

# ГЕОИНФОРМАТИКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

## GEOINFORMATICS AND MAPPING IN NATURE PROTECTION AND SECURITY OF ENVIRONMENTAL SAFETY

УДК 330.34:504:03

DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-297-309

Дружинин П.В.<sup>1</sup>, Филатов Н.Н.<sup>2</sup>, Морошкина М.В.<sup>3</sup>,  
Дерусова О.В.<sup>4</sup>, Поташева О.В.<sup>5</sup>

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОСБОРА БЕЛОГО МОРЯ

#### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена изучению эколого-экономических процессов на водосборе Белого моря. Рассматривалось развитие экономики в пяти регионах, входящих в водосбор (Мурманская, Архангельская, Вологодская области, Республики Карелия и Республики Коми), анализировалась структура экономики и степень ее влияния на окружающую среду. Была собрана информация по регионам в целом и муниципальным образованиям. Строились графики экономических и экологических показателей, изучалась их взаимосвязь. Были построены экономические и экологические карты водосбора Белого моря. Было показано, что в целом экономическое развитие водосбора Белого моря происходит медленнее, чем РФ в целом. На основе анализа графиков и карт были построены модели, позволившие оценить влияние развития экономики регионов на окружающую среду. Изменение экономической политики определяло эколого-экономические процессы, на графиках выделяются три периода – 1990–1998, 1999–2008 и 2009–2016 гг., когда меняется вид зависимости экологических показателей от экономических. В первом периоде спад экономики определял динамику экологических показателей, наилучшие характеристики оказались у однофакторного уравнения. Во втором периоде влияние роста экономики компенсировалось вложениями в модернизацию экономики

<sup>1</sup> Институт экономики КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», д. 50, 185030, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: [pdruzhinin@mail.ru](mailto:pdruzhinin@mail.ru)

<sup>2</sup> Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», пр. А. Невского, д. 50, 185030, Петрозаводск, Россия, чл.-корр. РАН, *e-mail*: [nfilatov@rambler.ru](mailto:nfilatov@rambler.ru)

<sup>3</sup> Институт экономики КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», пр. А. Невского, д. 50, 185030, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: [maribel@mail.ru](mailto:maribel@mail.ru)

<sup>4</sup> Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», пр. А. Невского, д. 50, 185030, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: [derusova@petsu.ru](mailto:derusova@petsu.ru)

<sup>5</sup> Институт экономики КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», пр. А. Невского, д. 50, 185030, Петрозаводск, Россия, *e-mail*: [lelyapotasheva@yandex.ru](mailto:lelyapotasheva@yandex.ru)

и природоохранными инвестициями и экологические показатели медленно улучшались. Также положительное влияние оказывали структурные сдвиги в экономике. В третьем периоде уменьшились вложения в модернизацию предприятий и охрану природы, в результате, несмотря на незначительный экономический рост у части регионов ухудшились экологические показатели. Построенные карты позволили выделить неблагоприятные территории и части Белого моря, наиболее подверженные отрицательным воздействиям экономических объектов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** устойчивое развитие, экономическое развитие региона, карта загрязнений, Белое море.

**Pavel V. Druzhinin<sup>1</sup>, Nikolay N. Filatov<sup>2</sup>, Marina V. Moroshkina<sup>3</sup>,  
Olga V. Derusova<sup>4</sup>, Olga V. Potasheva<sup>5</sup>**

## **MODELING AND SPATIAL ANALYSIS OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC CONDITION OF THE WHITE SEA RESERVOIR**

### **ABSTRACT**

The article is devoted to studying of ekologo-economic processes on a reservoir of the White Sea. Development of economy in five regions entering a reservoir (Murmansk, Arkhangelsk, Vologda regions, Republics of Karelia and Komi Republic) was considered, the structure of the economy and the degree of its impact on the environment were analyzed. Information was collected on the regions as a whole and on municipalities. Graphs of economic and environmental indicators were constructed, and their interrelation was studied. Economic and ecological maps of the White Sea reservoir were built. It was shown that, in general, the economic development of the White Sea reservoir is slower, than of the Russian Federation as a whole. Based on the analysis of graphs and maps the models were constructed that made it possible to estimate the impact of development of the regional economy on the environment. The change in economic policy determined environmental and economic processes, three periods are singled out on the graphs – 1990–1998, 1999–2008 and 2009–2016, when the type of dependence of environmental indicators on economic indicators is changing. In the first period, the economic decline determined the dynamics of environmental indicators, the best characteristics were found in a single-factor equation. In the second period, the impact of economic growth was compensated by investments in economic modernization and environmental investments and environmental indicators were slowly improving. Also positive impact was exerted by structural changes in economy. In the third period investments in modernization of the enterprises and conservation have decreased, as a result, despite insignificant economic growth at a part of regions ecological indicators have worsened. The constructed maps have allowed allocating the unfavorable territories and parts of the White Sea, which are most prone to negative impacts of economic objects.

**KEYWORDS:** sustainable development, economic development of the region, map of pollution, the White Sea.

---

<sup>1</sup> Institute of economy of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Nevskogo, 50, 185030, Petrozavodsk, Russia, *e-mail:* [pdruzhinin@mail.ru](mailto:pdruzhinin@mail.ru)

<sup>2</sup> Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Nevskogo, 50, 185030, Petrozavodsk, Russia, RAS Corr. Fellow, *e-mail:* [nfilatov@rambler.ru](mailto:nfilatov@rambler.ru)

<sup>3</sup> Institute of economy of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Nevskogo, 50, 185030, Petrozavodsk, Russia, *e-mail:* [maribel@mail.ru](mailto:maribel@mail.ru)

<sup>4</sup> Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Nevskogo, 50, 185030, Petrozavodsk, Russia, *e-mail:* [derusova@petsu.ru](mailto:derusova@petsu.ru)

<sup>5</sup> Institute of economy of Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Nevskogo, 50, 185030, Petrozavodsk, Russia, *e-mail:* [lelyapotasheva@yandex.ru](mailto:lelyapotasheva@yandex.ru)

## **ВВЕДЕНИЕ**

Исследования эколого-экономических процессов на Европейском Севере ведутся на протяжении длительного времени. В 2015–2017 гг. на основе собранной информации были подготовлены карты социо-эколого-экономического развития территорий водосбора Белого моря. На картах представлена экономическая информация по территориям водосбора Белого моря, характеризующая производственную деятельность, социальная информация, характеризующая уровень и качество жизни населения и экологическая информация, характеризующая воздействие производства и населения на окружающую среду. Наличие всех трех видов информации позволяет детальнее исследовать возможности устойчивого развития территории.

Водосбор Белого моря охватывает территорию нескольких субъектов РФ – Мурманской, Архангельской, Вологодской областей, Республики Карелия и Республики Коми, а также небольшую часть Кировской области. Для пяти регионов территории, входящие в водосбор Белого моря, составляют значительную часть экономики.

Развитие экономики северных территорий исследуется в большом количестве работ российских и зарубежных ученых. В работах В.Н. Лаженцева, А.И. Татаркина, А.Г. Гранберга и других была показана роль российских северных регионов для развития страны [Гранберг, 2002; Лаженцев, 2013; Татаркин, Логинов, 2015]. Несмотря на наличие множества проблем, северные регионы активно осваивались в XX в. для обеспечения потребностей страны в природных ресурсах. Более суровый климат требовал значительных расходов на производство, на развитие и содержание инфраструктуры, создание новых дорог, обеспечение электро- и теплоэнергией. Социальная и экономическая деятельность на Севере в сильной степени зависит от привозных материально-технических ресурсов, производимая продукция экспортируется или вывозится в более южные регионы, местный рынок мал. Периферийное положение ведет к низкой плотности населения, сконцентрированности населения в небольшом количестве поселений, расстояние между которыми достаточно велико, что еще больше ограничивает объемы местного производства [Селин, Цукерман, 2010; Жаров, Иванова, 2015]. Изменение климата нарушает вечную мерзлоту, что может вести к разрушению зданий и сооружений, производственной инфраструктуры. При освоении северных территорий требуется соблюдать особый режим природопользования [Шевчук, 2013; Маслобоев, 2014; Харитоновна, 2017]. Переход к рыночной экономике привел к сокращению экономической деятельности на Севере, но и способствовал решению части накопившихся экологических проблем.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для составления карт и проведения расчетов по моделям использована информация из разных источников, прежде всего с сайтов ФСГС и ее региональных подразделений, региональных ведомств, научных институтов, а также Интернета. Информация по регионам также была взята из сборников ФСГС «Регионы России», «Охрана окружающей среды в России», «Основные показатели охраны окружающей среды», а также сборников региональных подразделений<sup>1</sup>.

Собранные из разных источников данные тщательно проверялись и при необходимости корректировались. При построении временных графиков данные приводились к единой методике. Для характеристики региона и подготовки графиков основных показате-

---

<sup>1</sup> Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб./Росстат. М., 2017. Охрана окружающей среды в России. 2016: Стат. сб./Росстат. М., 2016. Основные показатели охраны окружающей среды. Стат. бюл./Росстат. М., 2017.

телей при подготовке динамики стоимостных показателей производился их пересчет в сопоставимые цены, в данном случае производится пересчет через индекс цен. Итоговый показатель строился в процентах к начальному году, данные за который брались за 100 % (в отдельных случаях за 100 % брались данные 2015 г.). На сайте ФСГС сопоставимые ряды приводятся в ценах 2008, 2011 и 2016 гг.

Для лучшей характеристики социально-экономического положения территорий водосбора Белого моря строились производные показатели, которые часто дают больше информации для анализа и исследований. Они были представлены на картах и в комментариях.

За отдельные годы информация по поселениям и муниципальным образованиям отсутствовала, поскольку часть информации конфиденциальна – если в муниципальном образовании только три или менее предприятий, которые отчитываются по данному показателю. В данном случае делалась приближенная оценка показателя за отсутствующие в справочниках годы на основе информации из Интернета или при использовании данных за близкие годы. Часть показателей приводится в справочниках только в разрезе регионов, например данные по основным обобщающим показателям, таким, как валовой региональный продукт (ВРП). В таком случае берется информация по субъектам РФ в целом, обычно по пяти, а Кировская область не рассматривается. В водосбор Белого моря входят лишь три слабо развитых муниципальных района Кировской области (Лузский, Опаринский и Подосиновский муниципальные районы), составляющих незначительную часть ее экономики.

При анализе данных по регионам составлялись сопоставимые ряды, строились их графики, сравнивались данные из разных источников. Для уточнения данных определялись производные показатели, приросты и темпы прироста, строились их графики. Далее с использованием графиков показателей анализировались их возможные взаимосвязи. В результате формировались гипотезы о виде зависимости экономических и экологических показателей, периодах стабильных зависимостей, возможных годах изменения тенденций в связи с внешними шоками или изменением эколого-экономической политики.

Данные факторы изучались при использовании относительно простых моделей IPAT и STIRPAT, понятых и имеющих определенный экологический и экономический смысл, расчеты по которым за ретроспективный период позволяют делать разумные выводы и способны привести к относительно небольшому количеству альтернативных управленческих решений. В работах Е. Дейтца, З. Йорка, У. Роза, К. Крамера, М. Коле, Е. Неймайера, И. Мартинец-Зарзоро, А. Мариотти и других постепенно развивался данный подход, вводились новые экономические факторы, исследовались различные страны, развивалось теоретическое обоснование моделей [Dietz, Rosa, 1994, 1997; Cramer, 1998; York, Rosa, Dietz, 2003; Cole, Neumayer, 2004; Martínez-Zarzoso, Maruotti, 2011].

Анализ российских данных позволил предложить новый подход и разработать методику идентификации моделей и методику прогнозирования экологического состояния территории на основе построения сценариев политики федеральных и региональных властей. Основой подхода является учет природоохранной деятельности через оценку влияния текущих затрат и инвестиций на природоохранную деятельность (затрат на охрану атмосферного воздуха, водоохранных и других). Особенностью является учет в модели разнонаправленных факторов. Основа методики – тщательный анализ данных через построение графиков, исследование лагов возможных зависимостей, построение простых зависимостей.

Предложенные функции загрязнения могут строиться по частным или комплексным экологическим показателям, для расчетов используются различные функции, например мультипликативная [Дружинин, Шкиперова, 2012]:

$$Z(t) = A(t) \times U_1^\mu(t) \times U_2^{-\eta}(t),$$

где:  $Z(t)$  – исследуемый экологический показатель (абсолютная величина, или прирост за год);  $U_1(t)$  – фактор, отражающий развитие экономики и, как правило, отрицательно влияющий на окружающую среду (ВВП, ВРП, инвестиции в экономику и др.);  $U_2(t)$  – фактор, отражающий природоохранную деятельность и положительно влияющий на окружающую среду (инвестиции в охрану окружающей среды и др.);  $A(t)$  – фактор, отражающий влияние структурных сдвигов (оценивается через экспоненту или через изменение структуры секторов);  $t$  – год;  $\mu, \eta$  – константы (факторные эластичности).

Возможны и более сложные функции с переменной эластичностью по факторам. Функции могут быть трехфакторными, строиться по частным или комплексным экологическим показателям, могут выделять показатели, которые могут оказывать и положительное и отрицательное влияние, например:

$$Z(t) = A(t) \times U_1^\mu(t) \times U_2^{-\eta}(t) \times U_3^\nu(t),$$

где:  $U_3(t)$  – фактор, отражающий изменение действующих производств (инвестиции в модернизацию производства и др.);  $t$  – год;  $\mu, \eta$  и  $\nu$  – константы (факторные эластичности).

По предложенным функциям были проведены расчеты по некоторым видам загрязнений (выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, сбросы загрязненных сточных вод, образование отходов производства и потребления). В части расчетов использовались инвестиции, разделенные на три вида, – на новое строительство, на модернизацию и охрану окружающей среды, причем с учетом лагов.

Было введено понятие нейтрального экологического прогресса, выведены формулы, определяющие зависимость нейтрального экологического прогресса от модернизации и структурных сдвигов, и проведены расчеты по оценке влияния структурных сдвигов в экономике на динамику загрязнений. Нейтральный экологический прогресс  $A(t)$  имеет две составляющие – активность модернизации в секторах, отражаемую через сумму соответствующих темпов секторов  $p_i$  с весами по доле загрязнений, и активность структурных сдвигов, отражаемую через разницу в темпах изменения факторов  $I_1$  и  $I_2$ , факторные эластичности  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ , и долю секторов в загрязнениях.

На основе произведенных расчетов были сделаны выводы о влиянии выделенных факторов, отражающих экономическую и экологическую политику на состояние окружающей среды.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Реформы 90-х годов привели к спаду практически во всех регионах России, но на Европейском Севере были свои особенности. Надо отметить, что предприятия северных территорий имеют существенно более высокие затраты, и соответственно предприятия должны иметь более высокую эффективность, прежде всего производительность труда и фондовооруженность. В СССР на Севере активно развивались все секторы, но опора была на добычу и первичную переработку сырья и эффективность данных отраслей была высокая. Соответственно и в целом показатели северных регионов были выше, чем остальных. К началу реформ северные регионы имели высокий удельный вес добывающих



отраслей промышленности, природоэксплуатирующую направленность экономики, экстремальные условия воспроизводства, слабо развитую социальную и производственную инфраструктуру.

Реформы 90-х годов привели к значительному спаду экономики, но в добывающих отраслях он был не столь значителен, как в перерабатывающих. Например, в Карелии промышленное производство к 1998 г. уменьшилось в два раза, сельскохозяйственное – в 2,5 раза, производство в легкой промышленности – примерно в 13 раз, ненамного лучше оказалось положение в машиностроении – спад примерно в пять раз и деревообрабатывающей промышленности – в 4,5 раза. В результате в структуре экономики выросла доля добывающих производств. В целом спад в экономике северных регионов был значительным, но несколько большим, чем в более южных регионах РФ (рис. 1). Фактически высокая и растущая доля добывающих производств привела к уменьшению спада во время кризиса 90-х годов [Дружинин, 2017].

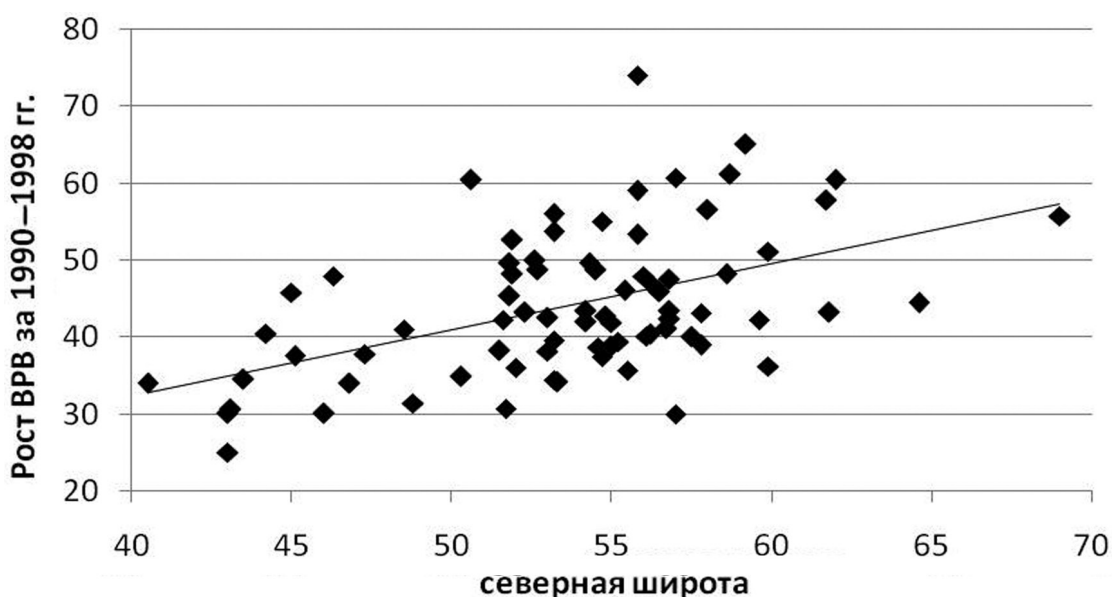


Рис. 1. Связь расположения региона и падения ВРП за 1991–1998 гг. (% к 1990 г.)  
Fig. 1. Relationship between the location of the region and the fall in GRP  
for 1991–1998 (% of 1990)

В конце 90-х годов начался рост экономики, но добывающие отрасли не имеют возможностей для значительного роста, и в результате в период роста северные регионы растут медленнее, чем более южные. Ранее северные регионы имели определенные преимущества, а на стадии роста их преимущества стали недостатками, российские и региональные власти не смогли переориентировать свои усилия на развитие новых отраслей. В результате к 2014 г. только два региона водостока Белого моря из шести рассматриваемых вышли на уровень 1990 г., а ВРП трех регионов составляет в 2016 г. лишь 2/3 к уровню 1990 г. Более быстрые темпы роста российской экономики ведут к тому, что отставание экономики регионов водостока Белого моря увеличивается. Спад в экономике привел к непрекращающемуся оттоку населения, причем, чем севернее регион, тем быстрее там уменьшается население.

Региональная структура экономики водосбора Белого моря достаточно стабильна, лишь немного выросла доля Архангельской и Вологодской областей. В 2016 г. почти четверть суммарного ВРП приходилась на Республику Коми, немного меньше вклад Вологодской области, а минимальная доля, менее 10 %, у Республики Карелия.

Наибольшее влияние на состояние окружающей среды оказывает промышленность. Наиболее успешно развивалась промышленность Вологодской области, прежде всего предприятия металлургии, продукция которых экспортировалась. Также в середине 2000-х гг. резко выросло промышленное производство в Архангельской области за счет добычи углеводородов в Ненецком автономном округе. Остальные четыре региона не достигли уровня 1990 г. Самый серьезный спад производства был в периферийной Кировской области, почти наполовину в сравнении с 1990 г. (рис. 2).

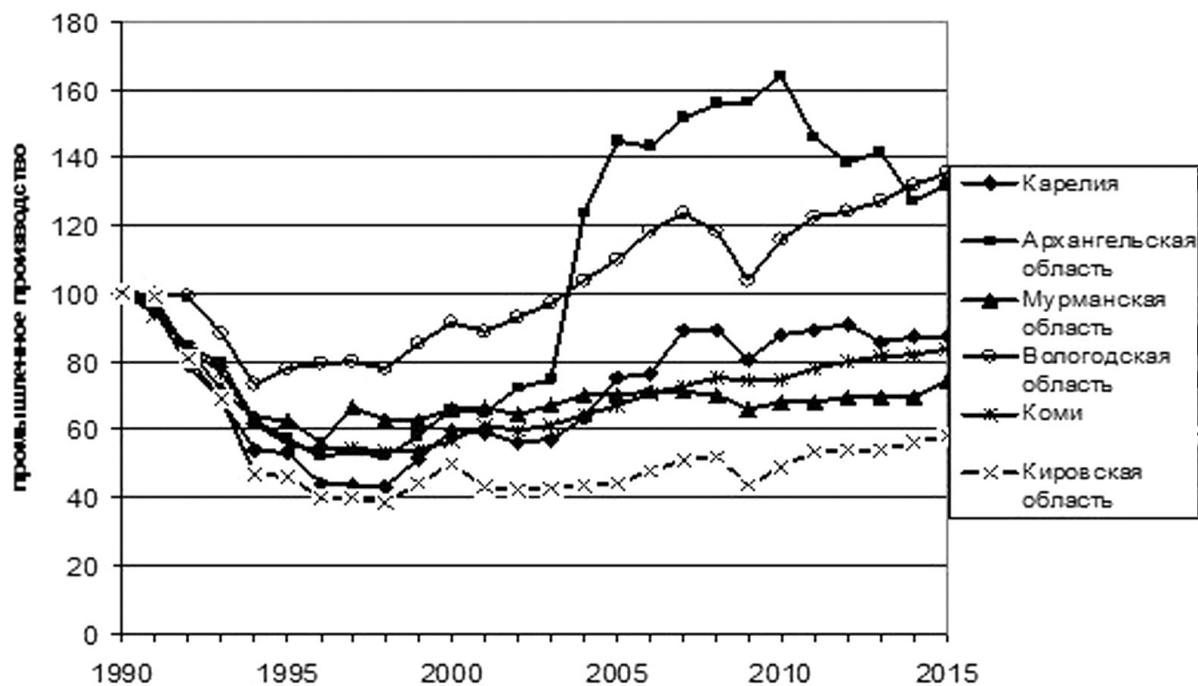


Рис. 2. Динамика промышленного производства по шести регионам, полностью или частично входящим в водосбор Белого моря (% к 1990 г.)

Fig. 2. Dynamics of industrial production in six regions, fully or partially entering the catchment area of the White Sea (% of 1990)

Промышленность хорошо развита в северных регионах, много добывающих предприятий и перерабатывающих природные ресурсы, более половины промышленного производства приходится на Вологодскую область и Республику Коми, в которых расположены крупнейшие в России металлургические предприятия, производится бумага, добываются нефть и уголь. Наименее промышленно развита Карелия – около 7 % суммарного промышленного производства. На водосборе Белого моря наиболее промышленно развиты более северные территории, более четверти промышленного производства приходится на южный берег Белого моря в Архангельской области (см. рис. 1). На карельском побережье старые производства закрылись в 90-х годах, остался только малый и средний бизнес. Примерно пятая часть производства находится в районе Хибин в Мурманской области (города Апатиты, Кировск, Мончегорск, Оленегорск, Полярные зори). Также крупный промышленный центр – Сыктывкар. Практически отсутствует промышленность в северных районах Кировской области – 0,2 % суммарного промышленного производства водосбора Белого моря.

Северная природа уязвима, медленно и долго восстанавливается после вмешательства человека, что требует высоких затрат на природоохранные мероприятия. Уменьшение воздействия на окружающую среду происходит медленно, например, выбросы

в атмосферу, отходящие от стационарных источников уменьшились за последние 10 лет лишь на 20 %. Сбросы загрязненных сточных вод уменьшились за десять лет еще меньше – на 16 %.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу уменьшились у всех шести регионов (рис. 3). Более чем в три раза сократились выбросы в Карелии, чуть меньше – в Кировской области, и всего на одну треть – в Республике Коми. В последнее десятилетие в некоторых регионах выбросы не уменьшаются. Выбросы в атмосферу в северных регионах достаточно значительные, поскольку существенную часть экономики рассматриваемых регионов составляют металлургия, энергетика и целлюлозно-бумажная промышленность. Больше половины выбросов приходится на два региона – Вологодскую область и Республику Коми.

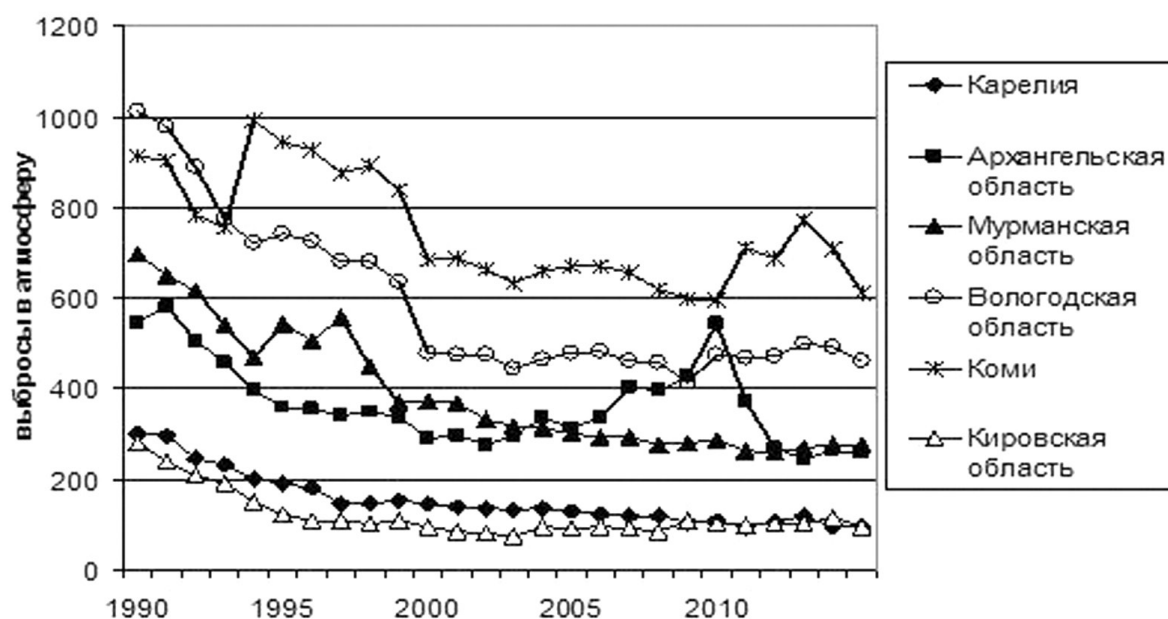


Рис. 3. Динамика выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников шести регионов, полностью или частично входящих в водосбор Белого моря (тыс. т)

Fig. 3. Dynamics of air emissions of pollutants from stationary sources in six regions, wholly or partly entering the catchment area of the White Sea (thousand tons)

Построенные карты позволили наглядно представить зоны, в которых промышленные и другие предприятия оказывают наибольшее воздействие на окружающую среду. По выбросам загрязняющих веществ выделяются города Костомукша, Архангельск и Северодвинск и полоса районов с лесоперерабатывающими предприятиями от Грязовецкого района в Вологодской области до Княжпогостского района в Республике Коми. Также значительны выбросы в Сегеже (Карелия) и в городах Хибин (рис. 4).

На рис. 5 представлена зависимость выбросов в атмосферу от стационарных источников от динамики ВРП Республики Карелия. В 1990–1998 гг. падение ВРП сопровождается заметным снижением выбросов, с началом роста экономики не начался рост выбросов, что связано с модернизацией экономики и ростом вложений в охрану атмосферного воздуха. В 2009 г. рост экономики закончился, замедлились темпы модернизации, снизились вложения в охрану атмосферного воздуха и выбросы в атмосферу в 2016 г. были почти на уровне 2007–2008 гг.



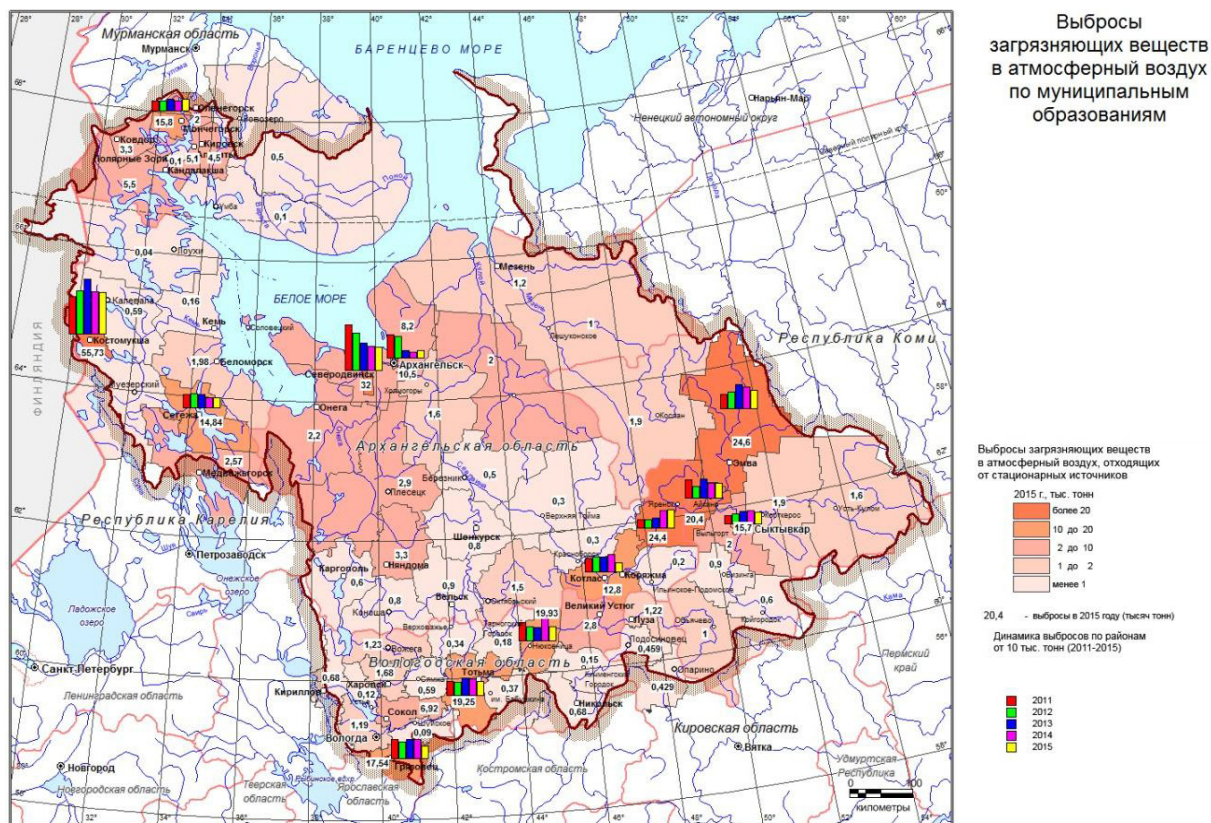


Рис. 4. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников по водосбору Белого моря  
 Fig. 4. Emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources along the watershed of the White Sea

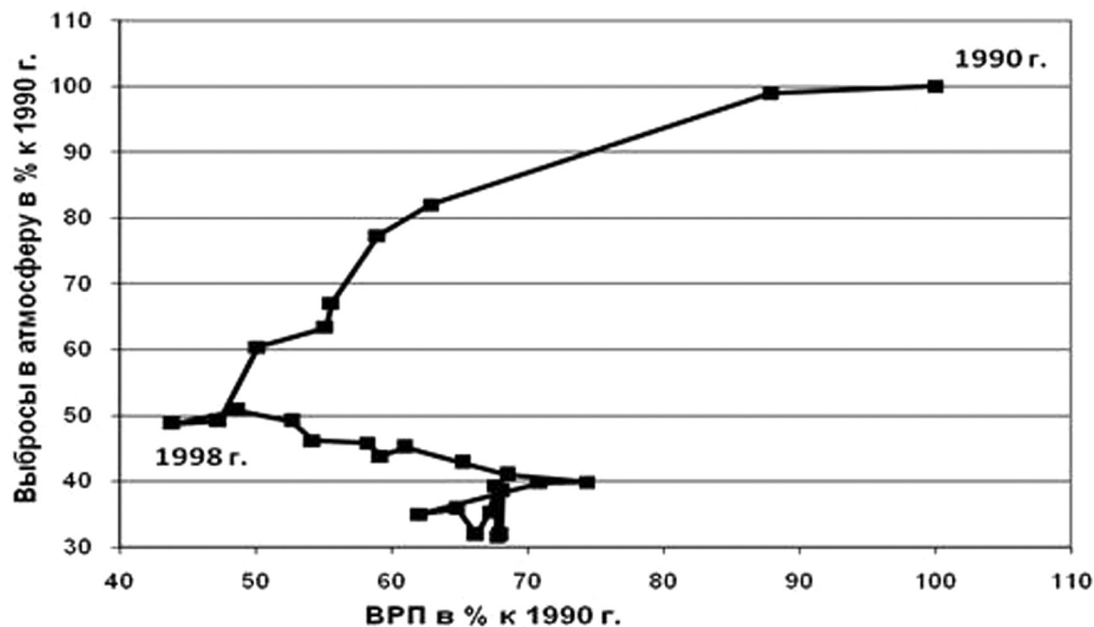


Рис. 5. Зависимость выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников от динамики ВРП Карелия в 1990–2016 гг. (% к 1990 г.)  
 Fig. 5. Dependence of atmospheric emissions of pollutants that depart from stationary sources on the dynamics of GRP of the Republic of Karelia in 1990–2016 (% to 1990)

По разработанным моделям проводились расчеты для регионов, которые позволили оценить влияние развития экономики на окружающую среду. Расчеты по РК по выбросам в атмосферу с 1998 г. показали, что рост экономики на 1 % увеличивает выбросы на 0,26 %, рост инвестиций в охрану атмосферного воздуха на 1 % снижает выбросы на 0,006 %. Расчеты влияния структурных сдвигов проводились при выделении трех секторов, два из которых имеют наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу – производство бумаги и добыча полезных ископаемых. В результате нейтральный экологический прогресс от –3,1 % в конце 90-х годов постепенно меняется до –5,2 %, структурные сдвиги определяют уменьшение выбросов в атмосферу, затем их влияние ослабевает до –0,2 %.

Использование свежей воды во всех регионах сокращается, более заметно в 90-х годах. В целом за 25 лет потребление свежей воды уменьшилось примерно в 2,5 раза в Кировской и Вологодской областях и лишь на 40 % в Республике Коми.

Динамика сбросов загрязненных сточных вод отличается от других показателей (рис. 6). Основное снижение сбросов приходится на начало 90-х годов, по сравнению с 1995 г. в Карелии сбросы не уменьшились, а в Мурманской области даже выросли.

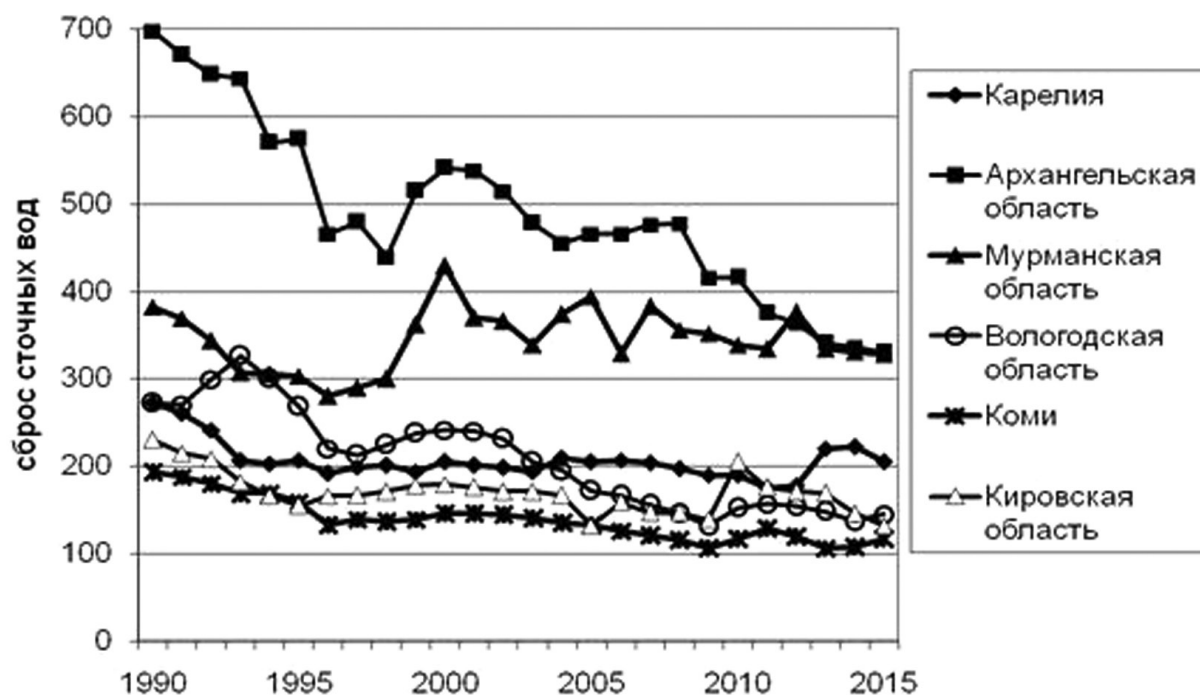


Рис. 6. Динамика сбросов загрязненных сточных вод в шести регионах, полностью или частично входящих в водосбор Белого моря (млн куб. м)

Fig. 6. The dynamics of discharges of polluted sewage in six regions, fully or partially entering the catchment area of the White Sea (million cubic meters)

Сбросы сточных вод связаны в первую очередь с деятельностью производителей бумаги и целлюлозы. В данном случае выделяются два других региона – Архангельская и Мурманская области. Сброс загрязненных сточных вод связан с деятельностью предприятий металлургии и лесопереработки, прежде всего производства бумаги. К сожалению, не удалось получить данные по городам Мурманской области. Наибольший объем сброса загрязненных сточных вод приходится на Коряжму, Сыктывкар, Вологду, Сегежу, Северодвинск, Новодвинск, Костомукшу, Сокол и Архангельск. На остальной территории водосбора сбросы загрязненных сточных вод намного меньше.

Расчеты для сбросов загрязненных вод по экономике Карелии показали, что рост экономики на 1 % увеличивает сбросы на 0,35 %, рост водоохранных инвестиций на 1 % снижает сбросы на 0,006 %. Оценка влияния структурных сдвигов проводилась по тем же трем секторам. Нейтральный экологический прогресс определял снижение сбросов, но постепенно он уменьшает свое положительное влияние, меняясь от –5 до –1 %.

## **ВЫВОДЫ**

Водосбор Белого моря охватывает северные и периферийные регионы страны, развитие которых зависит от наличия востребованных и доступных природных ресурсов. Соответственно основу экономики более северных регионов составляет добыча природных ресурсов – нефти, газа, угля и металлов и их первичная переработка. В более южных регионах расположены перерабатывающие предприятия, прежде всего металлургические и целлюлозно-бумажные. Соответственно расположенные на территориях, входящих в водосбор Белого моря, предприятия оказывают заметное влияние на окружающую среду. По большинству показателей экологическая ситуация улучшается, но сбросы загрязненных сточных вод в нескольких регионах за последние 20 лет не уменьшились.

Экономическое развитие водосбора Белого моря происходит медленнее, чем РФ в целом. Изменение экономической политики определяло эколого-экономические процессы, на графиках выделяются три периода – 1990–1998, 1999–2008 и 2009–2016 гг., когда меняется вид зависимости экологических показателей от экономических. В первом периоде спад экономики определял динамику экологических показателей, наилучшие характеристики оказались у однофакторного уравнения. Во втором периоде влияние роста экономики компенсировалось вложениями в модернизацию экономики и природоохранными инвестициями и экологические показатели медленно улучшались. Также положительное влияние оказывали структурные сдвиги в экономике. В третьем периоде уменьшились вложения в модернизацию предприятий и охрану природы, в результате, несмотря на незначительный экономический рост у части регионов ухудшились экологические показатели. Построенные карты позволили выделить неблагоприятные территории и части Белого моря, наиболее подверженные отрицательным воздействиям экономических объектов.

На основе анализа графиков и карт были построены модели, позволившие оценить влияние развития экономики регионов на окружающую среду. Проведенные исследования показали, что структурные сдвиги, модернизация экономики и природоохранные инвестиции ведут к снижению уровня загрязнений. Уровень загрязнений по российским регионам определяется в первую очередь степенью развития экономики региона и ее структурой – долей промышленности в ВРП.

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Исследование влияния развития экономики российских регионов на окружающую среду» № 17-02-00449а.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, No 17-02-00449a.



### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. Петрозаводск: ИВПС КарНЦ РАН, 2007. 335 с.
2. Гранберг А.Г. Макроэкономика Европейского Севера России // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2002. № 4. С. 3–10.
3. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т. Эколого-экономические модели и прогнозы в системе регионального управления // Проблемы прогнозирования. 2012. № 1. С. 88–97.
4. Дружинин П.В. Развитие северных территорий под влиянием внешних шоков // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. № 1. С. 4–16.
5. Жаров В.С., Иванова М.В. Проблемы управления социально-экономическим развитием регионов Арктики // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2015. № 3. С. 393–400.
6. Лажнецов В.Н. Север России: альтернативы на будущее // Современные производительные силы. 2013. № 2. С. 115–124.
7. Маслобоев В.А. Обеспечение экологической безопасности арктических коммуникаций // Национальные интересы России и экономика морских коммуникаций в Арктике. Материалы V Всерос. морской науч.-практ. конф. Мурманский государственный технический университет. 2014. С. 27–30.
8. Селин В.С., Цукерман В.А. Инновационные тенденции как фактор обеспечения устойчивого развития экономики Севера // Вестник Кольского научного центра РАН. 2010. № 1. С. 88–94.
9. Татаркин А.И., Логинов В.Г. Оценка природно-ресурсного и производственного потенциала северных и арктических районов: состояние и перспективы использования // Проблемы прогнозирования. 2015. № 1. С. 33–44.
10. Харитонов Г.Н. Управление природоохранными проектами в северном субъекте федерации: проблемы и решения // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. № 4. С. 170–178.
11. Шевчук А.В. Эколого-экономические аспекты ликвидации накопленного ущерба в Арктической зоне Российской Федерации // Природообустройство. 2013. № 5. С. 80–83.
12. Cole M.A., Neumayer E. Examining the impact of demographic factors on air pollution // Population and Development Review. 2004. V. 2 (1). P. 5–21.
13. Cramer C.J. Population growth and air quality in California // Demography. 1998. V. 35 (1). P. 45–56.
14. Dietz T., Rosa E.A. Rethinking the environmental impact of population, affluence and technology // Human Ecology Review. 1994. V. 1. P. 277–300.
15. Dietz T., Rosa E.A. Effects of population and affluence on CO<sub>2</sub> emissions // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 1997. V. 94 (1). P. 175–179.
16. Martínez-Zarzoso I., Maruotti A. The impact of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from developing countries // Ecological Economics. 2011. V. 70. P. 1344–1353.
17. York R., Rosa E.A., Dietz T. STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts // Ecological Economics. 2003. V. 46 (3). P. 351–365.

### REFERENCES

1. Cole M.A., Neumayer E. Examining the impact of demographic factors on air pollution. Population and Development Review. 2004. V. 2 (1). P. 5–21.
2. Cramer C.J. Population growth and air quality in California. Demography. 1998. V. 35 (1). P. 45–56.

3. *Dietz T., Rosa E.A.* Rethinking the environmental impact of population, affluence and technology. *Human Ecology Review*. 1994. V. 1. P. 277–300.
4. *Dietz T., Rosa E.A.* Effects of population and affluence on CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 1997. V. 94 (1). P. 175–179.
5. *Druzhinin P.V., Shkiperova G.T.* Ecological and Economic Models and Predictions in the Regional Management System. *Studies on Russian Economic Development*. 2012. No 1, V. 23. P. 66–72 (in Russian).
6. *Druzhinin P.V.* Razvitie severnyh territorij pod vlijaniem vneshnih shokov [Development of northern territories under the influence of external shocks]. *North and the market: forming the economic order*. 2017. No 1. P. 4–16 (in Russian).
7. *Granberg A.G.* Makroekonomika Evropeiskogo severa Rossii [Macroeconomics of the European North of Russia]. *The Economy of the North-West: Problems and Development Prospects*, 2002. No 4. P. 3–10 (in Russian).
8. *Haritonova G.N.* Management of environmental projects in the northern region of the federation: problems and solutions. *North and the market: forming the economic order*. 2017. No 4. P. 170–178 (in Russian).
9. *Lazhentsev V.N.* North of Russia: alternatives for the future. *Modern productive forces*. 2013. No 2. P. 115–124 (in Russian).
10. *Martínez-Zarzoso I., Maruotti A.* The impact of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from developing countries. *Ecological Economics*. 2011. V. 70. P. 1344–1353.
11. *Masloboev V.A.* Ensuring the environmental safety of Arctic communications. National interests of Russia and the economy of marine communications in the Arctic. *Materials of the V Russian Scientific Conference*. MGTU, 2014. P. 27–30 (in Russian).
12. *Selin V.S., Tsukerman V.A.* Innovative tendencies as a factor in ensuring sustainable development of the economy of the North. *Vestnik Kola Science Center, RAS*. 2010. No 1. P. 88–94 (in Russian).
13. *Shevchuk A.V.* Ecological and economic aspects of liquidation of accumulated damage in the Arctic zone of the Russian Federation. *Environmental Engineering*. 2013. No 5. P. 80–83 (in Russian).
14. *Tatarkin A.I., Loginov V.G.* Estimation of potential for natural resources and production in northern and arctic areas: conditions and prospects of use. *Studies on Russian Economic Development*. 2015. No 1. P. 22–31 (in Russian).
15. The White Sea and its catchment area under the influence of climatic and anthropogenic factors. *Petrozavodsk: IPSK KarRC RAS*, 2007. 335 p. (in Russian).
16. *York R., Rosa E.A., Dietz T.* STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*. 2003. V. 46 (3). P. 351–365.
17. *Zharov V.S., Ivanova M.V.* Problems of managing the socio-economic development of the regions of the Arctic. *Bulletin of the Murmansk state shock technical university*. 2015. No 3. P. 393–400 (in Russian).