально возможном уровне загрязнений.

Таким образом, взаимосвязь экономического роста и состояния окружающей среды не может быть однозначно определена и имеет многогранный характер.

Обратимся далее к анализу реальных статистических данных на примере регионов России Приволжского федерального округа.

Таблица 1

Характеристика силы взаимосвязи показателей, характеризующих экономический рост и загрязнение окружающей среды регионов ПФО

Регион	Коэффициент корреляции между объемами выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, исходящих от стационарных источников, и ВРП в ценах 2000 г. на душу населения	Коэффициент корреляции между объемами сбросов загрязненных сточных вод ВРП в ценах 2000 г. на душу населения
ПФО	-0,64	-0,91
Республика Башкортостан	-0,3	-0,96
Республика Марий Эл	0,39	-0,85
Республика Мордовия	-0,4	-0,95
Республика Татарстан	0,62	-0,83
Удмуртская Республика	-0,05	0,82
Чувашская Республика	-0,88	-0,67
Пермский край	-0,83	0,39
Кировская область	0,81	0,08
Нижегородская область	-0,8	-0,35
Оренбургская область	0,03	-0,76
Пензенская область	0,76	-0,97
Самарская область	-0,59	-0,86
Саратовская область	-0,14	-0,88
Ульяновская область	-0,43	-0,11

Взаимосвязь экономического благосостояния общества и загрязнений окружающей среды в регионах ПФО

Приволжский федеральный округ располагается более чем на 6% от территории России, представляет один из экономически развитых промышленных регионов РФ (доля промышленного производства ПФО в экономике России составляет более 20%).

В исследовании были проанализированы данные с официального сайта Федеральной службы государственной статистики, связанные с экономическим и социально-экономическим развитием регионов России, по таким показателям как ВРП, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и поверхностные водные объекты [11].

Важным критерием для выбора конкретных статистических показателей явилась доступность данных. При проведении анализа проверялась гипотеза о справедливости для регионов ПФО динамики экономического роста и выбросов загрязняющих окружающую среду веществ в соответствии с теорией экологической кривой Кузнеця. Для характеристики экономического роста были выбраны данные с 2000 по 2016 г. по таким показателям, как ВРП в ценах 2000 г. на душу населения (млн руб./тыс. чел.), для анализа загрязнения окружающей среды – выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, исходящие от стационарных источни-

ков, на душу населения (тыс. т / тыс. чел.) и сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на душу населения (млн куб.м/ тыс. чел.) (табл. 1). В большинстве регионов ПФО наблюдается либо средняя по силе (абсолютная величина коэффициента корреляции не менее 0,3), либо сильная (абсолютная величина коэффициента корреляции более 0,7) взаимосвязь между анализируемыми показателями экономического роста и загрязнения окружающей среды, что является одним из оснований для проведения дальнейшего анализа, позволяющего выяснить структуру связей.

При проведении анализа было выявлено, что темпы изменения выбросов загрязняющих окружающую среду веществ в ПФО носят не однотипный характер, а зависят от типа веществ: темп выбросов загрязнителей в атмосферу в 2016 г. увеличивается, а темп выбросов загрязненных сточных вод в этом же году снижается (рис. 1).

Также были проверены предпосылки, связанные с динамикой экономического роста и выбросов загрязняющих веществ в соответствии с традиционной ЭКК, для всех регионов ПФО. Стоит отметить, что в большинстве регионов с ростом ВРП (на душу населения) наблюдается тенденция снижения объемов выбросов загрязненных сточных вод (на душу населения), но противоположная тенденция наблюдается

в таких регионах, как Удмуртская республика (коэффициент корреляции 0,82, сильная прямая взаимосвязь) и Пермский край (коэффициент корреляции 0,39, средняя по силе прямая взаимосвязь) (рис. 2). При этом тенденций, полностью соответствующих традиционной ЭКК по взаимосвязи ВРП и сбросов загрязнений в водоемы, не прослеживается ни в одном регионе ПФО.

Относительно взаимосвязи выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и ВРП в регионах ПФО отмечается более разнообразная динамика. В таких регионах, как республика Марий Эл (точка перегиба в 2008 г.) (рис. 3), Оренбургская (точка перегиба в 2005 г.) и Самарская области (точка перегиба в 2004 г.), общая тенденция напоминает традиционную перевернутую U-образную экологическую кривую Кузнецова с состоянием динамики, в которой пройдена точка перегиба. Сильная или близкая к сильной прямая взаимосвязь между выбросами в атмосферу и ВРП наблюдается в республике Татарстан (коэффициент корреляции 0,62, полиномиальный тренд второй степени описывает около 60% разброса исходных данных), Кировской области (коэффициент корреляции 0,82, линейный тренд описывает около 66% разброса исходных данных) и Пензенской области (коэффициент корреляции 0,76, линейный тренд описывает более 57% разброса исходных данных).

Можно отметить, что у большинства регионов ПФО тренды взаимосвязи выбросов загрязнений и ВРП имеют разное поведение в зависимости от вида выбросов, однако в Ульяновской области оба вида динамики носят N-образный характер экологической кривой (тренд описывает около 40% разброса данных). Граничащие между собой Кировская и Нижегородская области

(рис. 4) имеют N-образный характер взаимосвязи между сбросом загрязненных сточных вод и ВРП, их линии тренда описывают соответственно около 40% и 57% разброса исходных статистических данных.

Таким образом, при проверке предпосылок традиционной ЭКК для регионов ПФО были получены несколько видов динамики, поэтому для более полного понимания механизмов и природы исследуемых взаимосвязей был проведен дополнительный анализ регионов посредством кластеризации.

Анализ взаимосвязи выбросов загрязняющих веществ и экономического роста путем кластеризации регионов ПФО

Для проведения кластерного анализа регионов ПФО за период с 2000 по 2016 г. с учетом таких параметров, как

X_1 – ВРП на душу населения в ценах 2000 г. (млн руб / тыс. чел.),

X_2 – объем выбросов загрязняющих атмосферу веществ, исходящих от стационарных источников в расчете на душу населения (тыс. т / тыс. чел.),

X_3 – объем выбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на душу населения (млн куб. м / тыс. чел.) – был применен программный пакет STATISTICA 8.0. Кластеризация осуществлялась иерархическим методом, поскольку заранее число кластеров было неизвестно, с применением метода Уорда, который эффективно срабатывает при относительно небольшом наборе данных, а в качестве метрики применялось евклидово расстояние.

В результате проведенного исследования не удалось получить одинаковое количество кластеров по каждому году (табл. 2, 3), что можно объяснить нестабильной экономической ситуацией и изменением структуры выбросов загрязняющих веществ.

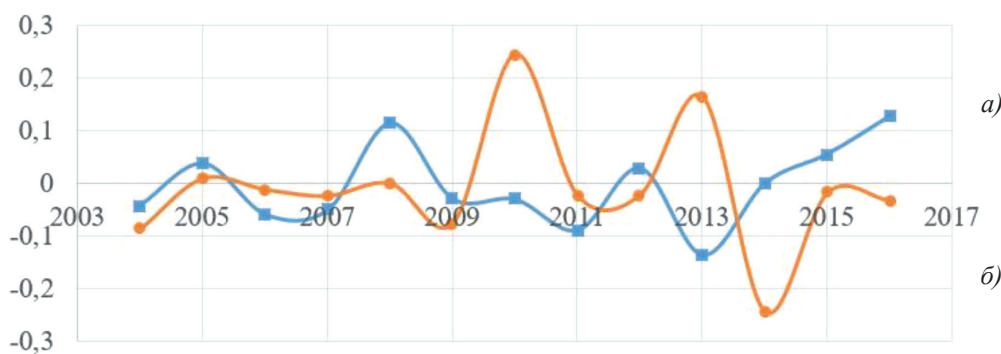


Рис. 1. а. Темпы изменения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в ПФО по отношению к предыдущему году; б. Темпы изменения объемов сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в ПФО по отношению к предыдущему году

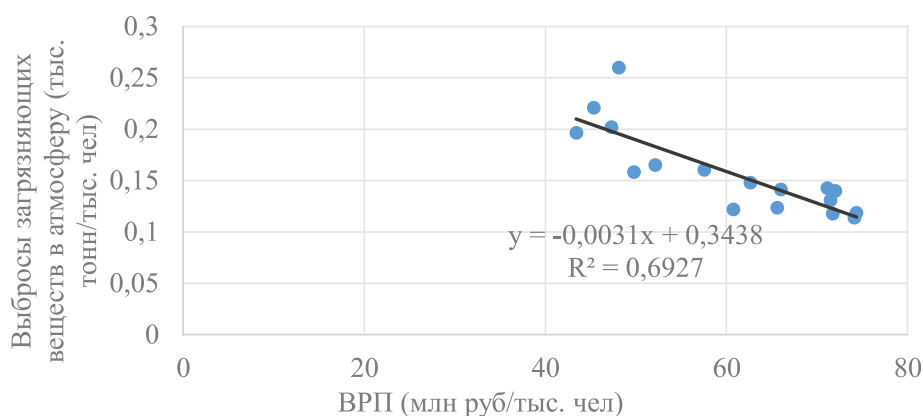


Рис. 2. Взаимосвязь ВРП и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Пермском крае

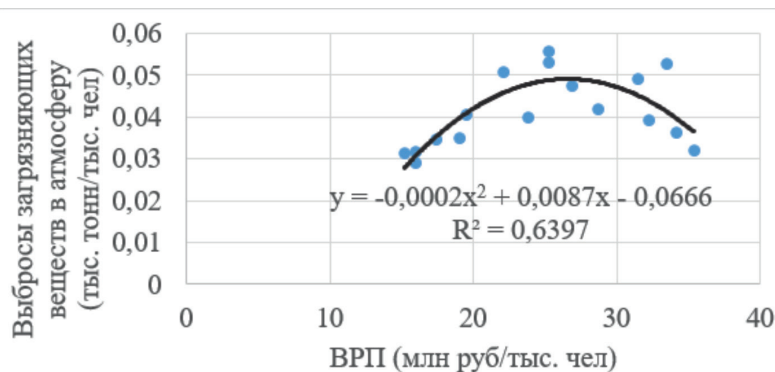


Рис. 3. Взаимосвязь ВРП и выбросов загрязняющих веществ в республике Марий Эл

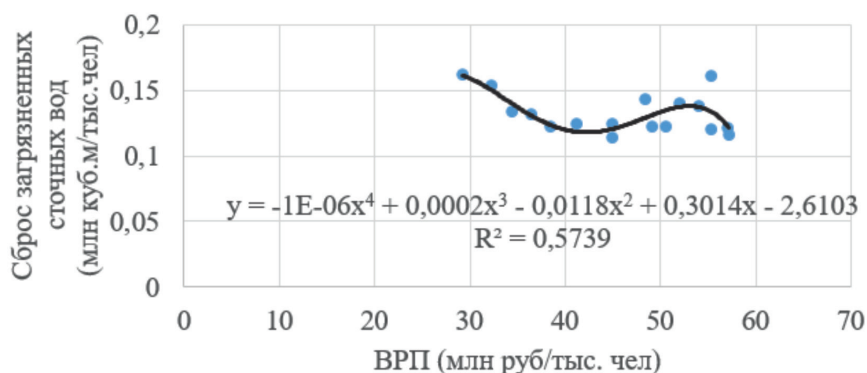


Рис. 4. Взаимосвязь ВРП и выбросов загрязняющих веществ в Нижегородской области

В рамках всех анализируемых периодов в Кластер № 1 вошли регионы с наибольшими значениями показателей относительно средних по округу, в каждом последующем кластере показатели ближе к общим средним, а в последних – ниже средних по ПФО.

Одними из регионов, которые в разные годы вошли в состав ядер Кластеров № 1 и № 2, явились Нижегородская и Оренбургская области, Пермский край, республика Башкортостан и Татарстан, Самарская область и Удмуртская республика. Именно в данных регионах сосредоточена

достаточно большая часть предприятий машиностроительной, топливно-энергетической (без угольной промышленности) и химической промышленности округа и в них же наблюдается при относительно высоком уровне благосостояния населения (уровне ВРП на душу населения) и достаточно высокий уровень выбросов загрязняющих веществ.

К регионам с наименьшими значениями относительно общих средних по совокупности показателей можно отнести Чувашскую республику, республики Марий Эл и Мордовию, Ульяновскую, Пензенскую, Саратовскую и Кировскую области. В отношении данных регионов стоит иметь в виду, что снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду может сопровождаться экономическим спадом.

Заключение

В статье рассмотрена эмпирическая взаимосвязь между валовым региональным продуктом в постоянных ценах на душу населения и выбросами загрязняющих ве-

ществ на душу населения в атмосферу и поверхностные водные объекты в регионах Приволжского федерального округа России в период с 2000 по 2016 г. Было показано, что для исследуемых регионов характерны четыре основные формы взаимосвязи динамики экономического роста и выбросов загрязняющих веществ, такие как прямая линейная связь (рост экономики сопровождается увеличением объема выбросов), обратная линейная связь (рост экономики приводит к сокращению объемов выбросов загрязняющих веществ), U-образная форма связи, перевернутая U-образная форма связи (традиционная ЭКК).

Проведенный анализ также свидетельствует о неоднородности распределения экологической нагрузки на регионы ПФО. К наиболее развитым с точки зрения ВРП на душу населения относятся регионы с высокой долей промышленного производства, которое и включает в себя основную часть предприятий-загрязнителей окружающей среды, что было дополнительно подчеркнуто результатами кластерного анализа.

Таблица 2

Динамика распределения регионов ПФО по кластерам (часть 1)

Год/ Регион ПФО	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Кировская область	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	2	2	2	2	1	3	3
Нижегородская область	2	2	2	4	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Оренбургская область	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Пензенская область	3	3	3	5	5	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3
Пермский край	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Республика Башкортостан	1	1	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Республика Марий Эл	3	3	3	5	5	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3
Республика Мордовия	3	3	3	5	5	4	3	3	3	4	3	3	3	3	2	4	4
Республика Татарстан	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Общее количество кластеров	3	3	3	5	5	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	4	4

Таблица 3

Динамика распределения регионов ПФО по кластерам (часть 2)

Год/ Регион ПФО	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Самарская область	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Саратовская область	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	2	4	4
Удмуртская республика	1	1	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2
Ульяновская область	3	3	3	5	5	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3
Чувашская республика	3	3	3	5	5	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	4	4
Общее количество кластеров	3	3	3	5	5	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	4	4

Ухудшающееся состояние окружающей среды также может отрицательно сказываться и на здоровье населения, например между выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и заболеваемостью существует прямая достаточно сильная взаимосвязь в таких регионах ПФО, как Оренбургская (коэффициент корреляции 0,79) и Кировская области (коэффициент корреляции 0,37), а также аналогичная по структуре взаимосвязь между заболеваемостью и объемом сброшенных загрязненных сточных вод в Удмуртской республике (коэффициент корреляции 0,75), Оренбургской области (коэффициент корреляции 0,58), Кировской области (коэффициент корреляции 0,44) и Пензенской области (коэффициент корреляции 0,97).

Для повышения экологической безопасности и устойчивого развития экономики округа необходимо стремиться к выравниванию развития регионов по эколого-экономическим показателям.

Список литературы

1. Keeler E., Spence M., Zeckhauser R. The optimal control of pollution. *Journal of Economic Theory*. 1972. Vol. 4. P. 19–34.
2. Hartman R., Kwon O-S. Sustainable growth and the environmental Kuznets curve. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2005. Vol. 29. P. 1701–1736.
3. Вагапова Я.Я. Моделирование экономического роста с учетом экологического и социального факторов: дис. ... канд. экон. наук. Москва, 2006. 171 с.
4. Ровенская Е.А. Модель экономического роста и связанного с ним качества окружающей среды // *Математическая теория игр и ее приложения*. 2011. Т. 3. № 3. С. 67–84.
5. Ровенская Е.А. Односекторная модель экономического роста с нелинейной производственной функцией и связанного с ним качества окружающей среды // *Математическая теория игр и ее приложения*. 2012. Т. 4. № 4. С. 73–92.
6. Ровенская Е.А. Модель оптимального экономического роста с учетом экологических факторов // *Экономика и математические методы*. 2012. Т. 48. № 4. С. 80–89.
7. Кузнецов Ю.А., Семенов А.В., Власова М.Н. Математическое моделирование оптимального использования невозобновимых природных ресурсов // *Экономический анализ: теория и практика*. 2012. № 32 (287). С. 45–57.
8. Кузнецов Ю.А., Семенов А.В., Груздева Е.Е. Модель оптимального экономического роста с учетом отрицательных экстерналий окружающей среды // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 5-3. С. 589-592.
9. Шкиперова Г.Т. Экологическая кривая Кузнеця как инструмент исследования регионального развития // *Экономический анализ: теория и практика*. 2013. № 19. С. 8–16.
10. Cimato F., Mullan M. *Adapting to Climate Change: Analysing the Role of Government*. Paper 1. Defra Evidence and Analysis Series Publications. 2010. 51 p.
11. Сайт Федеральной службы государственной статистики URL: <https://www.gks.ru> (дата обращения: 11.07.2019).