

На правах рукописи

БУХЕНКО Юлия Александровна

КОМПЛЕКСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ И  
РАСТИТЕЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК В ЦЕЛЯХ ФИТОИНДИКАЦИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В МАЛОМ ГОРОДЕ  
(на примере г. Балашова)

03.00.16- Экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Самара - 2007

Работа выполнена в Балашовском филиале Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского

Научный руководитель: кандидат биологических наук,  
доцент Золотухин Афанасий Иванович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Кавеленова Людмила Михайловна

кандидат биологических наук, профессор  
Устинова Алина Алексеевна

Ведущая организация: Институт экологии Волжского  
бассейна РАН

Защита диссертации состоится «20» февраля 2007 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета К 212.218.02 при государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный университет» по адресу: 443011, г. Самара, ул. Академика Павлова, 1

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ГОУ ВПО «Самарский государственный университет».

Автореферат разослан «17» января 2007 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета, д.б.н., доцент

О.А. Ведясова

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** Экологическая обстановка малых городов (на примере г. Балашова) остается неблагоприятной из-за износа технологического, очистного оборудования, аварий, бурного роста численности автомобилей, накопления отходов производства и др. Недостаточен полноценный оперативный социально-гигиенический мониторинг. В этих условиях целесообразно проводить оценку состояния окружающей природной среды всеми доступными методами.

Перспективной является фитоиндикация, которая ускоряет и облегчает обычные методы физико-химических исследований загрязнений. Растения чувствительны ко всему комплексу неблагоприятных условий среды. По фитоиндикации накоплен большой научный материал и разработаны различные методы ее проведения (Б.В. Виноградов, С.В. Викторов, Л.Г. Раменский, Д.Н. Цыганов, Н.М. Матвеев, Л.М. Кавеленова, Н.В. Прохорова). Вместе с тем, недостаточно изучены реакции отдельных видов растений и фитоценозов на антропогенный стресс в условиях малых городов, что и определило актуальность темы диссертационной работы.

**Связь темы диссертации с плановыми исследованиями.** Работа выполнялась в соответствии с плановой тематикой кафедры биологии и экологии Балашовского филиала Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского «Структура, состояние и охрана экосистем Прихоперь» в период с 2001 по 2006 гг.

### **Цель и задачи исследований.**

Цель проведенного исследования заключалась в комплексной оценке растений и растительных группировок как объектов фитоиндикации экологической среды в малом городе.

### **Задачи исследования включали:**

1. Определение содержания тяжелых металлов в почвенных образцах, фитомассе мхов и высших растений при разной степени антропогенной нагрузки.

2. Исследование репродуктивной способности *Acer negundo* L., *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' и *Betula pendula* Roth по количеству цветов на модельных ветвях, длине соцветий и фертильности пыльцы в зависимости от степени загрязнения окружающей среды.

3. Изучение динамики морфометрических показателей древесных растений (размеры почек, флукутирующая асимметрия листьев) при разной интенсивности воздействия урбанизированной среды.

4. Исследование изменения частот встречаемости фенотипов *Trifolium repens* L. в г. Балашове и его рекреационной зоне.

5. Оценка состояния окружающей среды по изменению синантропной флоры в пределах г. Балашова и его рекреационной зоны.

**Научная новизна.** Впервые для малого города (Балашова) и его рекреационной зоны определено содержание тяжелых металлов в образцах почв, листьев *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' и талломов мха *Bryum capillare* Hedw., которые в 1,5-2,5 раза превышают фоновые значения. Установлено

уменьшение количества и размеров соцветий *Acer negundo* L., *S. alba* f. '*Vitellina pendula*' и *Betula pendula* Roth в среднем на 20...30% и незначительное увеличение доли стерильных пыльцевых зерен *B. pendula* Roth при усилении антропогенной нагрузки. Разработана шкала для оценки уровня антропогенного прессинга по числу соцветий *S. alba* f. '*Vitellina pendula*'. Обнаружено увеличение размеров почек *Aesculus hippocastanum* L., *Syringa vulgaris* L., *Sorbus aucuparia* L. на 20...30% в загрязненных местообитаниях. В условиях урбанизированной среды максимальное значение флуктуирующей асимметрии листьев *B. pendula* Roth. отмечено по признаку «расстояние между основаниями первой и второй жилки». На участках с выраженной антропогенной нагрузкой и загрязненной тяжелыми металлами почвой формируются сорно-рудеральные фитоценозы с редуцированным видовым составом, преобладанием однолетних и корневишных растений и значительной долей адвентивных видов. Они находятся на начальных стадиях восстановительных сукцессий. Установленная реакция отдельных растений, их органов и растительных сообществ может быть использована для фитоиндикации экологических условий малого города.

**Достоверность результатов.** Достоверность полученных в работе результатов и выводов подтверждается обширным материалом, собранным в результате исследований, использованием современных методов в области биологии и экологии, а также математическим анализом результатов исследований с применением компьютерной программы Microsoft Excel.

**Практическая значимость.** Полученная информация может быть использована природоохранными организациями для разработки мероприятий, направленных на нейтрализацию отрицательного антропогенного прессинга и восстановление нарушенных экосистем, а также при изучении дисциплин экологической направленности. Изученные параметры изменения растений и растительных сообществ можно использовать для организации мониторинга состояния окружающей природной среды малого города.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научных конференциях молодых ученых в 2003 – 2006 гг.: «Актуальные проблемы науки и образования» (Балашов, 2003, 2004, 2005), межвузовской конференции «Структура, состояние и охрана экосистем Прихоперьи» (Балашов, 2003, 2006), международных научно-практических конференциях «Состояние биосферы и здоровье людей» (Пенза, 2003) и «Актуальные проблемы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства» (Пенза, 2004), международном студенческом форуме «Образование. Наука. Производство» (Белгород, 2004).

**Декларация личного участия автора.** Настоящая диссертационная работа является результатом комплексных исследований, выполненных лично автором в 2001 – 2006 гг. Автором диссертации проведена закладка опытов, сбор, обработка и анализ полевых и лабораторных материалов, разработаны основные теоретические положения диссертационной работы, выводы и практические рекомендации. Все опубликованные работы написаны автором или при непосредственном его участии. Доля личного участия автора в написании публикаций составляет 60-90%.

## **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Комплексный фитомониторинг показал, что в городе Балашове сформировалась неблагоприятная урбанизированная среда, что обусловлено в той или иной мере повышенным накоплением тяжелых металлов в почве и другими факторами.
2. Состояние техногенной среды в малом городе можно индцировать по динамике морфологических признаков растений (размеров почеч, асимметрии листьев, фертильности пыльцы, количеству соцветий, индексу соотношения фенов в ктевера ползучего).
3. Степень синантропизации флоры в городе Балашове зависит от интенсивности антропогенной нагрузки и может быть использо вана для комплексной оценки состояния окружающей среды малого города.
4. Наибольшие нарушения структуры отдельных растений и растительных сообществ в городе Балашове приурочены к деградированным и загрязненным местообитаниям (к обочинам дорог, промышленным зонам, замусоренным участкам, стройплощадкам и др.). Совместное исследование реакции отдельных растений и растительных сообществ повышает надежность фитоиндикации и перспективно для дальнейшей разработки.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 13 статей.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из 6 глав, основных выводов, списка литературы и приложения. Общий объем работы 210 страниц в компьютерном варианте. Работа включает 25 таблиц и 14 рисунков. В списке литературы 288 источников, в т.ч. 19 на иностранных языках. Приложение содержит 30 таблиц.

## **Содержание работы**

### **1 СОСТОЯНИЕ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ И МЕТОДЫ ЕГО МОНИТОРИНГА**

К одной из основных экологических проблем относится проблема экологической безопасности проживания населения в малых городах (Колбасов, Сидоренко, Герасимов, 1980; Реймерс, 1980; 1990; Куттугулова, 2005; Барабошкина и др., 2005). Среди множества аспектов, определяющих состояние окружающей среды, важное место занимают проблемы загрязнения атмосферного воздуха и сопредельных сред – воды и почвы (Кавеленова, 1995, 1999, 2003, 2005; Лозовая, Каверина, 2002; Лозовая, Панков, 2002; Коробкин, Передельский, 2003; Конюхов, Сергеева, Крапивко, 2003; Чернова, Былова, 2004; Лозовая, 2000, 2001, 2004; Панков, Лозовая, 2003). В зимний период основным загрязнителем атмосферы малых городов являются вещества, образующиеся при сжигании твердого топлива (Избекова, Щелчкова, 2005). Наряду с этим, почва, выполняющая важные средообразующие функции, преобразуется в специфические урбаноземы с примесью большого количества антропогенных включений (Гантимуров, Баширова, 1964; Ильин, 1991, 1995;

Агарков, Строганова, 1992; Строганова, 1997; Прохорова, Матвеев, 2004). Необходимость контроля качества окружающей среды определяется, прежде всего, компактными проживанием населения, которое испытывает весь комплекс влияний урбосреды (Гордеева и др., 2005). При проведении мониторинга состояния природной среды городов целесообразно применять наряду с физико-химическими методами и фитоиндикационные (Миркин, Розенберг, 1978; Зорина, Кабанов, 1987; Шуберт, 1988; Миркин, Розенберг, Наумова, 1989; Кавеленова, Мельникова, 1995; Кряжева, Чистякова, Захаров, 1996; Нечкина, Журков, 1997; Булохов, 1991, 1993, 1996, 2000; Миркин, Наумова, Соломещ, 2001). Растения-индикаторы суммируют комплекс воздействий окружающей среды и отражают их биологические последствия, делают необязательным применение дорогостоящих и трудоемких технологий, отражают скорость изменений, происходящих в природной среде, и дают информацию о степени вредности и биологических последствиях тех или иных воздействий для живой природы и человека. При проведении фитоиндикационных исследований необходимо анализировать специфику природно-климатических условий (Кавеленова, 2003). Однако система фитоиндикации малых городов в недостаточной степени изучена и организована. В последующих главах данной работы для условий малого города, расположенного в лесостепной зоне, г. Балашова, будут предложены результаты исследований, представляющие предварительный этап формирования фитоиндикации урбосреды.

## **2 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Город Балашов расположен в Западном регионе Саратовской области. Район проведения исследований находится в степной зоне с умеренным климатом. Средняя температура января  $-11^{\circ}\text{C}$ , а июля  $+20^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков составляет около 450 мм в год. Вегетация в среднем продолжается от 150 до 180 дней. Основным типом почв в районе исследований являются обыкновенные черноземы. Часты суховеи, засухи, что усиливает отрицательное антропогенное влияние на экосистемы.

В городе функционирует комбинаты плащевых тканей и спудяной. Швейная, обувная и мебельная фабрика, комбикормовый, авторемонтный и горчичный заводы, предприятие стройматериалов. Пищевая промышленность представлена мясоконсервным комбинатом, маслосырдельным и сахарным заводами.

## **3 ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования выполнялись в 2001-2006 гг. в различных насаждениях (парках, скверах, уличных посадках) и ближайших пригородных лесных массивах в окрестностях г. Балашова. Объектом исследования являлись естественные и антропогенные насаждения г. Балашова.

В программу исследований были включены следующие вопросы:

- изучение динамики интенсивности движения автотранспорта в пределах города Балашова и его рекреационной зоны;
- определение содержания тяжелых металлов в почве и растениях на территории города и его рекреационной зоны;
- исследование репродуктивной способности *Acer negundo* L.- клена ясенелистного, *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' - ивы белой (плакучая форма) и *Betula pendula* Roth - березы повислой по количеству цветков на модельных ветвях и длине соцветий в разных условиях антропогенного прессинга;
- оценка фертильности пыльцы *Betula pendula* Roth в зависимости от антропогенного давления;
- определение морфометрических показателей почек *Aesculus hippocastanum* L. конского каштана обыкновенного, *Syringa vulgaris* L.- сирени обыкновенной и *Sorbus aucuparia* L.- рябины обыкновенной;
- изучение биометрических показателей для листьев *Betula pendula* Roth - березы повислой;
- биоиндикация состояния антропогенно нарушенных экосистем по частотам встречаемости фенов *Trifolium repens* L. – клевера ползучего;
- определение состояния окружающей среды по изменению видового состава синантропной флоры.

#### Методы полевых исследований.

Учет движения автотранспорта проводился в периоды интенсивного роста и развития растений (май – август) с 2001 по 2005 гг. Суточная оценка интенсивности движения определялась в течение дня с 6 до 22 часов. Классы подвижного состава устанавливались в соответствии с общепринятой классификацией.

При исследовании репродуктивной способности древесных растений подсчитывали количество и длину соцветий *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' и *Betula pendula* Roth на модельной ветви длиной около 2 м, взятой из средней части кроны.

Фитоиндикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов *Trifolium repens* L. осуществлялась на 7 пробных площадях, в каждой из которых обследовано по 400 площадок общей площадью 2500 м<sup>2</sup>. При этом регистрировались фенотипы популяций.

Изучение синантропной флоры проводилось в июне – августе 2003–05 гг. на 17 пробных площадях. Анализ состава флор проводился по Б.М. Миркину (2001). Изучение биоразнообразия осуществлялось по рекомендациям А.Д. Булохова (2000). Для определения степени гетерогенности исследуемых сообществ использовался коэффициент флористического сходства Жаккара. Для изучения качества почв проведены расчеты экологических оценок местообитаний сообществ по шкалам Г. Элленберга.

## **Методы лабораторного исследования проб почвенного и растительного материала.**

Определение содержания тяжелых металлов в почвенных и растительных образцах проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии, основываясь на общепринятых методиках (ГОСТ 27548-87, ГОСТ 26657-85).

Изучение качества проб пыльцы *Betula pendula* Roth проводили в периоды, соответствующие середине цветения – 7-10 мая. Для анализа пробы мужских соцветий отбирали на высоте примерно 1,5 м по периметру кроны с 3-5 рядом стоящих деревьев, формируя суммарный образец для данного участка. Анализировали размеры и степень окрашенности пыльцевых зерен под действием метиленового синего.

Для исследования размеров почек в условиях урбанизированной среды проводились замеры длины и диаметра вегетативно-генеративных и вегетативных почек (по 50 экземпляров) у каждого из включенных в эксперимент видов на уровне около 1,5 м от поверхности почвы.

Материал для анализа флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *Betula pendula* Roth собирали с годичных побегов из нижней части кроны на высоте 1,5 м равномерно по сторонам света. Выборка включала по 10 листьев с 10 деревьев исследуемого участка. С каждого листа снимались показатели по пяти промерам с левой и правой сторон.

Собранный материал обрабатывался методом вариационной статистики с использованием компьютерных программ (Зайцев, 1984; Пузаченко, 2004).

**Объем исследований.** Заложено семь постоянных пробных площадей для учета движения автотранспорта, взятия образцов почв и растений. Обработано 450 образцов почв и 280 растений. Фитоиндикация состояния экосистем осуществлялась на 17 пробных площадках. Определен 171 вид растений, их проективное покрытие и средняя высота особей. Обработано 2800 вариационных рядов.

## **4 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ Г. БАЛАШОВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И НАКОПЛЕНИЕ ИХ В РАСТЕНИЯХ**

### **4.1 Оценка интенсивности транспортного движения**

Максимальная интенсивность движения автотранспорта в пределах города Балашова наблюдается в районе автовокзала ( $650 \pm 20$  автомобилей в час) и  $613 \pm 17$  - в районе комбината плащевых тканей (КПТ). В порядке снижения интенсивности движения следует отметить район нового моста ( $488 \pm 14$  авт./ч), «Козловки» ( $281 \pm 14$  авт./ч) и парка им. Куйбышева ( $117 \pm 6$  авт./ч). В рекреационной зоне зарегистрировано всего  $9,5 \pm 0,3$ , а в районе села «Лесное» -  $9,0 \pm 0,3$  автомашин в час. На всех пробных площадях с годами отмечен рост интенсивности движения автотранспорта.

В наибольшей степени подвержены загрязнению территория автовокзала и комбината плащевых тканей, где в час выбрасывается, соответственно,  $16,35 \pm 0,07$  -  $15,44 \pm 0,21$  литров окиси углерода,  $2,75 \pm 0,03$  -



2,64±0,04 – углеводов и 1,15±0,02 - 1,07±0,01 - диоксида азота.

В результате исследований установлено, что на долю легковых машин приходится около 86, грузовых – 10 и автобусов – 4%. Для населения города сложилась довольно напряженная экологическая обстановка, усугубляющаяся ежегодным увеличением интенсивности движения автотранспорта.

#### 4.2 Содержание тяжелых металлов в почвах, листьях *S. alba f. 'vitellina pendula'* и фитомассе *Bryum capillare Hedw*

Наиболее распространенным типом почв в районе исследований является чернозем обыкновенный. Почвы характеризуются слабощелочной реакцией и средним содержанием гумуса, что способствует активной аккумуляции тяжелых металлов (табл. 1). Содержание тяжелых металлов в почве и растениях на разных участках территории района исследований тесно связано с интенсивностью движения автотранспорта (коэффициент корреляции варьирует от 0,75 до 0,96).

Таблица 1  
Содержание тяжелых металлов в почве г. Балашова и его рекреационной зоне, мг/кг (2005 г.)

Пробные площади	Hg	Pb	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Cd
КПТ	0,03	75,7	130,0	136,0	27,5	23,0	9,3	0,44
Район нового моста	0,025	24,0	118,0	91,0	14,1	29,0	7,7	0,45
Автовокзал	0,033	87,0	105,0	200,0	29,8	28,0	8,6	0,50
Парк им. Куйбышева	0,02	32,6	108,0	53,0	12,8	18,0	8,6	0,38
Район «Козловки»	0,026	32,8	107,0	106,0	21,5	28,0	8,0	0,44
Лес за рекой Хопер	0,02	28,7	101,0	65,0	15,8	29,0	7,4	0,40
Район села «Лесное»	0,02	27,6	98,0	67,0	14,9	26,7	7,5	0,38
ПДК*	2,1	32,0	1500	110,0	23,0	35,0	50,0	5,0

\* - ПДК содержания тяжелых металлов в почве по О.А Соколову и В.А. Черникову (1999).

Содержание в почве ртути, марганца, никеля, кобальта и кадмия на всех пробных площадях ниже ПДК. Содержание цинка и меди в почве превышает ПДК на территории автовокзала и комбината плащевых тканей. Почвы города значительно загрязнены свинцом, цинком и медью. Так, например, в районе автовокзала степень загрязнения в 2,7 раза превышает ПДК по свинцу, в 1,8 - по цинку и в 1,3 раза - по меди. Относительно не загрязнены тяжелыми металлами почвы в районе села «Лесное» и в рекреационной зоне города Балашова.

Содержание тяжелых металлов в фитомассе *Bryum capillare Hedw.* Подтверждением полученных данных о содержании тяжелых металлов в почве являются проведенные нами исследования фитомассы *Bryum capillare Hedw.* Тяжелые металлы, превышающие ПДК в почве, имеют и высокую концентрацию в фитомассе мхов, что видно из таблицы 2.

Таблица 2

## Содержание тяжелых металлов в мхах, мг/кг (2005 г.)

Пробные площади	Hg	Pb	Mn	Zn	Cu	Co	Cd
КПТ	0,008	25,0	90,0	237,0	16,8	2,1	0,57
Район нового моста	0,006	22,0	80,0	169,0	9,3	1,57	0,27
Автовокзал	0,009	26,1	98,0	245,0	19,4	2,4	0,62
Парк им. Куйбышева	0,005	11,4	66,0	66,0	7,9	1,31	0,23
Район «Козловки»	0,007	14,1	45,0	144,0	8,7	1,41	0,29
Лес за рекой Хопер	0,004	5,7	32,0	32,0	6,1	0,78	0,19
Район села «Лесное»	0,003	5,4	32,5	31,0	5,4	0,7	0,2

В районе села «Лесное», а также в пределах рекреационной зоны г. Балашова и на территории парка им. Куйбышева, т. е. на территориях с минимальными нагрузками автотранспорта, зарегистрировано значительно меньшее количество свинца. Анализ результатов исследований позволяет сделать заключение о тесной положительной корреляционной связи между интенсивностью движения автотранспорта и накоплением мхами тяжелых металлов ( $r=0,58-0,99$ ).

Содержание тяжелых металлов в листьях *Salix alba f. 'Vitellina pendula'* находится в прямой зависимости от степени антропогенной нагрузки (табл. 3).

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в листьях *Salix alba f. 'Vitellina pendula'*, мг/кг (2005 г.)

Пробные площади	Hg	Pb	Mn	Zn	Cu	Co	Cd
КПТ	0,006	0,60	55,0	48,0	5,2	0,96	0,064
Район нового моста	0,005	0,57	44,2	45,0	5,1	0,78	0,061
Автовокзал	0,007	0,88	66,7	50,0	5,8	1,22	0,074
Парк им. Куйбышева	0,003	0,32	24,4	29,0	3,1	0,50	0,024
Район «Козловки»	0,004	0,45	50,4	36,0	4,1	0,86	0,054
Лес за рекой Хопер	0,003	0,24	14,8	32,0	1,9	0,34	0,017
Район села «Лесное»	0,003	0,2	14,0	31,0	1,7	0,34	0,021

Наибольшее содержание тяжелых металлов в листьях отмечено в районах с максимальным антропогенным прессингом. Это район автовокзала и КПТ.

Таким образом, почвенные и растительные образцы в районе исследований загрязнены тяжелыми металлами (Hg, Pb, Mn, Zn, Cu, Co, Cd), причем, концентрация свинца, цинка и меди в ряде случаев превышает ПДК. Между интенсивностью движения автотранспорта и содержанием тяжелых металлов выявлена тесная положительная корреляционная связь. С годами содержание тяжелых металлов в почве и растениях повышается, что негативно сказывается на экологическом состоянии городской среды и требует разработки мер природоохранного мониторинга. При этом рекомендуется помимо химических использовать и фитоиндикационные методы, основанные на морфометрических, флористических и популяционно-динамических изменениях растений.

## 5 МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТЕНИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО СТРЕССА

### 5.1 Изменения репродуктивных органов

В 2001 - 2005 гг. исследовалась репродуктивная способность *Acer negundo* L., *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' и *Betula pendula* Roth, испытывающих разную степень техногенного прессинга (табл.4).

Таблица 4  
Число цветков и размер соцветий *A. negundo* L., *S. alba* f. '*Vitellina pendula*' и *B. pendula* Roth. (2005 г.)

Пробная площадь	Вид древесных растений				
	<i>A. negundo</i> L.	<i>B. pendula</i> Roth		<i>S. alba</i> f. ' <i>Vitellina pendula</i> '	
	кол-во, шт.	кол-во,шт.	длина, см	кол-во,шт.	длина, см
КПТ	225,9±14,5	54,4±0,95	5,51±0,29	55,6±0,49	2,25±0,09
Автовокзал	179,4±7,6	60,7±0,63	6,61±0,32	54,5±0,64	2,2±0,07
Район нового моста	372,2±12,6	84,3±0,9	5,7±0,2	53,3±0,7	3,1±0,1
Район «Козловка»	253,0±14,3	88,7±0,5	6,9±0,3	85,4±0,6	3,1±0,1
Парк им. Куйбышева	635,4±15,4	102,0±0,7	6,99±0,16	66,8±0,59	3,14±0,18
Лес за рекой Хопер	634,6±18,3	129,3±0,45	7,13±0,07	97,1±0,82	3,14±0,04
Район села «Лесное»	630,0± 16,7	123,3±0,5	7,2 ±0,1	95,1±0,7	3,2±0,1

В среднем подавление цветения от степени антропогенного прессинга составляет 20-30%. Длина соцветий изменяется пропорционально антропогенной нагрузке. Например, максимальная длина сережки *B. pendula* Roth (7,2± 0,08 см) отмечена за пределами города, минимальная (5,51±0,29 см) вблизи оживленной автомагистрали. Между интенсивностью движения автотранспорта и развитием генеративных органов существует тесная обратная корреляционная связь. Для образования цветков коэффициент корреляции равен -0,96, а для длины соцветий – 0,71.

С ростом степени загрязнения окружающей среды увеличивается число стерильных пыльцевых зерен березы повислой. В среднем доля нежизнеспособной пыльцы составляет: 2,15% – в районе автовокзала, 1,77% - в районе КПТ; 0,93% - в районе «Козловки»; 0,69% - в городском парке им. Куйбышева, 0,7% - в лесу за рекой Хопер и 0,65% – в районе села «Лесное». Анализ исследований позволяет сделать заключение о том, что антропогенное загрязнение окружающей среды отрицательно влияет на формирование и развитие генеративных органов (количество цветков, размер соцветий) древесных растений, что может быть использовано при мониторинге окружающей среды в городах и рекреационных зонах в комплексе с другими методами. На основании исследований предлагается трехбалльная оценочная шкала состояния окружающей среды по количеству соцветий на модельной ветви *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*'.

Таблица 5

Шкала оценки степени загрязнения окружающей среды по количеству соцветий на модельной ветви *Salix alba* f. 'Vitellina pendula'

Баллы	Количество соцветий (шт.)	Степень загрязнения
0	86 – 97	условно чистая среда
1	66-85	слабая
2	57-65	средняя
3	53 – 56	высокая

## 5.2 Изменения вегетативных органов

Оценивая изменения вегетативных органов, мы анализировали показатель флукутирующей асимметрии листовых пластинок *Betula pendula* Roth. и динамику размеров вегетативно-генеративных и вегетативных почек *Aesculus hippocastanum* L., *Syringa vulgaris* L. и *Sorbus aucuparia* L. Результаты исследований приведены в таблице 6.

Таблица 6

Влияние техногенного загрязнения среды на морфометрические признаки почек древесных пород (2005 г.)

Пробные площади	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.		<i>Syringa vulgaris</i> L.		<i>Sorbus aucuparia</i> L.	
	высота, мм	диаметр, мм	высота, мм	диаметр, мм	высота, мм	диаметр, мм
вегетативно-генеративные почки						
КПТ	18,03±0,57	9,74±0,24	9,73±0,4	5,07±0,25	11,87±0,25	4,8±0,12
Парк	16,31±,54	8,46±0,18	7,44±0,2	4,98±0,2	11,00±0,34	4,01±0,14
вегетативные почки						
КПТ	11,63±0,24	5,83±0,15	7,15±0,12	3,88±0,12	8,46±0,1	3,49±0,1
Парк	9,09±0,3	5,08±0,12	6,75±0,1	3,82±0,12	7,86±0,1	3,19±0,1

Общая тенденция для всех изученных видов сводится к тому, что размеры почек чаще увеличиваются при возрастании техногенного загрязнения окружающей среды. Так, у каштана конского высота вегетативно-генеративных почек почти на 9% меньше в районе КПТ, чем в городском парке. Толщина их на 2,9% больше, чем в условном контроле, а вегетативные почки по высоте на 21%, а по толщине – на 13% меньше. У сирени обыкновенной эти же показатели имели следующие особенности: высота вегетативно-генеративных и вегетативных почек больше на 30 и 5,9%, чем в условном контроле; толщина почти равна контролю в условиях значительной загазованности атмосферы. У рябины обыкновенной вегетативно-генеративные почки на 4-19% больше, а вегетативные – на 9% больше в районе КПТ по сравнению с древесными растениями этого вида, выросшими в городском парке.

**Показатель флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *Betula pendula* Roth.**

Наиболее доступная и широко применяемая морфогенетическая мера нарушения – флуктуирующая асимметрия как результат неспособности организма развиваться по точно определенным генетически обусловленным путям. Для определения стабильности развития листовых пластинок *B. pendula* Roth. использовалась величина их асимметрии. При этом важно было установить варьирование исследуемых признаков в зависимости от уровня техногенного воздействия (табл. 7).

Таблица 7

Уровни изменчивости исследованных признаков листовой пластинки одновозрастных берез в насаждении пробной площади №1 (КПТ)

Признак	M±m	Коэффициент вариации	Уровень изменчивости
Ширина половинки листа	П 22,9±0,8	12,1±0,6	Средний
	Л 22,8±0,9	12,6±0,7	Средний
Длина второй жилки от основания листа	П 36,1±0,9	11,4±0,6	Низкий
	Л 37,3±0,7	11,1±0,6	Низкий
Расстояние между основаниями первой и второй жилок	П 4,7±0,4	31,2±1,9	Высокий
	Л 4,8±0,5	30,0±1,8	Высокий
Расстояние между концами первой и второй жилок	П 13,4±0,9	11,7±2,0	Низкий
	Л 13,0±0,4	10,7±0,4	Низкий
Угол между главной и второй от основания листа жилками	П 48,5±0,9	7,1±1,7	Низкий
	Л 48,1±0,9	6,0±0,5	Низкий

Примечание. Уровень изменчивости по значению коэффициента вариации составляет: до 12% - низкий, 13-20% - средний, более 40% - высокий.

Установлено, что минимальной изменчивостью характеризуются признаки: «длина второй жилки от основания листа» ( $C_v = 11,0-11,4\%$ ), «расстояние между концами первой и второй жилок» ( $C_v = 10,7-11,7\%$ ) и «угол между главной и второй от основания листа жилками» ( $C_v = 6,0-7,1\%$ ), максимальной – «расстоянием между основаниями первой и второй жилок» ( $C_v = 30,0-31,2\%$ ).

В условиях значительного загрязнения окружающей природной среды наблюдается увеличение показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой, который составляет 0,069 – в районе, испытывающем максимальный антропогенный прессинг и 0,018 – в рекреационной зоне.

Данный метод имеет ряд преимуществ при организации системы фитомониторинга в малом городе (простота, доступность, отсутствие дорогостоящего оборудования и др.). Указанные показатели весьма подвержены влиянию внешних и внутренних факторов развития.

### 5.3 Фитоиндикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов *Trifolium repens* L.

В настоящее время успешно применяется диагностика загрязнений окружающей среды по частотам фенотипов *Trifolium repens* L. (Ашихмина, 1996). Результаты наших исследований приведены в табл. 8.

Таблица 8

Статистика фенов в популяций *Trifolium repens* L. в г. Балашове и за его пределами (2004-2005 гг.)

Характеристики средних величин	Процент фенов					
	Фен 2	Фен 3	Фен 4	Фен 6	НФ*	ИСФ**
Статистические показатели по г. Балашову						
Среднее X	31,4	12,6	0,2	0,3	1,9	46,6
Сигма	0,3	0,7	0,02	0,03	0,17	1,05
Дисперсия D1	0,09	0,6	0,0003	0,001	0,03	1,11
Статистические показатели по Балашовскому району						
Среднее Y	33,9	7,24	0,03	0,13	3,14	44,4
Сигма	0,44	0,52	0,006	0,06	0,29	0,8
Дисперсия D2	0,2	0,3	0,0001	0,003	0,09	0,65
Анализ статистических параметров						
D2/D1	2,22	0,5	0,33	3	3	0,59
Превышение X/Y	0,93	1,74	6,65	2,31	0,61	1,05
Разность X-Y	-2,5	5,36	0,17	0,17	-1,24	2,2
Уровни значимости, t	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001

\* НФ – новые формы; \*\* ИСФ – индекс соотношения фенов

В районе исследований преобладает фен 2 и 3. Процентное соотношение фенов 4 и 6 невелико. Часто встречается фен «новые формы». На каждой 45-50-й пробной площади встречается мутантная форма (4-5-листные растения). В условиях города средние значения всех шести характеристик фенов примерно в два раза превышают их средние показатели в природных условиях. Техногенное воздействие изменяет соотношение частот фенов, что является показателем нагрузки на территорию. В настоящее время популяции *Trifolium repens* L., произрастающие в пределах города Балашова испытывают антропогенный прессинг, в рекреационной зоне популяции находятся в более благоприятных условиях. Анализируя индекс соотношения фенов, можно отметить, что в исследованных нами районах он составляет 45,5, что свидетельствует о значительном уровне загрязнения. Фитоиндикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов *T. repens* L. может быть успешно использована для проведения мониторинга экосистем при наличии *T. repens* L. в фитоценозах.

### 6 ДИНАМИКА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ СИНАНТРОПНЫХ СООБЩЕСТВ

Исследования проводились на специальных пробных площадях (ПП). Для удобства проведения флористического анализа все ПП объединили в четыре

большие группы по степени антропогенной нагрузки. Первую группу представляют участки с умеренной нагрузкой; вторую - со средней; третью - с сильной. Участки с незначительной антропогенной нагрузкой, представленные в основном сельскими луговыми площадями, отнесены в четвертую группу. Ранг 10 ведущих семейств урбанофлоры ПП г. Балашова и Балашовского района представлен в табл. 10.

Таблица 10

Ведущие семейства урбанофлоры ПП г. Балашова и Балашовского района

Флоры	Ранг ведущих семейств									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-гр., умеренная нагрузка	Com <sup>23</sup>	Gr <sup>14</sup>	Pap <sup>13</sup>	Cr <sup>3</sup>	Lam <sup>5</sup>	Scr <sup>5</sup>	Car <sup>5</sup>	Um <sup>5</sup>	Ch <sup>2</sup>	Pl <sup>1</sup>
Аборигенная фракция	Com <sup>16</sup>	Gr <sup>12</sup>	Pap <sup>11</sup>	Cr <sup>2</sup>	Lam <sup>5</sup>	Scr <sup>5</sup>	Car <sup>5</sup>	Um <sup>5</sup>	Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>1</sup>
Адвентивная фракция	Com <sup>7</sup>	Gr <sup>2</sup>	Pap <sup>2</sup>	Cr <sup>1</sup>	Lam <sup>0</sup>	Scr <sup>0</sup>	Car <sup>0</sup>	Um <sup>0</sup>	Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>0</sup>
2-гр., средняя нагрузка	Com <sup>21</sup>	Gr <sup>14</sup>	Pap <sup>9</sup>	Cr <sup>4</sup>	Lam <sup>2</sup>	Scr <sup>2</sup>	Car <sup>2</sup>	Um <sup>1</sup>	Ch <sup>2</sup>	Pl <sup>2</sup>
Аборигенная фракция	Com <sup>16</sup>	Gr <sup>12</sup>	Pap <sup>8</sup>	Cr <sup>3</sup>	Lam <sup>2</sup>	Scr <sup>2</sup>	Car <sup>2</sup>	Um <sup>1</sup>	Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>2</sup>
Адвентивная фракция	Com <sup>5</sup>	Gr <sup>2</sup>	Pap <sup>1</sup>	Cr <sup>1</sup>	Lam <sup>0</sup>	Scr <sup>0</sup>	Car <sup>0</sup>	Um <sup>0</sup>	Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>0</sup>
3-гр., сильная нагрузка	Com <sup>26</sup>	Gr <sup>12</sup>	Pap <sup>10</sup>	Cr <sup>7</sup>	Lam <sup>3</sup>	Scr <sup>2</sup>	Car <sup>3</sup>	Um <sup>1</sup>	Ch <sup>4</sup>	Pl <sup>2</sup>
Аборигенная фракция	Com <sup>16</sup>	Gr <sup>11</sup>	Pap <sup>9</sup>	Cr <sup>6</sup>	Lam <sup>3</sup>	Scr <sup>2</sup>	Car <sup>3</sup>	Um <sup>1</sup>	Ch <sup>3</sup>	Pl <sup>2</sup>
Адвентивная фракция	Com <sup>10</sup>	Gr <sup>1</sup>	Pap <sup>1</sup>	Cr <sup>1</sup>	Lam <sup>0</sup>	Scr <sup>0</sup>	Car <sup>0</sup>	Um <sup>0</sup>	Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>0</sup>
4-гр., незначит. нагрузка	Com <sup>12</sup>	Gr <sup>6</sup>	Pap <sup>5</sup>	Cr <sup>4</sup>	Lam <sup>2</sup>		Car <sup>1</sup>		Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>1</sup>
Аборигенная фракция	Com <sup>9</sup>	Gr <sup>6</sup>	Pap <sup>5</sup>	Cr <sup>3</sup>	Lam <sup>1</sup>	-	Car <sup>1</sup>	-	Ch <sup>1</sup>	Pl <sup>1</sup>
Адвентивная фракция	Com <sup>3</sup>	Gr <sup>0</sup>	Pap <sup>0</sup>	Cr <sup>1</sup>	Lam <sup>1</sup>	-	Car <sup>0</sup>	-	Ch <sup>0</sup>	Pl <sup>0</sup>

Com – Compositae (Asteraceae) – Сложноцветные

Gr – Gramineae (Poaceae) – Злаки

Pap – Papilionaceae (Fabaceae) – Мотыльковые

Cr – Cruciferae (Brassicaceae) – Крестоцветные

Lam – Lamiaceae – Губоцветные

Scr – Scrophulariaceae – Норичниковые

Car – Cariofillaceae – Гвоздичные

Um – Umbelliferae (Apiaceae) – Зонтичные

Ch – Chenopodiaceae – Маревые

Pl – Plantaginaceae – Подорожниковые

На изучаемой территории, входящей в экосистемы г. Балашова и его рекреационную зону, зарегистрирован 171 вид растений из 34 семейств. На участках третьей группы обнаружено 84 вида растений, принадлежащих к 21

семейству. При этом отмечено 64 аборигенных вида и 20 – адвентивных. На участках второй группы зарегистрировано 74 вида из 20 семейств, из них 61 аборигенный вид и 13 адвентивных. На участках первой группы отмечено 103 вида из 27 семейств. При этом 84 вида составляет аборигенная фракция и 19 – адвентивная. На сельских пастбищах зарегистрировано 44 вида растений из 16 семейств, из них 36 аборигенных видов и 8 – адвентивных. Как показывает анализ, наибольшее видовое богатство имеют городские участки с небольшой антропогенной нагрузкой. Адвентивные виды представляют четыре ведущих семейства: Compositae, Gramineae, Cruciferae и Papilionaceae.

Среди аборигенных видов преобладают выходцы из Евразийских умеренно-континентальных, Европейских и Северных умеренных областей. Среди адвентивных видов отмечены представители Североамериканской флоры. В процессе исследований на ПП изучалось видовое разнообразие растений, их проективное покрытие (%), средняя высота особей (см). Проективное покрытие составляет в среднем 77% - на участках с сильной антропогенной нагрузкой и 100% - на испытывающих меньший антропогенный прессинг сельских угодьях. Участки со средней и умеренной антропогенной нагрузкой имеют проективное покрытие 85 и 90% соответственно. Видовой состав, горизонтальное распределение и ярусность сильно меняются в зависимости от степени нарушенности почвогрунта, стадии сукцессии и рекреационной нагрузки. Наиболее типичны сообщества, находящиеся на начальных стадиях сукцессии, а поэтому представленные в основном однолетними растениями.

Следует также отметить, что на участках с выраженной антропогенной нагрузкой уменьшается средняя высота отдельных видов растений (*Achillea millefolium* L., *Arctium lappa* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Trifolium repens* L., *Melilotus albus* Medik., *Urtica dioica* L.).

В условиях интенсивного техногенного загрязнения почв растения оказываются в трудных для существования условиях. На загрязненных территориях угнетается развитие зональной растительности вплоть до полного исчезновения. Ведущее место в загрязнении почв г. Балашова тяжелыми металлами занимают Pb, Zn и Cu. Определение видового состава растений, произрастающих на территориях, загрязненных тяжелыми металлами, показало преобладание рудеральных и сорных видов: *Convolvulus arvensis* L., *Artemisia vulgaris* L., *A. absinthium* L., *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *L. serriola* L., *Erigeron canadensis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Berteroa incana* (L.) DC., *Sonchus arvensis* L., *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb., *Chenopodium album* L.s.l.

Около древесных насаждений в парках, по опушкам и на открытых участках распространены представители луговой, сорной и адвентивной флоры: *Plantago major* L., *Chelidonium majus* L., *Lapulla patula* (Lehm.) Menyharth., *Ajuga genevensis* L., *Polygonum aviculare* L., *Silene vulgaris* (Moench.) Garcke, *Saponaria officinalis* L., *Solanum dulcamara* L., *Astragalus cicer* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Portulaca oleraceae* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Setaria glauca* (L.) Beauv.



На усадебных территориях отмечены сорно-рудеральные растения: *Urtica dioica* L., *Nepeta cataria* L., *Conium maculatum* L., *Chenopodium album* L., *C. glaucum* L., *C. urbicum* L., *Asperugo procumbens* L., *Stachys annua* (L.) L., *Ballota nigra* L., *Stellaria media* (L.) Vill. *Bidens frondosa* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Tripleurospermum inodorum* L., *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *Arctium lappa* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Sonchus arvensis* L., *Malva pusilla* Smith., *Sisymbrium loeselii* L., *S. altissimum* L., *S. officinale* (L.) Scop., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Avena fatua* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Euphorbia virgata* Waldst. et kit

Неоднородность участков исследования по ряду признаков (плодородие почвы, ее уплотненность, увлажнение, различная степень антропогенной нагрузки) обуславливает многообразие жизненных форм. В городских условиях отмечается значительное варьирование средних арифметических значений жизненных форм по пробным площадям – от 10,28 (корневишные многолетники) до 40,6% (однолетники). Пробные площади в городской черте в значительной степени отличаются друг от друга по степени антропогенной нагрузки, степени загрязнения среды, условиям для жизнедеятельности растений и формирования фитоценозов.

Преобладание однолетников и корневишных многолетников позволяет сделать заключение о значительной нарушенности флоры в условиях г. Балашова и преобладании начальной стадии сукцессии (Карпачевский, 1987). В меньшей степени нарушены природные фитоценозы рекреационной зоны и относительно сохранена еще природная структура фитоценозов вдали от автострад и других антропогенных нагрузок.

Чтобы выявить степень гетерогенности растительного покрова, вычисляется коэффициент флористического сходства Жаккара между группами пробных площадей разбитых по степени загрязнения. Наибольшее сходство биоразнообразия отмечено между участками со слабой и средней антропогенной нагрузкой ( $C = 0,44$ ), а также между участками со средней степенью нагрузки и участками, относящимися к условно фоновой зоне ( $C = 0,40$ ). Наименьшее сходство зарегистрировано между участками с высокой антропогенной нагрузкой и условно фоновой зоной ( $C = 0,23$ ).

Оценка местообитаний сообществ по шкалам Г. Элленберга показывает, что среднее индикаторное значение влажности по всем пробным площадям составило 4,41, свидетельствующее о сухости почв; по кислотности – 6,62; по азоту – 5,71 (умеренно богатые азотом почвы). Установленные индикаторные значения подтверждаются проведенным химическим анализом.

Таким образом, в городе наблюдается значительная дифференциация флористического состава сообществ, почва нарушена и уплотнена. Растения часто имеют слабо ветвящиеся надземные части. Зарегистрирован ряд адвентивных растений, которые составляют конкуренцию аборигенным видам, что может создать серьезную экологическую проблему. Причем, массовое расселение этих растений, как правило, связано с антропогенным нарушением почв, растительных сообществ и другими отрицательными факторами. Распространение адвентивных видов может быть одним из показателей

состояния экосистем и степени их нарушенности.

## ВЫВОДЫ

1. Почвы г. Балашова загрязнены следующими тяжелыми металлами: Hg, Pb, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cd. Причем, концентрация свинца (до 87,0 мг/кг), цинка (до 136,0 мг/кг) и меди (до 29,8 мг/кг) превышает предельно-допустимые и фоновые значения в 1,3...2,5 раза. Это ведет к накоплению указанных элементов в фитомассе мхов и тканях высших растений. Содержание свинца в талломах *Bryum capillare* Hedw составляет в среднем по городу – 9,9...26,1 мг/кг, в пригородной зоне – 4,9...5,7 мг/кг. Концентрация этого же элемента в листовых пластинках *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' варьирует от 0,28...0,88 мг/кг (в городской черте) до 0,21...0,24 (в окрестностях города).
2. Антропогенный прессинг вызывает уменьшение количества соцветий *Acer negundo* L., *Salix alba* f. '*Vitellina pendula*' и *Betula pendula* Roth в среднем на 20...30%. Причем, длина соцветий ивы белой и березы повислой также уменьшается на 25...30%. С ростом степени загрязнения окружающей среды увеличивается число стерильных пыльцевых зерен березы повислой, которое составляет 0,93...2,15% в пределах города и 0,65...0,70% - за городской чертой.
3. Установлено, что в условиях интенсивного антропогенного воздействия происходит увеличение размеров почек *Aesculus hippocastanum* L., *Syringa vulgaris* L., *Sorbus aucuparia* L. на 20...30%.
4. При изучении флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой выявлено, что минимальной изменчивостью характеризуются признаки: «длина второй жилки от основания листа» ( $C_v=11,0-11,4\%$ ), «расстояние между концами первой и второй жилкой» ( $C_v=10,7-11,7\%$ ) и «угол между главной и второй от основания листа жилками» ( $C_v=6,0-7,1\%$ ); максимальная изменчивость характерна для признака «расстояние между основаниями первой и второй жилкой» ( $C_v=30,0-31,2\%$ ). Это указывает на чувствительность рассмотренных признаков в листовой пластинки к эндогенным и экзогенным факторам.
5. Диагностика состояния окружающей среды по частотам фенотипов *Trifolium repens* L. показывает, что в условиях г. Балашова их популяции в значительной степени испытывают антропогенную нагрузку, что выражается в преобладании фенотипов 2, 3 а также 4, 6 и в появлении мутантных форм, при этом, индекс соотношения фенотипов (45,5) свидетельствует о значительном уровне загрязнения.
6. На территории г. Балашова и его рекреационной зоны зарегистрирован 171 вид растений из 34 семейств. На участках с сильной антропогенной нагрузкой отмечено 84 вида, принадлежащих к 21 семейству (из них 64 аборигенных и 20 – адвентивных). При умеренной антропогенной нагрузке обнаружено 103 вида из 27 семейств, при этом 84 вида составляет аборигенная фракция и 19 – адвентивная. Проективное

покрытие варьирует от 77% (в черте города) до 100% (в рекреационной зоне).

7. На территориях, загрязненных тяжелыми металлами (в основном, Pb, Zn, Cu), отмечено явное преобладание рудеральных и сорных видов: *Convolvulus arvensis* L., *Artemisia vulgaris* L., *A. absinthium* L., *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey., *L. serriola* L., *Erigeron canadensis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Berteroa incana* (L.) DC., *Sonchus arvensis* L., *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb., *Chenopodium album* L.s.l. В изученных фитоценозах преобладают однолетники и корневищные многолетники (около 40%). Это свидетельствует о том, что растительные сообщества в пределах г. Балашова находятся в основном на начальных стадиях восстановительной сукцессии. Более стабильный и менее нарушенный состав имеют луговые сообщества в окрестностях г. Балашова и в сельской местности.
8. Особенности накопления тяжелых металлов в фитомассе мохообразных и высших растений в комплексе с другими методами фитоиндикации показывают средний уровень нарушения экосистем г. Балашова.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ**

1. Демич (Бухенко) Ю.А. Содержание тяжелых металлов в объектах окружающей среды и состояние растительных популяций // Вестник СамГУ, естественнонаучная серия. – 2006.-№7 (47). – с.45-53.

### **Публикации в сборниках и материалах конференций**

2. Демич (Бухенко) Ю.А. Биоиндикация состояния окружающей среды г. Балашова Саратовской области. // Сб. тез. докл. 11 Междунар. студ. форума «Образование, наука, производство». – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004.-Ч.4.-с. 170-171.

3. Демич (Бухенко) Ю.А., Золотухин А.И. Изменение размеров почек древесных растений в условиях урбанизированной среды // Материалы ежегодной научно-практической конференции молодых ученых (14-19 апреля 2003г.) «Актуальные проблемы науки и образования» Вып. 3. – Балашов: Изд-во «Николаев», 2003. – с.36-37.

4. Нечкина М.А., Сулига Е.М., Золотухин А.И., Демич (Бухенко) Ю.А. Индикация загрязнения атмосферного воздуха в г. Балашове // Сб. матер. 111 Международной научно-практической конференции «Состояние биосферы и здоровье людей».- Пенза: РИО ПГСХА, 2003.- с. 109-113.

5. Золотухин А.И., Демич (Бухенко) Ю.А. Биоиндикация состояния окружающей среды г. Балашова по изменению синантропной флоры // Сб.

Междунар. научно-практич. конференции, посвященный 50- летию кафедры общего земледелия «Актуальные проблемы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства». – Пенза, 2004. – с. 184-185.

6. Золотухин А.И., Демич (Бухенко) Ю.А. Об адвентивных видах растений Балашовского района // Сб. науч. ст. «Культура безопасности современной России: состояние и перспективы развития» – Балашов: «Николаев», 2004. – с. 176-178.

7. Золотухин А.И., Склярова Т.А., Семенова Н.Ю., Демич (Бухенко) Ю.А. Аллелопатические свойства деревьев и кустарников Прихоперья // Межвуз. сб. науч. ст. «Структура, состояние и охрана экосистем Прихоперья».- Балашов, 2003. – с. 11-16.

8. Золотухин А.И., Нечкина М.А., Демич (Бухенко) Ю.А. Биоиндикация состояния атмосферного воздуха в г. Балашове по асимметрии листьев березы повислой // Межвуз. сб. науч. ст. «Структура, состояние и охрана экосистем Прихоперья».- Балашов, 2003. – с. 26-30.

9. Золотухин А.И., Демич (Бухенко) Ю.А. Редкие растения антропогенно нарушенных местообитаний Прихоперья // Сб. матер. науч. конф., посв. 50-летию кафедры селекции и семеноводства ПГСХА и памяти академика Г.В. Гуляева «Селекция, семеноводство, экология».- Пенза.: РИО ПГСХА, 2004.- с.178-181.

10. Демич (Бухенко) Ю.А. Универсальный эволюционизм – мировоззрение будущего // Сборник научных трудов «Актуальные проблемы науки и образования». – Балашов: Изд-во «Николаев», 2004. – с.42-44.

11. Демич (Бухенко) Ю.А. Индикация состояния окружающей среды г. Балашова и Балашовского района по частотам встречаемости фенотипов клевера белого // Сборник научных трудов «Актуальные проблемы науки и образования».- Балашов: Изд-во «Николаев», 2005. – с.42-44.

12. Демич (Бухенко) Ю.А. Репродукция древесных растений в условиях урбанизированной среды // Сборник научных трудов «Структура, состояние и охрана экосистем Прихоперья». – Балашов: Изд-во «Николаев», 2006. – с. 14-16.

13. Демич (Бухенко) Ю.А. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях г. Балашова и его окрестностей // Сборник научных трудов «Структура, состояние и охрана экосистем Прихоперья». – Балашов: Изд-во «Николаев», 2006. – с. 16-21.