

УДК 581.9; 58.006; 631.4

МНОГОЛЕТНИЕ ТРЕНДЫ В ДИНАМИКЕ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ МИРА

В.Я. Кузеванов

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия,

Целью работы было исследовать многолетние тренды числа ботанических садов мира за 500-летний период. Выявлен логистический S-образный глобальный тренд с характерным медленным 400-летним экспоненциальным ростом до конца 19 века, затем периодом ускорения с почти линейным ростом в течение 20 века и периодом замедления роста к началу 21 века. Обнаружены долгопериодные флуктуации с периодичностью около 50-60-лет, схожей с социально-экономическими «волнами Кондратьева» и эпохами смены «технологических укладов». Сделан вывод, что завершается период замедления в создании новых ботанических садов в кризисные годы конца 20 - начала 21 века. Дается прогноз, что с 2012-2015 годов происходит переход к увеличению востребованности и ускоряющейся модернизации ботанических садов с тенденцией глобального увеличения их количества. Это совпадает с переходом к очередному (шестому) «технологическому укладу» и с вовлечением большего числа стран и регионов в «гонку» по созданию многофункциональных ботанических садов.

Ключевые слова: ботанический сад, многолетние тренды, глобальная динамика, колебания, технологический уклад

LONG-TERM TRENDS IN THE DYNAMICS OF THE WORLD'S BOTANIC GARDENS

Kuzevanov V.Ya.

"Irkutsk State University", Irkutsk, Russia, e-mail: victor.kuzevanov@gmail.com

The objective of this work was to study the long-term trends of the world's botanic gardens (BGs) during last 500-year period. S-shaped global trend was found with a characteristic 400-year slow exponential growth until the end of the 19th century, followed by a nearly linear growth through the 20th century and the period of slowdown in the beginning of the 21st century. Long-term fluctuations were found with 50-60-year periodicity, similar to socio-economic "Kondratieff waves" and "technological revolution cycles". It is concluded that the period of stagnation in the establishment of new BGs in the crisis years of the late 20th - early 21st century is over. The forecast based on revealed trends suggests rapid increase of the growth rate of the BGs after the 2012-2015 years due to the strong increasing in demand and accelerating of their modernization. This coincides with the transition to the 6th cycle of the "technological structural revolution" and the involvement of more countries and regions in the "race" to build modern multifunctional BGs. *Keywords:* botanic garden, global dynamics, long-term trends, fluctuations, technological revolution

Введение. Целью работы было исследовать многолетние тренды изменения количества ботанических садов (БС) мира как важных агроэкологических ресурсов и инструментов за 500-летний период с середины 15 века до начала 21 века, учитывая возрастание их роли как комплексных экологических ресурсов и уникальных научно-образовательных объектов и инструментов для социально-экономического развития человечества. Исследование было сфокусировано на истории их роста и развития в прошлом, на изменениях востребованности в настоящее время с попыткой прогноза перспективных направлений модернизации в ближайшем будущем, учитывая возможную их связь с трендами развития и становления технологических укладов в мировой социально-экономической системе.

Материалы и методы. В данной статье использовано следующее определение: «Ботанический сад – это озелененная особо охраняемая природная территория, на основе ресурсов которой управляющая организация создает документированные коллекции живых растений и ландшафтные сады для научных исследований, образовательно-просветительской деятельности, публичной демонстрации садовых экземпляров и технологий, сохранения биоразнообразия, производства услуг и товарной продукции на основе растений и знаний о них [5, 14].

Программа исследований основывалась на следующих основных методологических подходах и методах: 1) сбор количественных данных в ходе личных целевых посещений более 200 БС в 32 странах мира; 2) подборка обширных библиографических данных и сбор сведений путем личной переписки и интервью с коллегами; 3) сбор материалов из баз данных и архивных документов различных БС, включая открытую базу данных Международного совета ботанических садов по сохранению растений (Botanic Gardens Conservation International, или BGCI в Великобритании, <http://www.bgci.org/>); 4) для оценки тенденций глобальной востребованности БС в англоязычном и русскоязычном секторах мировой информационной сети использовали новый инструмент «Google Trends», который является удобным публичным web-приложением, основанным на поисковом движке Google [11]; 5) статистические методы анализа, выявления и графического отображения полученных результатов с помощью стандартных статистических методов [4] и стандартных функций пакета Microsoft Excel, используя следующие методы анализа временных рядов: скользящей средней, укрупнение интервалов, аналитическое выравнивание с помощью простейших функций, - позволяющих выявлять тренды и производить экстраполяцию для оценки прогнозов [8].

Результаты и обсуждение. Данные рис. 1 иллюстрируют устойчивый ежегодный прирост числа ботанических садов в мире за 500-летний период с 15 по 21 век. В характерной S-образной кривой роста как генеральном тренде, типичном для роста живых организмов и логистических процессов в технике,

экономике и обществе, можно условно выделить три крупных исторических периода: 1) медленный рост в интервале с 15 до конца 19 века со средним уров-

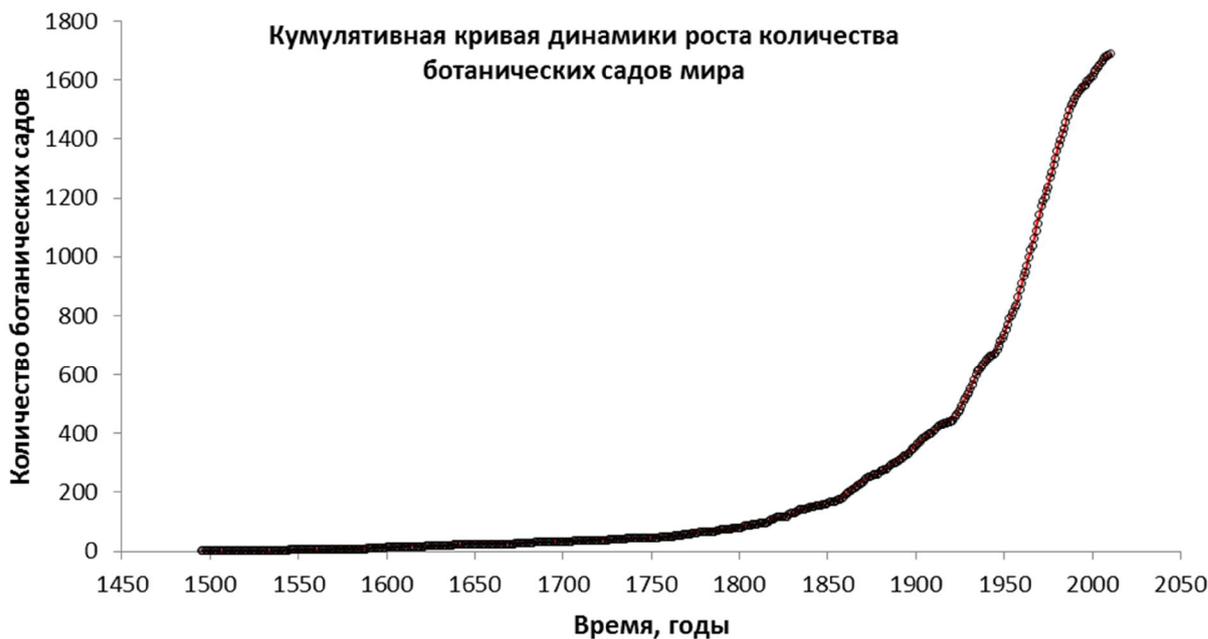


Рис. 1. Кумулятивная кривая динамики изменения количества ботанических садов мира. Данные рассчитаны и адаптированы на основе базы данных Международного совета ботанических садов по охране растений, Botanic Gardens Conservation International (автор благодарит Diana Wyse-Jackson и Abby Hird за предоставленный доступ к исходным данным, https://www.bgci.org/garden_search.php)

нем прироста около 7-8 БС за каждое десятилетие или с абсолютным приростом около 300 БС за 400 лет; 2) ускорение с почти линейным ростом в 20 веке со средним уровнем ежегодного прироста от 10-25 БС в год и с абсолютным приростом около 1200 БС за 100 лет (т.е. за 100-летний срок, несмотря на катастрофические мировые войны, было создано в 4 раза больше БС, чем за весь предшествующий 400-летний период); 3) переключение на замедленный рост в 1990-2010 гг., когда средний уровень ежегодного прироста БС снизился почти в 3 раза до 6-8 год и с общим абсолютным приростом около 150 БС в течение короткой 20-летней эпохи череды глобальных мировых кризисов. Одновременно видно, что на представленной кривой видны небольшие отклонения, косвенно свидетельствующие о том, что экспоненциальное нарастание числа БС, особенно в 19 и 20 веках, происходило неравномерно. Более того, на графике рис. 1 особенно заметны периоды замедления и ускорения скорости роста в начале, середине и в конце 20 века, возможно, связанные с глобальными экономическими кризисами, в том числе с двумя мировыми войнами.

Анализ графика этого же временного ряда, представленного в полулогарифмических координатах (рис. 2), позволяет нагляднее оценить

характер общей динамики генерального тренда, которая достаточно хорошо совпадает с эмпирической линейной функцией (с очень высокой корреляцией, с коэффициентом детерминации $R^2 > 0,99$). Поэтому очевидно, что для динамики исследуемого временного ряда действительно характерен гиперболический рост в период 1750-1960 гг., хотя на обоих концах графика (ранее 1750 г. и после 1960 г.) имеются достаточно явные отклонения от общего тренда. Это означает, что в интервалах около 1750 г. и около 1960 г. происходили переходные процессы переключения режимов развития БС, отличавшиеся иными закономерностям и условиями.

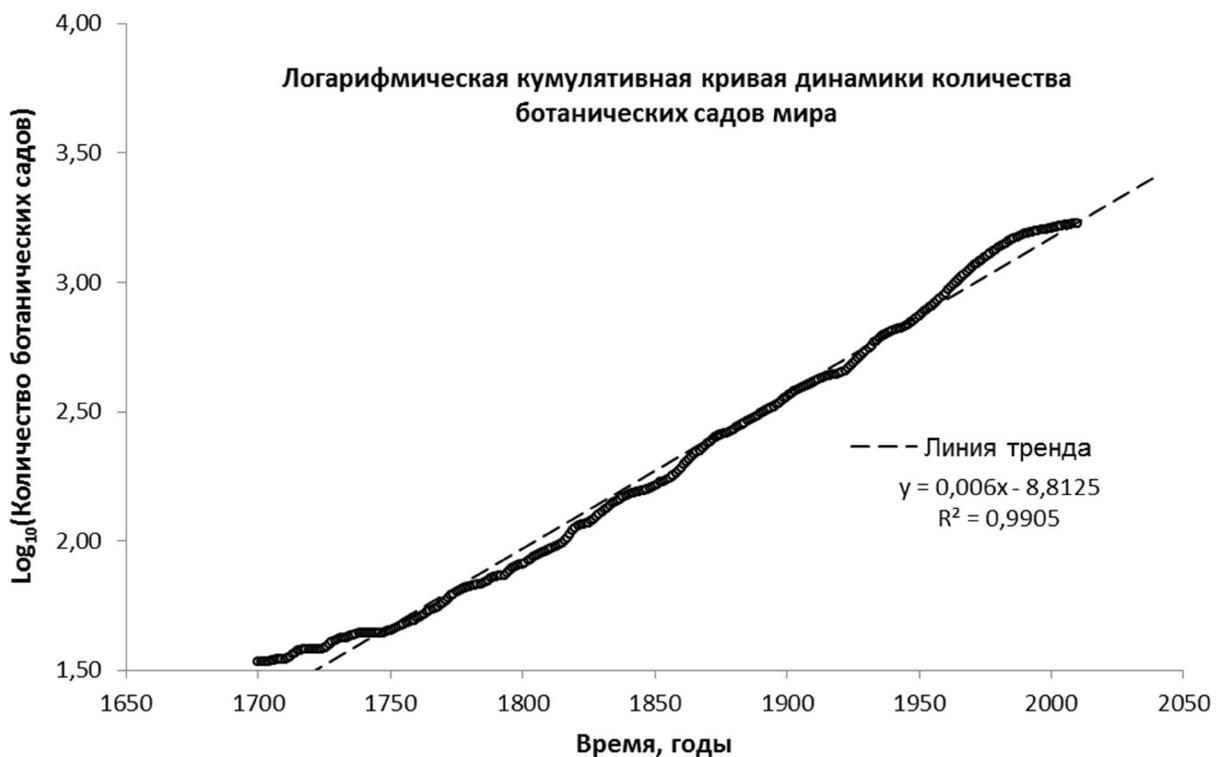


Рис. 2. Динамика изменения количества ботанических садов мира, представленная в полулогарифмических координатах для периода 1700-2011 гг.

Поэтому мы попытались выявить более тонкие особенности динамики на укрупненных интервалах с помощью оценки изменений величин скорости прироста (эквивалент анализа первой производной функции, то есть скорости прироста для логистической S-образной кривой, изображенной на рис. 1). Как видно из рис. 3 с использованием статистической фильтрации методом скользящей средней и с помощью выявления трендов аналитическим выравниванием простейшими функциями, в динамике изменений скорости прироста количества БС достаточно хорошо проявились долгопериодные тренды в виде волн синусоидальной формы относительно общего экспоненциального тренда (аналитическая функция, показанная тонкой

пунктирной линией на рис. 3). Эти долгопериодные колебания с приблизительно 50-60-летней периодичностью действительно показывают, что ход глобального развития БС мира происходил неравномерно, с подъемами и спадами. Эти обнаруженные долгопериодные 50-60-летние волны весьма схожи с известными социально-экономическими «волнами Кондратьева» и циклами эпох смены «технологических укладов, или технологических революций» [3], для которых характерны скачкообразные изменения и переходы при освоении новых наборов инновационных технологий и при затяжных разрушительных войнах и кризисах [2].



Рис. 3. Динамика долгопериодных трендов колебательного изменения скорости прироста количества ботанических садов мира, выявляемая с помощью фильтрации данных (методами укрупнения интервалов и скользящей средней с 3-точечным сглаживанием) с отображением общего экспоненциального тренда аналитическим выравниванием простой экспоненциальной функций (тонкая пунктирная линия). Жирной пунктирной линией обозначен вероятный прогноз на период после 2010 года при условии сохранения выявленных трендов

Как видим на рис. 3, особенно сильным был прирост в возникновении новых БС в период 1945-1990 гг., совпадающий с периодом крупнейшей в истории научно-технической революции второй половины 20 века. А последующий сильный спад, начиная с 1990 и до 2010 г., отражает резкое уменьшение скорости создания новых БС, то есть стагнацию в их создании, совпавшую с периодом глобального мирового кризиса. Поэтому особый интерес представлял интервал времени вокруг 2010 г. и позднее, который на

графике рис.3 предполагает либо продолжение спада, либо возможность переходного периода и возврата синусоидальной тенденции снова к экспоненциальному подъему. Этому интервалу времени в настоящее время уделяется особое внимание в связи с происходящими глобальными изменениями демографии, экономики и в связи со становлением качественно нового набора технологических инноваций при переходе к новому (шестому) «технологическому укладу» в первой половине 21 века [3].

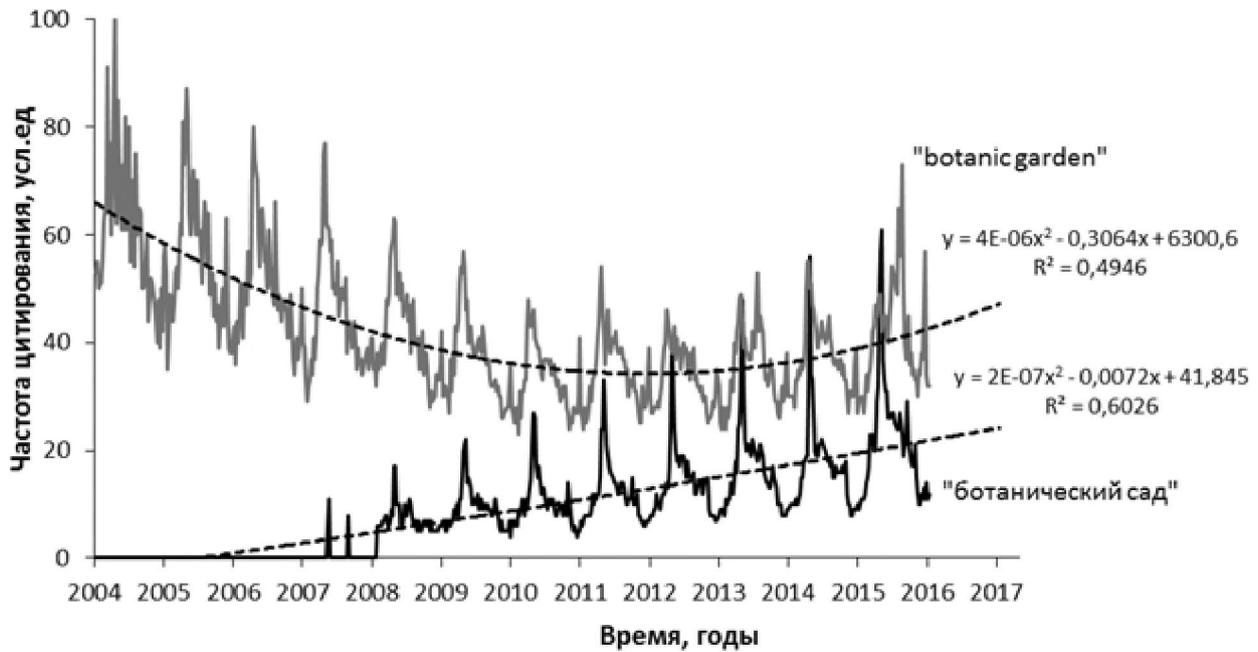


Рис. 4. Короткопериодные (сезонные) и долговременные тренды востребованности и интереса к ботаническим садам в период с 2004-2016 гг., выявляемые с помощью анализа рядов динамики еженедельного упоминания и цитирования слов «ботанический сад» и «botanic garden» в русскоязычном и англоязычном секторах Интернета, соответственно, отображаемые с помощью аналитического инструмента Google Trends (<https://www.google.ru/trends/>) и путем фильтрации данных с помощью сглаживания простыми функциями. Повторяющиеся из года в год короткопериодные тренды отражают внутригодовые сезонные колебания относительно общих долговременных трендов

Учитывая генеральный тренд возрастания числа БС в изучаемом временном ряду (рис. 1), а также долгопериодные волны трендов синусоидальной формы и соответствующую аналитическую экспоненциальную кривую их общего тренда (рис. 3), можно прогнозировать (экстраполировать) гипотетическое развитие уровней изучаемого временного ряда в будущем. На основе этих фактов можем предположить, что после периода стагнации 1990-2010 годов, очевидно, следует ожидать не спад, а новый подъем в создании новых БС с возвратом к ходу генерального тренда при условии сохранения

основных условий и социально-экономических трендов в мире. Этот прогноз на период после 2010 года обозначен жирной пунктирной линией на рис.3.

Для проверки этого гипотетического предположения и прогноза использовали новый аналитический инструмент Google Trends на базе новых информационных технологий, позволяющий обнаруживать мировые тренды с помощью отражения во времени темпов изменения востребованности и социально-экономического интереса к БС со стороны бизнеса и населения мира. На графиках рис. 4 видно, что для русскоязычного и англоязычного секторов Интернета характерны сходные по динамике короткопериодные внутригодовые колебания с характерными традиционными сезонными резкими скачками. Также видно, что общий тренд в англоязычном мире сначала снижался, а затем стал достоверно и устойчиво возрастать, начиная с 2012-2013 годов. А в русскоязычном мире устойчивый тренд интереса к теме «ботанических садов» почти линейно возрастал, начиная с 2008 года. Следовательно, эти факты не косвенно, а прямо свидетельствуют, что в ближайшие годы следует ожидать усиления интереса к БС и их востребованности как в англоязычном, так и в русскоязычном мире. Эти данные подтверждают наше предположение (рис.3) о начинающемся процессе переходе от стагнации к росту количества БС в мире после 2012-2015 гг.

Заключение и выводы. Рассмотренный временной ряд становления и истории мировой системы БС, в котором обнаружен глобальный тренд в виде S-образного роста их количества, охватывает диапазон времени, в который, по существу, входит основная часть истории бурного развития цивилизованного человечества за последние 500 лет. Историю возникновения ботанических садов как уникальных изобретений человечества преимущественно описывали не количественно, а качественно как стихийную череду событий и процессов в области введения в культуру экономически значимых ресурсов растений. Одновременно БС являлись местами сосредоточения экологических ресурсов [7], включая растения и междисциплинарные технологии их использования, а также служили многофункциональными научно-просветительскими и антикризисными инструментами воздействия на окружающую среду и на сообщества людей [13]. Исторические исследования развития БС мира показывают, что они являются довольно консервативными и устойчивыми структурами, сохраняющими вековые традиции использования ресурсов растений. Ускоряющееся цивилизационное развитие в 19-20 веках в Европе, Азии, а затем в Австралии и Сев. Америке, очевидно, и вызвало обнаруженные нами волны 50-60-летней периодичностью в создания новых БС экономико-ботанического назначения, оказывавших влияние на социально-экономическое развитие и конкурентоспособность городов и стран-обладателей [9, 10, 12]. Бурное развитие науки и технологий в промышленности и энергетике, создание и разработка новых строительных материалов, становление рынка и массового

товарного производства, расширение доступного образования и публичного просвещения не могли не оказать положительного воздействия на ресурсы БС. Поэтому логика развития и волнообразного увеличения количества БС, также должны были стимулировать внедрение самых современных технологий и материалов, во многом, благодаря их принадлежности к прогрессивной системе университетов и научных институтов, и благодаря поддержке со стороны публики и успешного предпринимательства [6]. Поэтому не случайным кажется сходство обнаруженных долгопериодных колебаний БС с социально-экономическими «длинными волнами Н.Д.Кондратьева» и эпохами смены «технологических укладов» [2, 3].

Отдельный интерес представляет прогноз, что, начиная с 2012-2015 годов, происходит переход к увеличению востребованности и к ускоряющейся модернизации БС мира с тенденцией глобального увеличения их количества.

Результаты настоящего исследования и прогноз на ближайшую перспективу, а также более детальные исследования ресурсов БС в связи с демографией, экономикой и экологией, несомненно, позволят обосновать и развить систему мер для опережающего инновационного развития и модернизации БС в процессе перехода к новому (шестому) «технологическому укладу» в первой половине 21 века [1]. Это, безусловно, позволит улучшить вклад БС России и мира в социально-экономическое развитие и рациональное природопользование, совпадающий с переходом к очередной научно-технической революции одновременно с вовлечением большего числа стран и регионов в «гонку» по созданию многофункциональных ботанических садов.

Благодарности. Автор благодарит Diane Wyse Jackson (Missouri Botanic Garden, USA) и Abby Hird (BGCI, U.K.) за предоставление доступа к базе данных BGCI, а также особенно благодарит Т.Л.Ащепкова (IBM, USA) за помощь и ценные советы при автоматизации выборки и обработки исходных материалов из базы данных BGCI. За поддержку и за критические замечания при сборе данных и за обсуждение настоящей темы автор приносит искреннюю благодарность следующим коллегам: Е.Н.Кузевановой, А.Н.Матвееву, С.В.Сизых (Иркутск), А.А.Прохорову (Петрозаводск), Л.Я.Ащепковой (Калгари, Канада), P.Wyse Jackson (St.Louis, USA), K.Jarantoski (Chicago, USA). Настоящая работа выполнена в рамках «Программы стратегического развития Иркутского государственного университета, 2012-2015 гг.», а также в рамках целевой субсидии в 2015 г. по развитию ботанических садов как уникальных объектов высшей школы России при поддержке федеральной целевой программы Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Глазьев С.Ю. // Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса. – М. : Экономика, 2010 – 287 с. URL <http://www.glazev.ru/upload/iblock/447/447bb80990661122507cb60abd78adb0.pdf> Доступ 18.01.2016
2. Глазьев С.Ю. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов. / С.Ю. Глазьев // Вопросы экономики, 2009. - № 3. - С. 26-38.

3. Глазьев С.Ю. Современная теория длинных волн в развитии экономики / Глазьев С.Ю. // Экономическая наука современной России. 2012. №2 (57) С.8-27
4. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
5. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы в глобальной системе социальных координат. / В. Я. Кузеванов. // Ландшафтная архитектура. Дизайн, 2010.- т. 29, № 2. - С. 7-11, [http://bogard.isu.ru/articles/2010_lad/lad_2_2010.pdf]
6. Кузеванов В.Я. Ботанические сады как экологические ресурсы развития цивилизации. / В.Я. Кузеванов // Ботанические сады. Проблемы интродукции. Труды Томского гос. университета. Серия Биологическая / Отв. ред. Т. П. Свиридова. - Томск, 2010. - С. 218-220.
7. Кузеванов В.Я. К определению термина «экологические ресурсы». / В.Я. Кузеванов, Н.А. Никулина // Вестник КрасГАУ, 2016. - № 2. – С. 1-10.
8. Теория статистики: Учебник / Под ред. Г.Л. Громыко. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 476 с.
9. Forbes S. How botanic gardens changed the world. / S. Forbes // In: Proceedings of the History and Future of Social Innovation Conference. Hawke Research Institute for Sustainable Societies, University of South Australia, 2008. – P. 1-6. URL <http://w3.unisa.edu.au/hawkeinstitute/publications/social-innovation/forbes.pdf> Доступ 18.01.2016
10. Golding J. Species-richness patterns of the living collections of the world's botanic gardens: a matter of socio-economics? / J. Golding, S. Güsewell, H. Kreft, V.Y. Kuzevanov, S. Lehvavirta, I. Parmentier, M. Pautasso // Annals of Botany, 2010. – Vol. 105, N 5. – P. 689–696. – URL: http://bogard.isu.ru/articles/2010_annbot/Golding_etal_2010_AnnBot.pdf Доступ 18.01.2016
11. How does Google Trends work? URL https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Trends Доступ 18.01.2016
12. Kuzevanov V. Ya. Botanic gardens resources: tangible and intangible aspects of linking biodiversity and human well-being / V. Ya. Kuzevanov, S. V. Sizykh// Hiroshima Peace Science, 2006. – No. 28. – P. 113–134. – URL : http://bogard.isu.ru/articles/hiroshima/kuzevanov_jpc2006.pdf Доступ 18.01.2016
13. Kuzevanov V.Ya. Botanic gardens as world ecological resources for innovative technological development. / V.Ya. Kuzevanov, E.V. Gubiy // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2014. - Т. 10. - С. 73-81. URL http://ellib.library.isu.ru/docs/biolog/p2819-01_E1_13591.pdf Доступ 18.01.2016
14. Wyse Jackson P. S. Experimentation on a large scale – an analysis of the holdings and resources of botanic gardens / P. S. Wyse Jackson // BGCi News, Richmond, UK, Botanic Gardens Conservation International, 1999. – Vol. 3, N 3. – P. 53–72. – URL: <http://www.bgci.org/resources/article/0080> Доступ 18.01.2016.

References

1. Glaz'ev S.Yu. // Strategija operezhajushhego razvitija Rossii v uslovijah global'nogo krizisa [Strategy of Russia's accelerated development in the global crisis]. – М. : Ekonomika, 2010 – 287 s. URL <http://www.glazev.ru/upload/iblock/447/447bb80990661122507cb60abd78adb0.pdf> Access 18.01.2016

2. Glaz'ev S.Yu. Sovremennaja teorija dlennyh voln v razvitii ekonomiki [Modern theory of long waves in economical development]. / Glaz'ev S.Yu. // Ekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii. 2012. - №2 (57) -S.8-27.
3. Glaz'ev S.Yu. Mirovoj ekonomicheskij krizis kak process smeny tehnologicheskikh ukladov [World economical crisis as process of changes of technological formations]. / S.Yu. Glaz'ev // Voprosy ekonomiki, 2009. - № 3. - S. 26-38.
4. Zajcev G. N. Matematicheskaja statistika v eksperimental'noj botanike [Mathematical statistics in experimental botany] / G. N. Zajcev. – M. : Nauka, 1984. – 424 s.
5. Kuzevanov V. Ya. Botanicheskie sady kak ekologicheskie resursy v global'noj sisteme social'nyh koordinat [Botanic gardens as ecological resources in a global system of social coordinates]. / V. Ya. Kuzevanov // Landshaftnaja arhitektura. Dizajn, 2010.- t. 29, № 2. - S. 7-11, [http://bogard.isu.ru/articles/2010_lad/lad_2_2010.pdf]
6. Kuzevanov V.Ya. Botanicheskie sady kak ekologicheskie resursy razvitija civilizacii [Botanic gardens as ecological resources for the civilization development]. / V.Ya. Kuzevanov // Botanicheskie sady. Problemy introdukcii. Trudy Tomskogo gos. universiteta. Serija Biologicheskaja / Otv. red. T. P. Sviridova. - Tomsk, 2010. - S. 218-220.
7. Kuzevanov V.Ya. K opredelinyu termina ekologicheskie resursy [Towards the definition of the “ecological resources”]. / V.Ya. Kuzevanov, N.A. Nikulina // Vestnik KrasGAU, 2016. - № 2. – S. 1-10.
8. Teorija statistiki: Uchebnik [Theory of statistics: Manual] / Pod red. G.L. Gromyko. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – M. : INFRA-M, 2005. – 476 s.
9. Forbes S. How botanic gardens changed the world. / S. Forbes // In: Proceedings of the History and Future of Social Innovation Conference. Hawke Research Institute for Sustainable Societies, University of South Australia, 2008. – P. 1-6. URL <http://w3.unisa.edu.au/hawkeinstitute/publications/social-innovation/forbes.pdf> Access 18.01.2016
10. Golding J. Species-richness patterns of the living collections of the world's botanic gardens: a matter of socio-economics? / J. Golding, S. Güsewell, H. Kreft, V.Y. Kuzevanov, S. Lehvävirta, I. Parmentier, M. Pautasso // Annals of Botany, 2010. – Vol. 105, N 5. – P. 689–696. – URL: http://bogard.isu.ru/articles/2010_annbot/Golding_etal_2010_AnnBot.pdf Access 18.01.2016
11. How does Google Trends work? URL https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Trends Access 18.01.2016
12. Kuzevanov V. Ya. Botanic gardens resources: tangible and intangible aspects of linking biodiversity and human well-being / V. Ya. Kuzevanov, S. V. Sizykh// Hiroshima Peace Science, 2006. – No. 28. – P. 113–134. – URL : http://bogard.isu.ru/articles/hiroshima/kuzevanov_jpc2006.pdf Access 18.01.2016
13. Kuzevanov V.Ya. Botanic gardens as world ecological resources for innovative technological development. / V.Ya. Kuzevanov, E.V. Gubiy // Proceedings of the Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology. 2014. - T. 10. - S. 73-81. URL http://elib.library.isu.ru/docs/biolog/p2819-01_E1_13591.pdf Access 18.01.2016
14. Wyse Jackson P. S. Experimentation on a large scale – an analysis of the holdings and resources of botanic gardens / P. S. Wyse Jackson // BGCi News, Richmond, UK, Botanic Gardens Conservation International, 1999. – Vol. 3, N 3. – P. 53–72. – URL: <http://www.bgci.org/resources/article/0080> Access 18.01.2016.