

ЭКОЛОГИЯ / ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.34.5>

ВОЗМОЖНОСТЬ ДОСТИЖЕНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ И СОХРАНЕНИИ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА

Научная статья

Двинин Д.Ю.¹, Плаксина А.Л.^{2*}, Даванков А.Ю.³

¹ORCID : 0000-0002-9451-4445;

²ORCID : 0000-0003-4894-7407;

³ORCID : 0000-0002-0209-5301;

^{1, 2, 3}Челябинский государственный университет, Челябинск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vita_avis[at]mail.ru)

Аннотация

Статья посвящена возможности достижения социо-эколого-экономической сбалансированности регионов Южного федерального округа Российской Федерации, при условии развития возобновляемых источников энергии и сохранения углеродного цикла в ландшафтах. Исследование основано на определении уровня сбалансированности с помощью специального индикатора, величина которого зависит от соотношения мощности техносферы региона к ассимиляционной (экологической) емкости его экосистем, выраженной в энергетических величинах. Дополнительно определялась сохранность, либо нарушенность углеродного цикла в регионах в процессе сельскохозяйственной деятельности. Было выявлено, что Южный федеральный округ находится в несбалансированном состоянии. Для достижения сбалансированности потребуется увеличение в энергобалансе округов доли возобновляемой энергетики до 87%. Необходимость сохранения углеродного цикла обуславливает возможность обеспечения особым режимом природопользования 27,2% территории Южного федерального округа.

Ключевые слова: социо-эколого-экономическая сбалансированность, регион, углеродный цикл, ландшафт, возобновляемая энергетика, землепользование.

THE POSSIBILITY OF ACHIEVING A BALANCED DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT IN THE TRANSITION TO RENEWABLE ENERGY AND THE CARBON CYCLE PRESERVATION

Research article

Dvinin D.Y.¹, Plaksina A.L.^{2*}, Davankov A.Y.³

¹ORCID : 0000-0002-9451-4445;

²ORCID : 0000-0003-4894-7407;

³ORCID : 0000-0002-0209-5301;

^{1, 2, 3}Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russian Federation

* Corresponding author (vita_avis[at]mail.ru)

Abstract

The article is dedicated to the possibility of achieving socio-environmental and economic balance of the regions of the Southern Federal District of the Russian Federation, given the development of renewable energy sources and preservation of the carbon cycle in the landscapes. The study is based on determining the level of balance by using a special parameter, the value of which depends on the ratio of the technosphere power of the region to the assimilation (ecological) capacity of its ecosystems, expressed in energy values. In addition, the carbon cycle in the regions was either conserved or disturbed by agricultural activities. It was found that the Southern Federal District is in an unbalanced state. To achieve equilibrium, the share of renewable energy in the energy mix of the districts would need to increase to 87%. The necessity to preserve the carbon cycle makes it possible to provide a special natural resource use regime for 27.2% of the Southern Federal District's territory.

Keywords: socio-environmental and economic balance, region, carbon cycle, landscape, renewable energy, land use.

Введение

Важнейшим условием, позволяющим достичь устойчивого развития в неограниченный период времени, сейчас признана необходимость сохранения сбалансированного состояния биосферы. Именно выполнение данного условия должно обеспечить успешное социо-эколого-экономическое развитие в неограниченный период времени [1]. Основные положения устойчивого развития определены документами, принятыми на международных конференциях по вопросам охраны окружающей среды и устойчивому развитию, и подтверждены целями в области устойчивого развития утвержденными Генеральной Ассамблеей ООН. Многие страны и регионы приняли и реализуют собственные стратегии перехода к устойчивому развитию, добившись здесь определенных успехов [2]. Одним из ключевых направлений данного перехода считается развитие низкоуглеродной, возобновляемой (альтернативной) энергетики. Несмотря на то, что общий вектор развития очевиден, переход к возобновляемым источникам энергии в различных регионах идет неодинаковыми темпами. Поэтому особую значимость имеет региональный подход, в полной мере учитывающий различные особенности рассматриваемой территории [3]. Именно на его основе возможно

выбрать оптимальную стратегию по развитию низкоуглеродной, возобновляемой энергетики, а соответственно устранению дисбалансов возникающих в социо-эколого-экономической системе и ведущих к нарастанию экологических проблем.

Авторами ранее были осуществлены исследования ряда регионов, которые позволили установить наличие высокого уровня несбалансированности природных и техногенных процессов. Было выявлено, что в значительной степени указанная ситуация обусловлена деятельностью традиционной энергетики, работающей на ископаемом углеродосодержащем топливе [4]. При этом возобновляемая энергетика, не изменяя в процессе функционирования биосферные материально-энергетические потоки, позволяет повысить общий уровень сбалансированности социо-эколого-экономического развития [5]. Однако при этом следует учитывать важную особенность регионального землепользования, и в первую очередь аграрного сектора, поскольку их деятельность способна вести к нарушению углеродного цикла даже при условии полного перехода региональной техносферы к использованию возобновляемых источников энергии. Указанная ситуация обуславливает возможность достижения сбалансированного развития регионов при выполнении двух условий: развития возобновляемой энергетики и сохранении углеродного цикла в природно-антропогенных системах. Следует отметить, что для различных регионов ситуация по соотношению указанных параметров может сильно отличаться. Данное исследование выполнено на примере регионов Южного федерального округа.

Методы и принципы исследования

Исследование осуществлялось на основе использования специального индикатора социо-эколого-экономической сбалансированности региона. Указанный индикатор позволяет характеризовать общий уровень антропогенного влияния на исследуемой территории, используя соотношение потребляемой энергии в регионе к уровню ассимиляционной емкости региональных экосистем, выражаемой в энергетических величинах [8]. Кроме того, данный индикатор позволяет охарактеризовать уровень развития региональной энергетики, величину природоемкости региональной экономики, уровень негативного антропогенного влияния в регионе в целом. Ассимиляционный потенциал экосистем региона существенно зависит от природных особенностей, которые и определяют наличие возможности осуществлять нейтрализацию негативных последствий техногенеза.

Индикатор социо-эколого-экономической сбалансированности региона рассчитывается по следующей формуле:

$$I_R^t = E^t / A \sum_i^6 (S_i^R / S_i) k_i \quad (1)$$

где I_R – индикатор социо-эколого-экономической сбалансированности региона; E^t – существующее региональное энергопотребление за некоторый период времени; A – ассимиляционный потенциал (экологическая емкость) всей биосферы Земли (1,5 ТВт согласно В.Г. Горшкову [6]); S_1 – занимаемая площадь Земли лиственными лесами; S_2 – территория Земли, покрытая хвойными лесами; S_3 – планетарные земли, занятые иными лесными экосистемами; S_4 – территории, занятые нелесными пространствами; S_5 – площадь аграрных земель; S_6 – участки, занятые водными объектами; S_i^R – соотносимые территории ландшафтов в исследуемом регионе; k_i – коэффициент вклада i -го показателя в общей ассимиляционной способности конкретных ландшафтов (по данным исследований Е.А. Постникова [7]).

При условии, когда индикатор не превышает единицу, ситуация в регионе является сбалансированной. Если величина расположена в пределах от единицы до десяти, ситуация неблагоприятная, регион находится в не сбалансированном состоянии. При величине превышающей десять (средняя величина для земной биосферы) – в регионе присутствует очень высокий уровень социо-эколого-экономической несбалансированности.

Представленная методика позволяет прогнозировать возможность достижения региональной сбалансированности при условии развития возобновляемых источников энергии. С этой целью при расчетах потребуется из величины используемой энергии в регионе вычесть долю, приходящуюся на возобновляемые источники энергии, и которая позволит индикатору сбалансированности достичь единичной величины.

Сохранение углеродного баланса будет существенно зависеть от особенностей ландшафтов и интенсивности аграрного сектора в регионе [8]. Вычисление углеродного баланса в регионах, с учетом прогноза развития возобновляемой энергетики, необходимо осуществлять по следующей формуле:

$$I_C = (E_t - E_r) / (\sum_i^6 (S_i^C * k_i^C)) \quad (2)$$

где I_C – поглощение/эмиссия углекислого газа в регионе (млн. тонн); S_1^C – территория региона, занятая лиственными лесами; S_2^C – территория региона, занятая хвойными лесами; S_3^C – территория региона, занятая иными лесными ландшафтами; S_4^C – территория региона, занятая нелесными ландшафтами; S_5^C – территория региона, занятая аграрным сектором; S_6 – территория региона, занятая водными объектами и болотными экосистемами; k_i^C – коэффициент поглощения либо эмиссии углекислого газа i -ым ландшафтом; E_t – эмиссия углекислого газа в регионе энергетики, работающей на ископаемом топливе; E_r – прогнозируемое уменьшение эмиссии углекислого газа при условии развития возобновляемых источников энергии.

Когда величина I_C равняется нулю, объемы эмиссии углекислого газа, формируемые техносферой полностью ассимилируются экосистемами региона. Если получаются отрицательные величины, поглотительная величина экосистем превышает антропогенную эмиссию. При положительных величинах, углеродный баланс в регионе следует признать нарушенным. Техносфера и аграрный сектор обеспечивают большую эмиссию углекислого газа, чем способны ассимилировать региональные экосистемы.

Основные результаты

Исследование было проведено на примере регионов, входящих в состав Южного федерального округа. Для осуществления расчетов ассимиляционного потенциала и оценки эмиссии, либо поглощения углекислого газа ландшафтами, были использованы статистические данные о площадях природных экосистем и антропогенно измененных ландшафтов в регионах. Установлено, что сельскохозяйственные земли преобладают в структуре землепользования в Южном федеральном округе (75,3% от площади). Указанная ситуация значительно влияет на величину ассимиляционного потенциала и сохранность углеродного цикла. Нерациональное землепользование в сельском хозяйстве способно приводить к разрушению почв, и обеспечивать дополнительную эмиссию углекислого газа, что подтверждается целым рядом исследований [8], [9]. При этом пастбища, при условии рационального землепользования, остаются близкими к состоянию естественных экосистем, и способны поглощать углекислый газ, что было учтено в исследовании. Современное состояние ландшафтов в регионах Южного федерального округа и общая эмиссия/поглощение углекислого газа ими, представлено на рисунке 1.

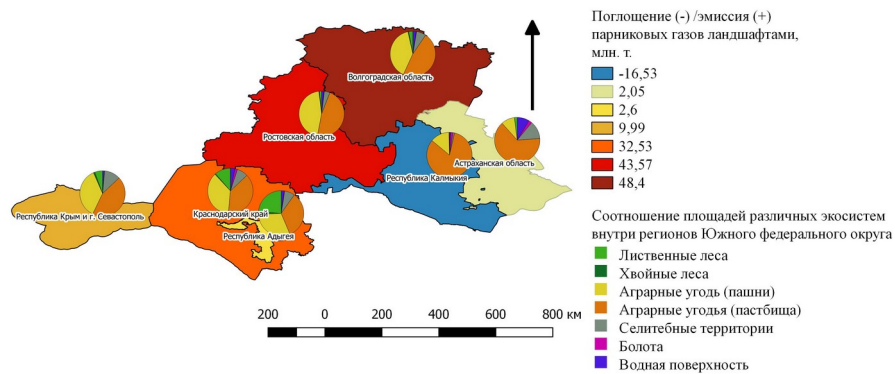


Рисунок 1 - Современная структура ландшафтов в регионах Южного федерального округа и эмиссия/поглощение ими углекислого газа

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.34.5.1>

Обработанные статистические данные были использованы при расчете ассимиляционного потенциала регионов (по формуле 1), что позволило выявить необходимую величину возобновляемой энергетики, а также территорий с особым режимом природопользования (по формуле 2), которые требуются для достижения социо-эколого-экономической сбалансированности регионов. Результаты представлены в таблице 1 и рисунке 2.

Таблица 1 - Возможность достижения социо-эколого-экономической сбалансированности регионов Южного федерального округа с учетом развития возобновляемой энергетики и сохранения углеродного цикла

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.34.5.2>

Регион	Экологическая емкость экосистем, ГВт	Потребляемая энергия в единицу времени (мощность), ГВт	Индикатор сбалансированности региона (I_R)	Доля возобновляемой энергетики когда I_{CR} равен единице, %	Поглощение (-) / эмиссия (+) углекислого газа в регионе (I_C), млн. т.	Необходимые площади ($км^2$) с особым режимом природопользования
Республика Адыгея	0,07	0,41	5,68	83	+2,6	2060
Республика Калмыкия	0,41	0,22	0,54	-	-16,53	-
Краснодарский край	0,31	1,26	4,06	75	+32,53	28470

Республика Крым и г. Севастополь	0,41	6,78	16,56	94	+9,99	8740
Астраханская область	0,24	1,85	7,77	87	+2,05	2450
Волгоградская область	0,69	5,22	7,59	87	+48,4	42350
Ростовская область	0,61	5,48	9,03	89	+43,57	38130
Южный федеральный округ	2,74	21,22	7,74	87	+122,61	122200

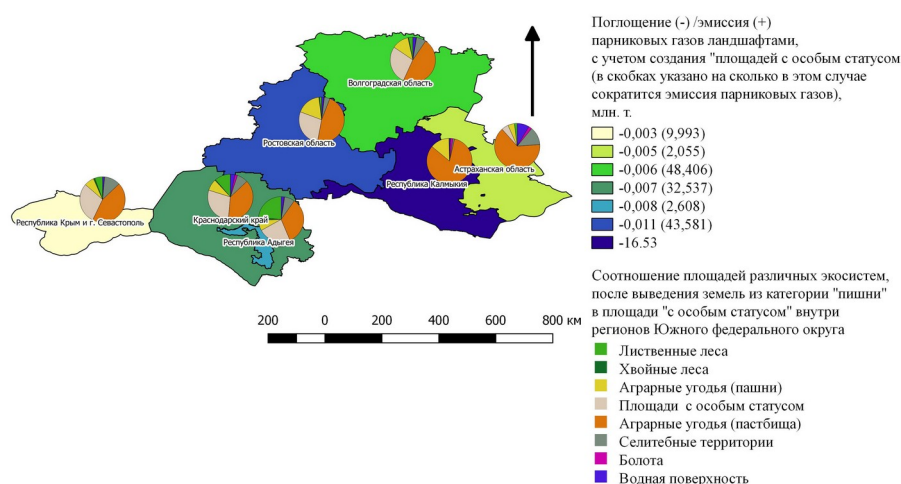


Рисунок 2 - Структура ландшафтов в регионах Южного федерального округа и эмиссия/поглощение ими углекислого газа при условии достижения сбалансированного развития

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.34.5.3>

Обсуждение

Исследование позволило установить важный момент, иногда упускаемый другими исследователями, эмиссия углекислого газа происходит не только при сжигании ископаемого топлива, но и при сельскохозяйственной деятельности. Нерациональное природопользование в сельском хозяйстве приводит к разрушению почв, где концентрируются значительные массы углерода, в итоге он поступает в атмосферу оказывая дополнительное негативное влияние на климат. Поэтому при оценке возможности достижения социо-эколого-экономической сбалансированности регионов необходимо учитывать не только вопросы развития возобновляемой энергетики, но и сохранения углеродного цикла в экосистемах. Следует особо отметить, что систематические исследования для некоторых ландшафтов до настоящего времени не проведены. Проведенное исследование опиралось на результаты, полученные иными исследователями и опубликованные в научной печати [9], [10], [11].

Заключение

В результате было выявлено, что Южный федеральный округ находится в несбалансированном состоянии. Ситуация в значительной степени объясняется масштабами хозяйственной деятельности. Мощность техносферы округа составляет 21,22 ГВт, что обусловлено деятельностью энергетики, использующей ископаемое топливо и аграрного сектора (сельскохозяйственные угодья занимают 75,3% территории). Индекс социо-эколого-экономической сбалансированности составляет 7,74. Только в республике Калмыкия, благодаря большим площадям степных экосистем и пастбищ, индикатор меньше единицы – 0,54. Для достижения сбалансированности потребуется увеличение доли возобновляемой энергии в региональном балансе в среднем до 87%. Восстановление нарушенного

углеродного баланса в ландшафтах потребует обеспечения особым статусом природопользования до 27,2% территории округа.

Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-00287, <https://rscf.ru/project/22-28-00287>.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-28-00287, <https://rscf.ru/project/22-28-00287>.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Бобылев С.Н. Индикаторы экологически устойчивого развития: региональное измерение. / С.Н. Бобылев, О.В. Кудрявцева, С.В. Соловьева и др. // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. — 2018. — 2. — с. 21-33.
2. Проскурякова Л.Н. Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития / Л.Н. Проскурякова, Г.В. Ермоленко. — М.: НИУ ВШЭ, 2017. — 96 с.
3. Белик И.С. Механизмы реализации концепции низкоуглеродного развития экономики / И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т.В. Майорова и др. — Уфа: МЦИИ «Омега Сайнс», 2016. — 119 с.
4. Двинин Д.Ю. Влияние уровня развития альтернативной энергетики на сбалансированность регионов Уральского федерального округа. / Д.Ю. Двинин, А.Ю. Даванков // Журнал экономической теории. — 2021. — 2. — с. 265-276. — DOI: 10.31063/2073-6517/2021.18-2.8
5. Даванков А.Ю. Моделирование уровня сбалансированности социо-эколого-экономической системы региона при переходе к альтернативной энергетике. / А.Ю. Даванков, Д.Ю. Двинин, Ю.Г. Мальцев // Управление в современных системах. — 2021. — 2 (30). — DOI: 10.24412/2311-1313-30-3-12
6. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В.Г. Горшков — М.: ВИНТИ, 1995. — 470 с.
7. Постников Е.А. Оценка экологической устойчивости региона. / Е.А. Постников // Материалы всероссийской конференции молодых ученых по институциональной экономике; — Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2004. — с. 210-212.
8. Можарова Н.В. Эмиссия и вынос парниковых газов в почвах Москвы. / Н.В. Можарова, С.А. Кулачкова, Ю.И. Лебедь-Шарлевич // Почвоведение. — 2018. — 3. — с. 372-384. — DOI: 10.7868/S0032180X18030115
9. Курганова И.Н. Динамика пулов углерода и биологической активности агродерново-подзолов южной тайги в ходе постагрогенной эволюции. / И.Н. Курганова, В.М. Телеснина, В.О. Лопес де Гереню и др. // Почвоведение. — 2021. — 3. — с. 287-303. — DOI: 10.31857/S0032180X20100111
10. Красуцкий Б.В. Поглощение углекислого газа лесами Челябинской области: современные эколого-экономические аспекты. / Б.В. Красуцкий // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. — 2018. — 3. — с. 57-68. — DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-57-68
11. Мекуш Г.Е. Опыт оценки ассимиляционного потенциала лесов Кемеровской области. / Г.Е. Мекуш // На пути к устойчивому развитию России. — 2010. — 51. — с. 43-48.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bobylev S.N. Indicators of ecologically sustainable development: regional dimension. / S.N. Bobylev, O.V. Kudryavtseva, S.V. Solov'eva et al. // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika [Moscow University Bulletin. Episode 6: Economics]. — 2018. — 2. — p. 21-33. [in Russian]
2. Proskuryakova L.N. Vozobnovlyayemaya energetika 2030: globalnie vizovi i dolgosrochnie tendentsii innovatsionnogo razvitiya [Renewable Energy 2030: Global Challenges and Long-Term Trends in Innovative Development] / L.N. Proskuryakova, G.V. Yermolenko. — M.: NRU HSE, 2017. — 96 p. [in Russian]
3. Belik I.S. Mekhanizmi realizatsii kontseptsii nizkouglerodnogo razvitiya ekonomiki [Mechanisms for Implementing the Concept of Low-Carbon Economic Development] / I.S. Belik, N.V. Starodubets, T.V. Maiorova et al. — Ufa: MTsII «Omega Sains», 2016. — 119 p. [in Russian]
4. Dvinin D.Yu. Vliyaniye urovnya razvitiya al'ternativnoj e'nergetiki na sbalansirovannost' regionov Ural'skogo federal'nogo okruga [The Influence of the Level of Development of Alternative Energy on the Balance of the Regions of the Ural Federal District]. / D.Yu. Dvinin, A.Yu. Davankov // Zhurnal e'konomicheskoy teorii [Journal of Economic Theory]. — 2021. — 2. — p. 265-276. — DOI: 10.31063/2073-6517/2021.18-2.8 [in Russian]
5. Davankov A.Yu. Modelirovaniye urovnya sbalansirovannosti socio-e'kologo-e'konomicheskoy sistemy' regiona pri perexode k al'ternativnoj e'nergetike [Modeling of the Level of Balance of the Socio-Ecological and Economic System of the Region during the Transition to Alternative Energy]. / A.Yu. Davankov, D.Yu. Dvinin, Yu.G. Mal'cev // Upravleniye v sovremennyx sistemax [Management in Modern Systems]. — 2021. — 2 (30). — DOI: 10.24412/2311-1313-30-3-12 [in Russian]

6. Gorshkov V.G. Fizicheskie i biologicheskie osnovy' ustojchivosti zhizni [Physical and Biological Bases of Life Stability] / V.G. Gorshkov — M.: VINITI, 1995. — 470 p. [in Russian]
7. Postnikov E.A. Ocenka e'kologicheskoy ustojchivosti regiona [An Assessment of Environmental Sustainability of the Region]. / E.A. Postnikov // Materials of Russian Conference of Young Scientists on Institutional Economics; — Ekaterinburg: IE' UrO RAN, 2004. — p. 210-212. [in Russian]
8. Mozharova N.V. E'missiya i vy'nos parnikovyx gazov v pochvax Moskvy' [Emission and Removal of Greenhouse Gases in the Soils of Moscow]. / N.V. Mozharova, S.A. Kulachkova, Yu.I. Lebed'-Sharlevich // Pochvovedenie [Eurasian Soil Science]. — 2018. — 3. — p. 372-384. — DOI: 10.7868/S0032180X18030115 [in Russian]
9. Kurganova I.N. Dinamika pulov ugleroda i biologicheskoy aktivnosti agrodernovo-podzolov yuzhnoj tajgi v xode postagrogennoj e'vol'yucii [Influence of Land Use on the Physical Properties of Chernozems in the Forest-Steppe Zone of Western Siberia]. / I.N. Kurganova, V.M. Telesnina, V.O. Lopes de Gerenyu et al. // Pochvovedenie [Eurasian Soil Science]. — 2021. — 3. — p. 287-303. — DOI: 10.31857/S0032180X20100111 [in Russian]
10. Krasuczkiy B.V. Pogloshhenie uglekislogo gaza lesami Chelyabinskoj oblasti: sovremenny'e e'kologo-e'konomicheskie aspekty' [Carbon Dioxide Uptake by Forests of the Chelyabinsk Region: Modern Ecological and Economic Aspects]. / B.V. Krasuczkiy // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. E'kologiya i prirodopol'zovanie [Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and Nature Management]. — 2018. — 3. — p. 57-68. — DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-3-57-68 [in Russian]
11. Mekush G.E. Opy't ocenki assimilyacionnogo potentsiala lesov Kemerovskoj oblasti [The Experience of Assessing the Assimilation Potential of the Forests of the Kemerovo Region]. / G.E. Mekush // Na puti k ustojchivomu razvitiyu Rossii [On the Way to Sustainable Development of Russia]. — 2010. — 51. — p. 43-48. [in Russian]