

УДК 581.5(470.324)

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

ДЬЯКОВА Нина Алексеевна,

кандидат биологических наук, ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии,

КУКУЕВА Лариса Львовна,

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фармации последипломного образования

ГАПОНОВ Сергей Петрович,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и паразитологии

СЛИВКИН Алексей Иванович,

доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии
Воронежский государственный университет

АННОТАЦИЯ. Изучены особенности накопления биологически активных веществ в траве горца птичьего и листьях подорожника большого, собранных в различных с экологической точки зрения территориях города Воронежа и его окрестностей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: горец птичий, подорожник большой, флавоноиды, водорастворимые полисахариды, тяжелые металлы.

DIKOVA N. A.,

Cand. Biolog. Sci., Assistant, Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology

KUKUEVA L. L.,

Cand. Phys.-Math. Sci., Docent, Department of Pharmacy of Postgraduate Education

GAPONOV S. P. ,

Dr. Biolog. Sci., Prof., Head of the Department of Zoology and Parasitology

SLIVKIN Al. Y.,

Dr. Pharm. Sci., Prof, Head of department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology

Voronezh State University

INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC LOAD ON THE BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS CONTENT IN MEDICINAL VEGETABLE RAW MATERIALS OF THE VORONEZH CITY AND ITS SUBURBS

ABSTRACT. Accumulation peculiarities of biologically active compounds in the grass of *Polygonum aviculare* and leaves of *Plantago major*, collected in various environments of the Voronezh city and its surroundings, are investigated.

KEY WORDS: *Polygonum aviculare*, *Plantago major*, flavonoids, water-soluble polysaccharides, heavy metal.

В медицинской практике России используется свыше 6,5 тысяч лекарственных средств, производимых из лекарственного растительного сырья. Все возрастающий интерес к фитопрепаратам обусловлен тем, что в случае рационального применения они сочетают в себе хороший терапевтический эффект с относительной безвредностью. Вследствие роста города Воронежа, резкого увеличения количества автотранспорта, расширения производственных площадей, вероятность сбора лекарственного растительного сырья населением вблизи источников выброса поллютантов существенно возрастает [1]. В связи с этим с практической точки зрения необходимо выяснить влияние антропогенного загрязнения на химический состав лекарственных растений в городе Воронеже и его окрестностях.

В качестве объектов исследования было удобно и целесообразно в практическом смысле использовать такие лекарственные растения, как *Polygonum aviculare* L. (горец птичий) и *Plantago major* L. (подорожник большой). Оба вида в ботаническом, фитохимическом, фармакологическом, экологическом планах изучены весьма полно. Это характерные представители естественных растительных сообществ, так и урбанофлоры. Сбор листьев подорожника большого и травы горца птичьего осуществляется преимущественно от дикорастущих растений, которые испытывают на себе влияние всего многообразия экологических факторов, в том числе и техногенного загрязнения.

Для отбора образцов верхних слоев почв и лекарственного растительного сырья были выбраны десять территорий в городе Воронеже и его окрестностях. Выбор исследуемых районов обусловлен характером специфического антропогенного воздействия на него: химическое предприятие ОАО «Воронежсинтезкаучук», теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) «ВОГРЭС», Нововоронежская атомная электростанция (АЭС), железнодорожные пути сообщения, аэропорт «Чертовицкое», трасса М4, улица города (ул. Димитрова), высоковольтные линии электропередач (ВЛЭ), водохранилище города и в качестве сравнения – заповедная зона (Воронежский биосферный заповедник).

Для изучения динамики накопления поллютантов и биологически активных веществ были также отобраны образцы лекарственного растительного сырья в различные фенологические фазы исследуемых растений. Сбор материала проводили с середины мая до середины августа (с интервалом в один месяц) на трех анализируемых территориях, различных с экологической точки зрения: заповедная зона (экологически чистая территория, выбранная в качестве контроля), улица города (территория, подвергающаяся умеренному антропогенному воздействию), трасса М4 (территория, подвергающаяся сильному антропогенному воздействию). Для изучения изменений содержания поллютантов и биологически активных веществ были рассмотрены результаты анализов для образцов, заготавливаемых в течение трех лет.

Валовое содержание тяжелых металлов в верхних горизонтах почв и в лекарственных растениях определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «ААС Квант-2А» по стандартным методикам [2]. Определение количественного содержания флавоноидов в пересчете на авикулярин проводили методом спектрофотометрии на спектрофотометре Hitachi U-1900 при длине волны 410 ± 2 нм по методике Государственной Фармакопеи XI издания (ГФХИ). Определение содержания водорастворимых полисахаридов (ВРПС) в листьях подорожника большого проводили по модифицированной гравиметрической методике [3].

Полученные результаты количественного анализа травы горца птичьего из разных мест заготовки показывают, что в отобранных образцах содержание суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин колеблется в диапазоне от 0,54 % до 1,81 % (рис. 1). Ввиду того, что для лекарственного растительного сырья горца птичьего, собранного в экологически чистых районах и даже в районах, подвергшихся антропогенному воздействию, показатель количественного содержания действующих веществ значительно превышает установленный нормативной документацией, целесообразно изменить числовой показатель «суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин не менее 0,5 %» на «суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин и абсолютно сухое сырье не менее 1,0 %». Это позволит повысить эффективность и безопасность на стадии контроля качества поступившего лекарственного растительного сырья и избежать реализации населению растений, собранных в экологически неблагоприятных районах.

Анализ зависимости содержания суммы флавоноидов от загрязнения лекарственных растений тяжелыми металлами с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена показал ингибирующее влияние всех рассматриваемых элементов на биосинтетические процессы (табл. 1).

Наиболее тесная корреляционная зависимость продукции флавоноидов в траве горца птичьего наблюдалась с такими металлами, как медь, кадмий и цинк: чем выше их концентрация в растении, тем меньше обнаружено авикулярина.

Изучение динамики накопления суммы флавоноидов в траве горца птичьего показало, что сырье, собранное в заповедной зоне и на улице города, соответствует существующим требованиям нормативной документации по количественному содержанию действующих веществ в течение всего изучаемого периода произрастания, а сырье, собранное вдоль автомобильной трассы, становится неудовлетворительным по данному параметру лишь к фазе плодоношения (рис. 2).

В горце птичьем, собранном в заповедной зоне, наблюдается постепенное увеличение содержания суммы флавоноидов от периода бутонизации до цветения, а максимальное содержание действующих веществ отмечается в период цветения (что полностью соответствует рекомендациям заготовки травы горца птичьего),

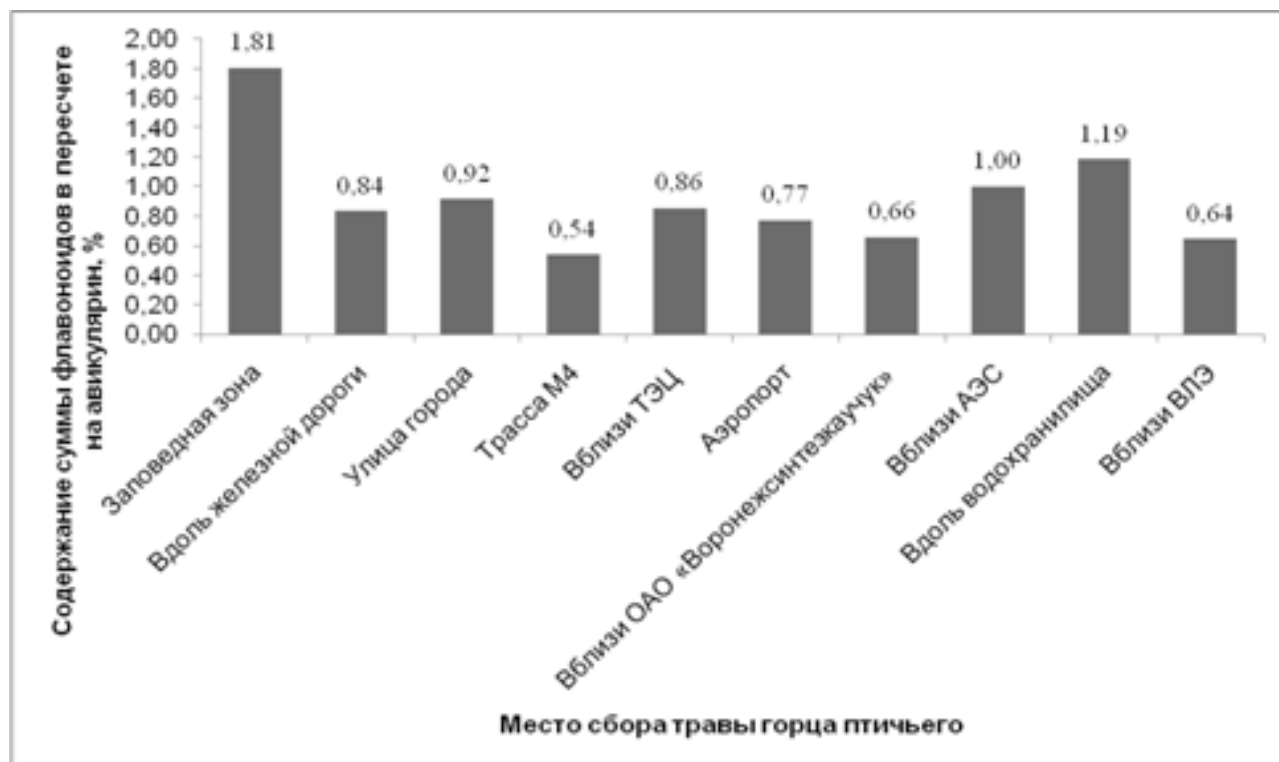


Рис. 1. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин в отобранных образцах травы горца птичьего

после чего происходит уменьшение содержания суммы флавоноидов. В сырье, отбираемом с территорий, испытывающих антропогенную нагрузку, максимальное количество биологически активных веществ отмечено в период начала цветения, после чего регистрировалось снижение содержания суммы флавоноидов. Наиболее интенсивное снижение темпов прироста суммы флавоноидов в изучаемых образцах наблюдается в сырье, собранном вдоль автомобильной трассы, о чем свидетельствуют рассчитанные отрицательные значения среднего прироста их содержания.

Колебания содержания суммы флавоноидов в траве горца птичьего, заготавливаемого в разные годы, в среднем не превышают $\pm 5\%$, что позволяет судить об устойчивости изучаемых биотопов. Выделяются лишь образцы, собранные вдоль автомобильной трассы, изменения содержания флавоноидов которых четко отрицательны, что строго коррелирует с изменением содержания токсичных элементов.

Полученные результаты количественного анализа биологически активных веществ в листьях подорожника большого показывают, что в отобранных образцах содержание ВРПС колеблется

в диапазоне от 12,34 % до 24,05 %, т. е. все образцы листьев подорожника большого удовлетворяют требованиям ГФ XI (рис. 3).

Максимальное количество действующих веществ накопилось в лекарственном растительном сырье, собранном в заповедной зоне, вдоль правого берега Воронежского водохранилища (более 20 %). Минимальное количество ВРПС в листьях подорожника большого обнаружено в образцах, произрастающих вдоль автомобильной трассы, вблизи аэропорта (менее 14 %), а также вдоль высоковольтных линий электропередач, на улице города, вдоль железнодорожных путей (менее 18 %), то есть на территориях, подверженных сильному антропогенному воздействию. Поэтому рациональным является рассмотрение вопроса об изменении установленного ранее числового показателя листьев подорожника большого «полисахаридов не менее 12 %» на «полисахаридов не менее 20 % в пересчете на абсолютно сухое сырье».

Рассчитанные коэффициенты корреляции между содержанием тяжелых металлов и ВРПС в листьях подорожника большого для восьми из девяти элементов отрицательны, что говорит об угнетении тяжелыми металлами синтеза ВРПС

Таблица 1.

Коэффициенты ранговой корреляции содержания тяжелых металлов и флавоноидов в пересчете на авикулярин в траве горца птичьего

Металл	Pb	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Co	As
Коэффициент Спирмена	-0,44	-0,34	-0,53	-0,64	-0,42	-0,19	-0,59	-0,31	-0,20

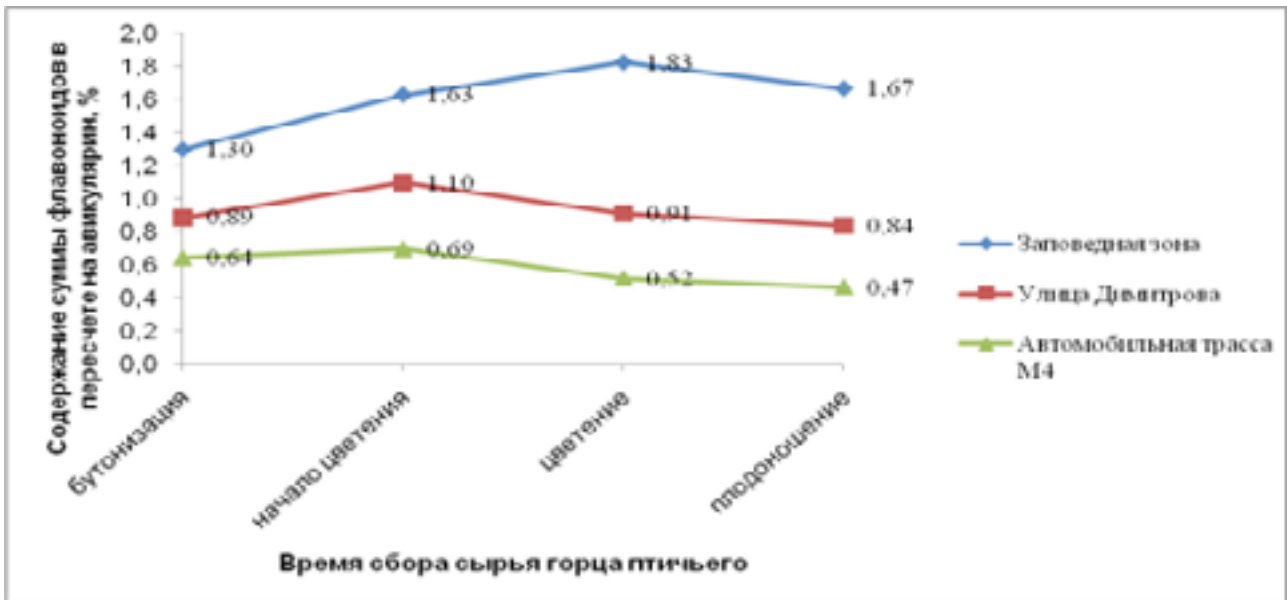


Рис. 2. Динамика изменения содержания суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин в траве горца птичьего в различные фенологические фазы

(табл. 2). Наиболее сильное угнетающее действие на биосинтез полисахаридов отмечено для хрома, никеля и мышьяка.

Изучение динамики накопления действующих веществ в листьях подорожника большого дало результаты, аналогичные полученным для травы горца птичьего: для сырья, собранного в заповедной зоне, наблюдается постепенное увеличение содержания ВРПС от периода бутонизации до цветения, максимальное содержание наблюдается в период цветения, после чего происходит уменьшение содержания ВРПС, а для сырья, отбираемого с территорий, испытывающих антропогенную нагрузку, максимальное количество ВРПС содержится в листьях в период начала цветения, после чего отмечается некоторое снижение концентрации действующего вещества (рис. 4). Наиболее интенсивное снижение темпов прироста содержания ВРПС

в изучаемых образцах наблюдается для сырья, собранного вдоль автомобильной трассы, о чем свидетельствуют отрицательные значения среднего прироста их содержания. Кроме того, в фазе плодоношения эти листья перестают удовлетворять требованиям нормативной документации по численному содержанию действующих веществ. Объяснить это можно двумя причинами. Во-первых, в процессе произрастания происходит постепенное накопление тяжелых металлов, тормозящих биосинтетические процессы в растительном организме, а накопленные к тому моменту органические вещества используются растением на обеспечение собственных физиологических потребностей. Во-вторых, для растений, испытывающих антропогенную нагрузку, раньше, чем для сырья из заповедной зоны, наблюдаются процессы увядания, также стимулируемые поллютантами.

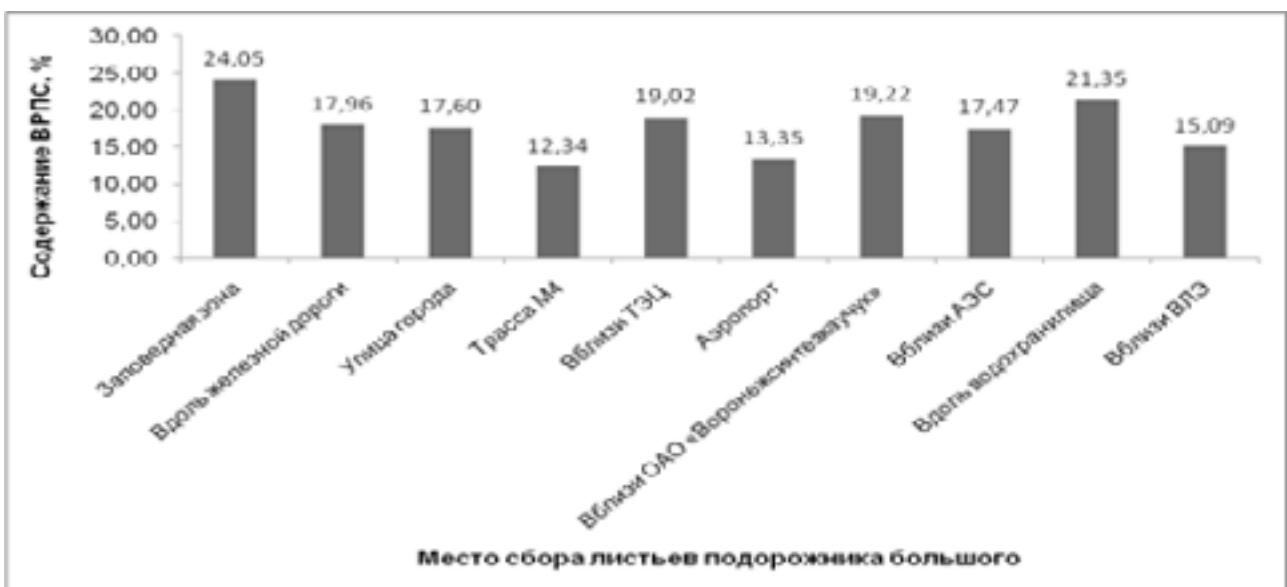


Рис. 3. Содержание ВРПС в образцах листьев подорожника большого

Таблица 2.

Коэффициенты ранговой корреляции содержания тяжелых металлов и ВРПС в листьях подорожника большого

Металл	Pb	Hg	Zn	Cu	Cr	Ni	Cd	Co	As
Коэффициент Спирмена	-0,38	-0,08	0,03	-0,18	-0,62	-0,55	-0,32	-0,43	-0,55

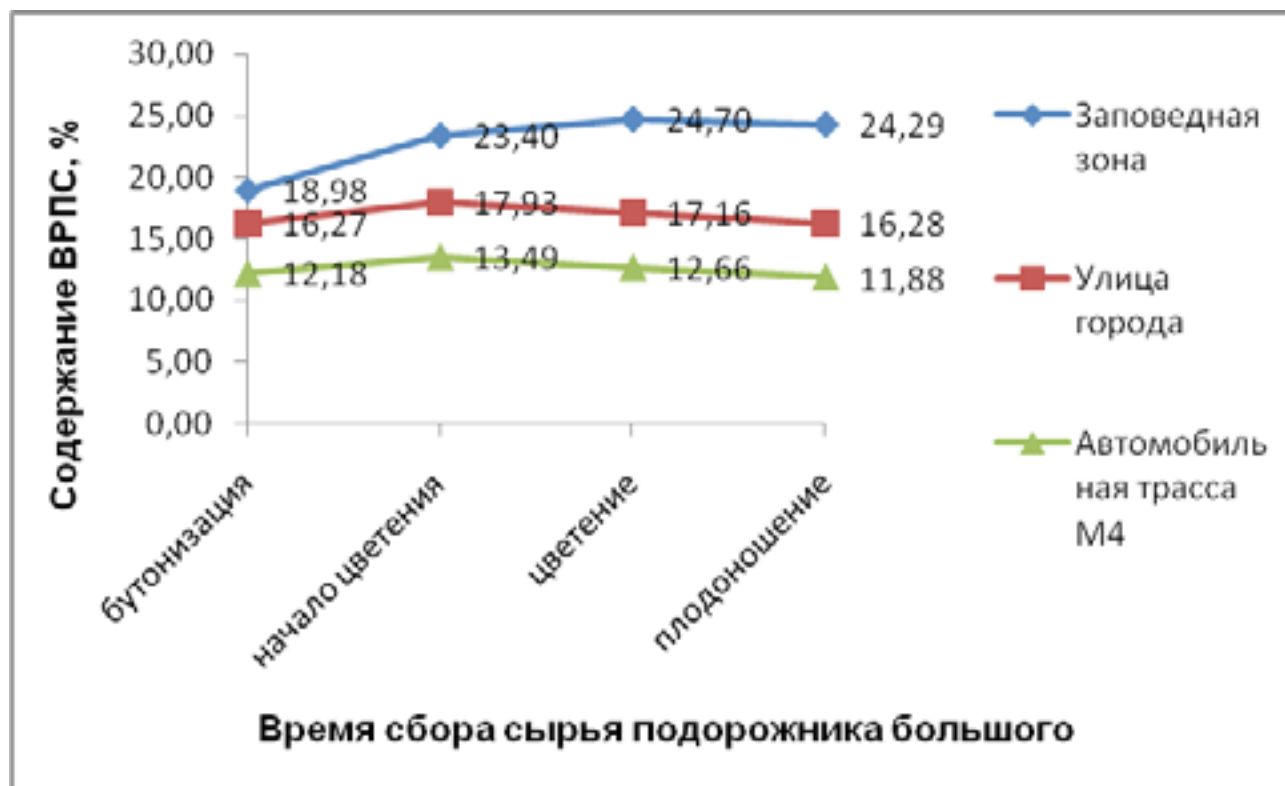


Рис. 4. Динамика изменения содержания ВРПС в листьях подорожника большого в различные фенологические фазы

При изучении изменений содержания ВРПС в листьях подорожника большого, заготавливаемого в разные годы, получены результаты, укладываемые в диапазон $\pm 2\%$, хотя соответствующие расчеты изменений содержания тяжелых металлов показывали более значительные при-

росты концентраций в лекарственном растительном сырье токсичных элементов, особенно растений такого места сбора, как автомобильная трасса. Это указывает на экологическую приспособленность подорожника большого к антропогенному воздействию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Великанова, Н.А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *Polygonumtaiculare* L. и *Plantago*major L.) в урбоусловиях города Воронежа и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Великанова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2013. – 21 с.
2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. - Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Изд-во ЦИНАО, 1992. – 62 с.
3. Великанова Н.А. Усовершенствование методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в листьях подорожника большого / Н.А. Великанова [и др.] // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Материалы 5-й Международной научно-методической конференции «Фармобразование-2013», Воронеж, 16-18 апреля 2013 г. – Воронеж, 2013. - С. 216-220.