

УДК 504.3:05

03.00.00 Биологические науки

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ФИТОМАССЕ И МЕТОД ЕЕ УТИЛИЗАЦИИ**

Ткаченко Алла Васильевна  
к.х.н., ассистент  
E-mail: ama.ivso@mail.ru

Аслоньянц Анжелика Мануковна  
E-mail: ama.ivso@mail.ru  
*Краснодарский муниципальный медицинский институт высшего сестринского образования*

Необходимость постоянного мониторинга экологической обстановки обусловлена тем, что в настоящее время практически все экосистемы нашей планеты претерпевают в той или иной мере деградацию под влиянием антропогенного фактора. В настоящей работе подводятся итоги 6-летнего мониторинга определения тяжелых металлов в воздухе. Промышленные предприятия, бытовые отходы и, в особенности, автомобильный транспорт, является основными источниками загрязнения воздуха в городах достигает 70-90%. Наибольшую опасность для здоровья населения представляют соединения свинца, кадмия и ртути, относящиеся к 1 классу опасности. Нами изучена динамика накопления тяжелых металлов и угарного газа в атмосфере Краснодара на улицах с различной интенсивностью автомобильного движения. Полученные данные свидетельствуют о значительном превышении по сравнению с контролем содержания таких металлов, как свинец, железо, кадмий, медь во всех образцах; хром и цинк – на трех постах из четырех. Обращает на себя внимание повышение содержания кадмия по сравнению с данными предыдущих лет. Установлено, что динамика накопления тяжелых металлов в атмосфере города хорошо коррелирует с численностью населения, интенсивностью движения автомобильного транспорта и имеет устойчивую тенденцию к увеличению содержания этих токсичных веществ. Предложен способ утилизации биомассы опавших листьев методом их биологической деструкции в анаэробных условиях

Ключевые слова: ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, АТОМНО-АБСОРЦИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ. АНАЛИЗ, ФИТОМАССА, АТМОСФЕРА, ЭКОЛОГИЯ, МЕГАПОЛИС

UDC 504.3:05

Biological sciences

**DETERMINATION OF HEAVY METALS IN THE PHYTOMASS AND THE METHOD OF ITS DISPOSAL**

Tkachenko Alla Vasylijevna  
Cand.Chem.Sci., assistant  
E-mail: ama.ivso@mail.ru

Aslonyants Angelica Manukovna  
E-mail: ama.ivso@mail.ru  
*Krasnodar Municipal Medical Institute of Higher Nursing Education*

The need for constant monitoring of the environmental situation due to the fact that at the present time almost all the ecosystems of our planet suffer in one way or another degradation under the influence of the anthropogenic factor. In the present work we summarize the results of 6 years of monitoring to determine heavy metals in the air. Industries and domestic waste and, in particular, road transport is the main source of pollution. The share of vehicles to air pollution in cities reaches 70-90%. The greatest danger to public health is compounds of lead, cadmium and mercury relate to 1 class of danger. We have studied the dynamics of accumulation of heavy metals and carbon monoxide in the atmosphere of Krasnodar on the streets with different intensity of car traffic. The data obtained indicate a significant excess compared to the control of the content of such metals as lead, iron, cadmium, and copper in all samples; chromium and zinc at three positions of the four. We pay due attention to the increase in the concentration of cadmium compared with data from previous years. It is established that the dynamics of accumulation of heavy metals in the atmosphere of the city is well correlated with population, the intensity of traffic and has a steady tendency to increase the content of these toxic substances. We have proposed a way of disposal of the biomass of fallen leaves by the method of their biological degradation under anaerobic conditions

Keywords: HEAVY METALS, ATOMIC ABSORPTION CHROMATOGRAPHY, EXPERIMENT. ANALYSIS, PHYTOMASS, ATMOSPHERE, ECOLOGY, METROPOLIS

Сведения экологического характера содержатся в трудах ученых со времен Аристотеля. Но только с середины 20 века антропогенное влияние на экологию начинают отслеживать на систематической основе.

Негативное воздействие человека на природу – это проблема мирового масштаба. В ходе развития цивилизации человечество приходит к осознанию глобальных экологических проблем. В 1972 году принята программа ООН по окружающей среде ЮНЕП, способствующая координации охраны окружающей среды на общесистемном уровне. Международным сообществом создано более двухсот международных организаций, курирующих вопросы экологии и охраны окружающей среды. Приняты важные документы по этой проблеме [1-3]. Однако приходится признать, что пока серьезных успехов на пути к прекращению деградации биосферы не достигнуто. В настоящее время практически все экосистемы нашей планеты претерпевают в той или иной мере деградацию под влиянием антропогенного фактора [4]. Поэтому исследования, посвященные мониторингу экологической обстановки, становятся все более **актуальными**.

В 1793 году черноморскими казаками основан город Екатеринодар (ныне Краснодар). Выгодное географическое положение, богатые природные ресурсы, экономическая активность населения обусловили динамичное развитие города и рост численности его населения (таблица 1).

Таблица 1

**Динамика численности населения города Краснодара,  
тыс. человек**

<b>1856</b> 0,9	<b>1897</b> 65,6	<b>1913</b> 102,0	<b>1914</b> 102,2	<b>1923</b> 144,3	<b>1926</b> 153,0	<b>1931</b> 170,1	<b>1939</b> 193,0	<b>1956</b> 2710
<b>1962</b> 354,	<b>1967</b> 407,0	<b>1970</b> 464,1	<b>1973</b> 505,0	<b>1976</b> 535,0	<b>1979</b> 560,4	<b>1982</b> 588,0	<b>1986</b> 615,0	<b>1989</b> 6205
<b>1996</b> 6483	<b>1998</b> 647,4	<b>2000</b> 639,0	<b>2001</b> 635,5	<b>2002</b> 646,1	<b>2003</b> 646,2	<b>2004</b> 719,0	<b>2005</b> 715,4	<b>2006</b> 7104
<b>2008</b> 7097	<b>2009</b> 713,1	<b>2010</b> 734,9	<b>2011</b> 745,0	<b>2012</b> 763,8	<b>2013</b> 784,0	<b>2014</b> 807>2		

По официальным данным, число жителей Краснодара более восьмисот тысяч, фактически – намного больше за счет гастарбайтеров из соседних станиц, Адыгеи, ближнего и дальнего зарубежья.

Ныне Краснодар – это мегаполис с почти миллионным населением, столица Кубани, административный центр Краснодарского края. В городе действуют промышленные предприятия, крупные ТЭЦ, котельные, автотранспорт. Некогда чистый воздух предгорий Кавказа теперь дополняют оксиды углерода, азота, серы, метан, тяжелые металлы и другие токсичные примеси.

В течение 6 лет мы проводили работу по исследованию состава атмосферного воздуха города Краснодара. В настоящей работе подводятся итоги мониторинга определения тяжелых металлов в воздухе.

**Объект исследования** – атмосферный воздух города Краснодара.

**Методы исследования** – подготовку проб к инструментальному анализу проводили на СВЧ-минерализаторе «Минотавр-1». Дальнейшие количественные измерения осуществляли на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «Optima-2100-DV» (железо, хром, медь, ртуть, свинец, кадмий) и методом атомно-абсорбционной хроматографии на приборе «Капель-104Т» с компьютерной обработкой результатов по программе Мультихром.

Содержание тяжелых металлов определяли по их накоплению в фитомассе деревьев, растущих на улицах Краснодара с различной интенсивностью автомобильного движения. Деревья являются своеобразными, но весьма точными и чувствительными индикаторами состояния окружающей среды. Как показали наши исследования, динамика накопления металлов в листьях деревьев достоверно отражает степень загрязнения воздуха [5-8].

Проблемой XXI века является увеличение техногенной нагрузки на экосистемы. В особенности это касается крупных городов, в которых

естественные механизмы очистки давно не справляются со своей задачей. Промышленные предприятия, бытовые отходы и, в особенности, автомобильный транспорт, является основными источниками загрязнения.

Специфика подвижных источников загрязнения (автомобилей) проявляется в низком расположении, пространственной распределенности и непосредственной близости к жилым районам. В результате доля транспортных средств в загрязнении воздуха в городах достигает 70-90%.

В 2009 году в Краснодаре зарегистрировано более 260 тысяч единиц автотранспорта; кроме того, город посещают около 150 тысяч иногородних машин. В нынешнем, 2014 году число автомобилей в Краснодаре превысило 370 тысяч. В ряду токсикантов достаточно опасны тяжелые металлы. Они представляют большую опасность как для природных экосистем, так и для здоровья человека. Возникающие неблагоприятные экологические последствия приводят к усугублению демографической ситуации из-за увеличения заболеваний и смертности населения. Это связано с тем, что металлы достаточно быстро накапливаются в почве и древесине, но очень долго из них удаляются.

Наибольшую опасность для здоровья населения представляют соединения свинца, кадмия и ртути, относящиеся к 1 классу опасности.

Между тем растения являются начальным элементом в цепи биосферных изменений, происходящих под влиянием загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Именно экологические последствия загрязнения фитоценозов могут привести к сдвигу экологического равновесия в ландшафтных системах. На урбанизированных территориях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, важную роль в защите окружающей природной среды играют зеленые насаждения, которые необходимо преобразовывать и сохранять с учетом их функциональной роли. Количество зеленых насаждений на

одного жителя города Краснодара в настоящее время меньше нормы, установленной СНиП 2.07.80, почти в 2 раза.

Наличие разнообразных путей поступления тяжелых металлов в растение предполагает существование двух ведущих факторов формирования элементного химического состава растений: генетического и экологического.

Долевое участие каждого фактора меняется в зависимости от изменений условий среды. У древесных растений в течение фитогенеза и онтогенеза вырабатываются механизмы, способные контролировать поступление и удаление некоторых элементов посредством физиологических реакций. Поступление тяжелых металлов в листья осуществляется через кутикулу, что тесно взаимосвязано с кутикулярной транспирацией, и зависит от содержания воды в тканях листовой пластины. Тяжелые металлы в растениях играют активную роль в метаболических процессах, но они могут также сохраняться в виде неактивных соединений в клетках и на клеточных мембранах.

Нами изучена динамика накопления тяжелых металлов и угарного газа в атмосфере Краснодара на улицах с различной интенсивностью автомобильного движения.

Методом отбора проб стали посты с заранее определенной интенсивностью движения автотранспорта, которая рассчитывалась исходя из количества полос движения и мониторинга количества машин в течение суток. Предварительный сравнительный анализ позволил сформировать 4 поста, где производились одноименные заборы фитоматериала.

1 пост – двухполосное умеренное движение;

2 пост – двухполосное среднеинтенсивное движение;

3 пост – четырехполосное интенсивное движение;

4 пост – шестиполосное высокоинтенсивное движение.

Контроль – лесной массив в 30 км от Краснодара.

Отбор листьев проводился методом средней пробы. С каждого дерева отбиралось не менее 500 граммов смешанной пробы листьев. Содержание металлов в листьях изучалось на 68 деревьях вышеуказанных пород, в разные дни недели. В 2014 году проанализировано 136 проб фитомассы.

В проведенных исследованиях определялось содержание тяжелых металлов (кадмия, свинца, цинка, меди, никеля, кобальта, хрома, ртути, железа) в золе листьев, т.е. количество токсикантов, поглощенных тканями. Результаты проведенных исследований обработаны методами математической статистики: были вычислены медианы значений концентрации по местам отбора проб, средние значения, доверительный интервал и стандартные отклонения.

### Результаты и обсуждение

Результаты определения металлов в фитомассе приведены в таблице 2.

Таблица 2

#### Содержание тяжелых металлов в фитомассе, мг/кг

Металл	Номер поста				Контроль
	1	2	3	4	
Pb	8,9±0,18	9,8±0,29	10,7±0,31	12,1±0,40	0,9±0,05
Fe	87,1±2,03	95,1±2,86	63,4±1,94	72,6±2,20	56,8±1,38
Cr	0,2±0,01	0,3±0,01	0,2±0,01	0,4±0,02	0,2±0,01
Cu	0,7±0,03	0,8±0,04	0,6±0,04	0,8±0,05	0,2±0,01
Hg	0,03±0,01	– *	0,02±0,01	0,02±0,01	–*
Cd	0,4±0,02	0,4±0,02	0,5±0,02	0,7±0,03	0,2±0,02
Ni	0,04±0,01	0,04±0,01	0,05±0,02	0,05±0,02	0,04±0,01
Sr	20,5±0,71	19,3±0,62	24,7±0,68	26,8±0,75	48,5±0,54
Zn	1,2±0,05	1,5±0,04	1,6±0,06	0,7±0,04	1,2±0,05
Co	1,3±0,06	1,2±0,05	1,4±0,04	0,5±0,03	1,3±0,04

\* следы или ниже предела обнаружения

Накопление элементов в растениях обусловлено составом атмосферного воздуха, воды и почвы. При этом биохимическое строение региона города (почва, вода) практически неизменны в пределах городской черты.

Различия в количественном соотношении металлов в листьях обусловлены, главным образом, разным содержанием вредных примесей в воздухе в зависимости от места отбора пробы. Фоновым значением можно признать содержание металлов в контрольной пробе, исключающей влияние антропогенных факторов.

Полученные данные свидетельствуют о значительном превышении по сравнению с контролем содержания таких металлов, как свинец, железо, кадмий, медь во всех образцах; хром и цинк – на трех постах из четырех.

Обращает на себя внимание повышение содержания кадмия по сравнению с данными предыдущих лет. Очевидно, это связано с попаданием кадмия в атмосферу от трущихся кадмированных деталей автомобилей [9].

Незначительные количества ртути обнаружены на трех постах; ранее ртуть в фитомассе не была обнаружена.

Сопоставляя полученные результаты с интенсивностью движения автотранспорта, прослеживаются следующие тенденции: отмечается однонаправленное нарастание содержания железа, свинца и цинка по мере увеличения интенсивности движения. По остальным металлам отличия носят не однонаправленный характер. Наименьшее содержание металлов отмечается на улице с умеренным движением (пост 1), однако даже в этом случае железо, свинец и кадмий достоверно превышают контроль. Все показатели увеличиваются на улицах с интенсивным и высокоинтенсивным движением (пост 3,4). В динамике металлоаккумулирующие свойства фитомассы исследовались в конце периода вегетации.

В 2014 году по инициативе администрации города была произведена замена деревьев на некоторых центральных улицах: выкорчевали вполне здоровые липы, березы и клены и высадили саженцы канадского клены (очевидно, за его красивую красно-зеленую листву).

Нами проведено сравнительное исследование поглотительной способности фитомассы различных пород деревьев по отношению к тяжелым металлам (таблица 3).

Таблица 3

**Содержание металлов-токсикантов в фитомассе, мг/кг**

Порода деревьев	Металл		
	свинец	железо	цинк
Липа	10,1±0,31	98,2±2,68	1,6±0,06
Береза	9,7±0,28	97,4±3,02	1,5±0,05
Клен	9,4±0,30	89,6±2,56	1,4±0,04
Платан	9,9±0,28	95,3±3,17	1,5±0,05
Клен канадский	9,8±0,29	95,1±2,86	1,5±0,05
Среднее значение	6,9±0,25	81,0±2,75	1,3±0,04
Средние значения по данным 2012 г.	9,5	97,5	1,5

Сравнение аккумулирующей способности фитомассы отечественных деревьев с аналогичными показателями канадского клена выявило более низкую эффективность последнего по отношению к тяжелым металлам-токсикантам свинцу и железу (на 14,3% и 17,4% соответственно). Считая очистительную функцию зеленых насаждений превалирующей по отношению к их декоративной функции, можно сделать вывод о неэффективности произведенной замены отечественных насаждений на импортные.



Ранее нами проводились аналогичные исследования, итоговые результаты которых приведены в нижней строке таблицы 3. Некоторая положительная динамика наблюдается по содержанию железа (снижение на 2,5%), однако содержание свинца возросло на 3,2%. Характерно, что содержание цинка осталось практически неизменным.

Таблица 4

#### Сравнение содержания свинца и статистических данных

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Содержание свинца, мг/кг	8,9	9,3	9,4	9,5	9,7	9,8
Средняя численность постоянного населения, тыс. жителей	713,1	734,9	745,0	759,8	784,0	807,2
Число единиц транспортных средств, тыс. единиц	268,5	-*	305,9	326,4	-*	373,8

\* данные не найдены

В таблице 4 приведены итоги шестилетнего мониторинга накопления ТМ в атмосфере Краснодара на примере одного из них в сравнении со статистическими данными (см. табл. 1).. Содержание свинца за этот период увеличилось на 10,1%, численность населения – на 13,1%, число транспортных средств – на 39,2%. Как видно из сопоставления данных таблицы 4, накопление вредных примесей в атмосфере города хорошо коррелирует с числом его жителей и количеством автотранспорта, что подтверждает факт антропогенного влияния на ухудшение экологической обстановки. Практически линейная динамика содержания свинца позволяет экстраполировать полученные данные до 2020 года. Результаты <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/047.pdf>

получены неутешительные: при сохранении существующей динамики содержание свинца в фитомассе (и, соответственно, в воздухе) увеличится до 11 мг/кг или на 23,6%.

Роль зеленых насаждений в сохранении экологического благополучия мегаполисов неопределима. Деревья не только обогащают воздух городов кислородом, но и активно аккумулируют вредные вещества из него.

Практикуемое ранее сжигание опадающих листьев гигиенически неоправданно, ибо при сжигании одной тонны растительных остатков в воздух возвращается более 9 кг токсичных веществ, ранее поглощенных растениями: тяжелые металлы, монооксид углерода, оксиды азота и серы. При горении листьев образуются также бенз-а-пирен и диоксины – сильнейшие канцерогены и токсиканты. Поэтому введение не столь давно в ряде регионов Законов о запрете сжигания растительных остатков (Краснодарский край – 2003 г.) можно приветствовать как меру сохранения экологического равновесия [10].

Одним из способов утилизации опавших листьев является способ биологической деструкции листьев в анаэробных условиях. Данный способ утилизации является экологически и экономически выгодным, поскольку биогаз, образующийся в процессе метанового брожения, можно использовать в качестве альтернативного источника энергии, а сброженную биомассу – как биологически ценное удобрение для почвы.

Нами проведены исследования по моделированию этого процесса. Биогаз образуется при разложении органических компонентов листьев в результате анаэробного микробиологического процесса – метанового брожения. Основным компонентом биогаза является  $\text{CH}_4$ , а также примеси углекислого газа, сероводорода и других газов [11].

Процесс проводили в герметичной емкости объемом пять литров, в которую загружали биомассу – опавшие листья, подвергнутые предварительной обработке (измельчение и заливка горячей водой). Для

сбраживания применяли анаэробный активный ил, полученный из метатенков станции аэрации.

Образующийся биогаз с помощью шланга подавали в газгольдер, его объем фиксировали по объему вытесненной воды с помощью мерного цилиндра. Состав биогаза определяли методом газовой хроматографии, взвешенные вещества – гравиметрическим способом. Содержание аммонийного азота определяли по методу Кьельдаля.

Особенно важным при осуществлении процесса сбраживания является создание оптимальных технологических условий в реакторе – температуры, анаэробных условий, достаточной концентрации питательных веществ, допустимого значения рН, отсутствия или низкой концентрации токсичных веществ.

Процесс проводили при комнатной температуре в течение семи суток в периодическом режиме. Контролировали следующие основные показатели: объем биогаза, содержание метана и аммонийного азота, взвешенные вещества и кислотность среды.

В процессе эксплуатации биореакторов необходимо постоянно осуществлять контроль за показателем рН, оптимальное значение которого находится в пределах 6,0 – 6,5. Снижение показателя рН свидетельствует о «закисания» среды, что является нарушением процесса метановой ферментации.

Полученные данные приведены в таблице 5. Приведены средние результаты из четырех последовательных опытов.

Таблицы 5

**Зависимость состава биогаза от времени процесса**

<b>Время брожения, суток</b>	<b>Объем биогаза, л</b>	<b>Содержание метана, % об.</b>	<b>Содержание азота, мг/л</b>	<b>Взвешенные вещества, мг/л</b>	<b>pH</b>
0	–	–	5,3±0,4	295±18	5,9
1	2,1±0,3	74,3±2,6	5,8±0,5	318±16	5,9
2	2,6±0,2	76,0±1,9	6,7±0,4	281±14	6,0
3	2,8±0,2	76,8±2,3	7,0±0,3	276±19	5,8
4	2,4±0,1	75,2±0,9	8,1±0,4	215±16	6,1
5	1,8±0,2	75,6±1,5	8,7±0,5	183±15	6,4
6	0,9±0,1	74,8±1,8	9,3±0,3	190±12	6,5
7	0,4±0,1	73,2±1,4	9,8±0,2	179±9	6,5

Результаты опытов свидетельствуют о принципиальной возможности получения биогаза с содержанием метана более 70% объемных при минимальных затратах. В периодическом режиме оптимальным сроком брожения является 6 – 7 суток, после чего выход биогаза резко снижается. В результате брожения из органической массы образуется шлам, который является чрезвычайно ценным удобрением, содержит в себе большое количество биологически активных веществ, в том числе витаминов группы В, макро- и микроэлементов [12].

**Заключение**

Проведенный нами мониторинг экологической обстановки в мегаполисе подтвердил тенденцию превращения среды обитания в среду выживания.

Прогресс остановить нельзя, поэтому количество автомобилей на улицах наших городов в обозримом будущем будет увеличиваться. Для

сохранения чистоты воздуха и здоровья горожан необходимо совершенствовать конструкцию автомобилей, качество топлива, схему движения транспорта, а главное – использовать для защиты окружающей среды силы самой природы, то есть зеленые насаждения.

Острота проблемы требует поиска новых эффективных решений, обладающих инвестиционной привлекательностью, создания перехватывающих парковок на въезде в краевой центр, проработки маршрутов общественного транспорта для перевозки населения в центральную часть города [13]. Увеличивается число маршрутов экологически чистого электротранспорта, рассматривается вопрос о строительстве метро.

Учитывая остроту проблемы экологии мегаполиса, наши исследования в этом направлении будут продолжены и в будущем.

### **Выводы**

1. Проведен анализ экологической обстановки в городе Краснодаре по содержанию тяжелых металлов в его атмосфере.

2. Установлено, что динамика накопления тяжелых металлов в атмосфере города хорошо коррелирует с численностью населения, интенсивностью движения автомобильного транспорта и имеет устойчивую тенденцию к увеличению содержания этих токсичных веществ.

3. Предложен способ утилизации биомассы опавших листьев методом их биологической деструкции в анаэробных условиях, при котором образуется биогаз с содержанием метана до 70% и шлам – ценное органическое удобрение.

### **Литература**

1. Киотский протокол к рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.:ООН, 1998.
2. Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию.:ООН, 1992.
3. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. М.: Экосинформ, 1996, 12 с.

4. Global Environment Outlook.3. Past, present and future perspective. Earthscan Publication Ltd, London, 2002.
5. Ткаченко А.В., Аслонянц А.М., Дробышева О.М. Экология мегаполиса. VII Международная НПК «Научное творчество XXI века, Красноярск, 2013, с.370-373.
6. Ткаченко А.В., Клони́на Н.В. Охрана окружающей среды: Воздух, которым мы дышим. VII Всероссийский конкурс «Национальное достояние России», М.; 2012, с. 1072-1073.
7. Ткаченко А.В., Обухова Н.А., Захарова М.В. Тяжелые металлы в экосистеме г. Краснодара. 39 НПК ЮФО, Краснодар, 2012, с.183-184.
8. Ткаченко А.В., Клони́на Н.В. Мониторинг урбоэкологии г. Краснодара. IX НПК Юга России «Медицинская наука и здравоохранение», Краснодар, 2011, с. 138-141.
9. Радько В.Д. Экологические проблемы г. Владивостока // Информ.сборник «Экология городов», №5, М., 1995, с.64-66.
10. Закон Краснодарского края от 23.09.2003 № 608 КЗ.
11. Эфендиев А.М., Кожевников А.А., Седов В.С. Принципы создания типоразмеров БГУ и возможности оптимизации их параметров.//энергосбережения в Саратовской области 2005, №3, с. 9-25.
12. Заборский А.В., Соуфера Б.С. Биомасса как источник энергии.-М.: Мир, 1985 – 368 с.
13. Пармухин И.П., Нади́рян С.Л., Папазы́ян М.В. О развитии парковочного комплекса г. Краснодара.- Научные труды КубГТУ, №2, 2014.

#### References

1. Kiotskij protokol k ramochnoj konvencii Organizacii Ob#edinennyh Nacij ob izmenenii klimata.:OON, 1998.
2. Deklaracija Rio-de-Zhanejro po okružhajushhej srede i razvitiju.:OON, 1992.
3. Koncepcija perehoda Rossijskoj Federacii k ustojchivomu razvitiju. M.: Jekosinform, 1996, 12 s.
4. Global Environment Outlook.3. Past, present and future perspective. Earthscan Publication Ltd, London, 2002.
5. Tkachenko A.V., Aslonjanc A.M., Drobysheva O.M. Jekologija megapolisa. VII Mezhdunarodnaja NPK «Nauchnoe tvorchestvo XXI veka, Krasnojarsk, 2013, s.370-373.
6. Tkachenko A.V., Klonina N.V. Ohrana okružhajushhej srede: Vozduh, kotorym my dyshim. VII Vserossijskij konkurs «Nacional'noe dostojanie Rossii», M.; 2012, s. 1072-1073.
7. Tkachenko A.V., Obuhova N.A., Zaharova M.V. Tjzhelye metally v jekosisteme g. Krasnodara. 39 NPK JuFO, Krasnodar, 2012, s.183-184.
8. Tkachenko A.V., Klonina N.V. Monitoring urbojekologii g. Krasnodara. IX NPK Juga Rossii «Medicinskaja nauka i zdravooхранение», Krasnodar, 2011, s. 138-141.
9. Rad'ko V.D. Jekologicheskie problemy g. Vladivostoka // Inform.sbornik «Jekologija gorodov», №5, М., 1995, s.64-66.
10. Zakon Krasnodarskogo kraja ot 23.09.2003 № 608 KZ.
11. Jefendiev A.M., Kozhevnikov A.A., Sedov V.S. Principy sozdaniya tiporazmerov BGU i vozmozhnosti optimizacii ih parametrov.//jenergoberezhenija v Saratovskoj oblasti 2005, №3, s. 9-25.
12. Zaborskij A.V., Soufera B.S. Biomassa kak istochnik jenergii.-М.: Mir, 1985 – 368 s.
13. Parmuhin I.P., Nadirjan S.L., Papaz'jan M.V. O razvitii parkovochnogo kompleksa g. Krasnodara.- Nauchnye trudy KubGTU, №2, 2014.