

На правах рукописи



Алибаева Лилия Гадельевна

СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ В ЗОНЕ ДОБЫЧИ
МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ РУД

03.02.08 – экология (биологические науки)

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Саратов – 2013

Работа выполнена в лаборатории лесоведения Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт биологии
Уфимского научного центра РАН

Научный руководитель: Кулагин Алексей Юрьевич,
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: Бухарина Ирина Леонидовна,
доктор биологических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный
университет»,
профессор кафедры инженерной защиты

Розенцвет Ольга Анатольевна,
доктор биологических наук,
ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна
РАН,
ведущий научный сотрудник лаборатории
экологической биохимии

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Самарский государственный
университет»

Защита состоится 20 декабря 2013 г. в 12.30 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.243.13 при Федеральном государственном
бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального
образования «Саратовский государственный университет имени
Н.Г. Чернышевского» по адресу: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83. Е-
mail: biosovet@sgu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке
им. В.А. Артисевич ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского».

Автореферат разослан « ___ » _____ 2013 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета



С.А. Невский

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Горнорудные предприятия Башкирского Зауралья – Сибайский филиал ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (СФУГОК) и ЗАО «Бурибаевский горно-обогатительный комбинат» (БГОК) – вносят весомый вклад в развитие горно-металлургического комплекса Уральского региона (доля Башкирского Зауралья в товарной продукции цветной металлургии России равна 24,4%; при этом добыча меди в концентратах составляет 12-15% от общероссийской и 35% от общеуральской, цинка – 49 и 69% соответственно (Обзор ..., 2010). Наряду с этим они представляют собой мощный источник техногенного загрязнения природных ландшафтов (Шагиева, 2002; Колесникова, 2004; Клысов, 2005; Шафигуллина, 2008; Смирнова, 2009; Ахметов, 2010; Севрякова, 2012; Опекунова, 2013). Часть отходов горнорудных предприятий в виде жидких стоков и газо-дымовых выбросов, наиболее опасными компонентами которых являются тяжелые металлы (ТМ) (Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Cd, As и т.д.), накапливается в долинах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы. Поэтому изучение закономерностей изменения структуры прибрежных сообществ, их видового и количественного состава, возникающих под воздействием промышленного загрязнения данных водотоков, является приоритетным направлением исследований.

Большой научный интерес вызывает изучение способности различных видов растений к накоплению ТМ. Зарубежными авторами отмечена перспективность использования видов рода *Salix* L. для очистки почв, загрязненных ТМ (Pulford, Dickinson, 2005; Tlustoš et al., 2006; Migeon et al., 2009). В России данный вопрос на сегодняшний день остается малоизученным (Кулагин, 1983, 1994).

Цель и задачи исследования. Цель работы – изучить особенности береговых фитоценозов рек Таналык, Худолаз и Карагайлы в зонах разработки медно-колчеданных месторождений и оценить устойчивость ивняков в поймах данных водотоков к полиметаллическому загрязнению.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить содержание ТМ в воде, донных отложениях (ДО) и аллювиальных почвах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы;
2. Выявить систематический и эколого-морфологический состав флоры, синтаксономический состав фитоценозов и степень антропогенной нарушенности растительных сообществ в условиях пойм изучаемых рек;
3. Оценить состояние ивняков в поймах изучаемых рек и выявить наиболее устойчивые виды;
4. Изучить накопление ТМ в различных органах и их частях у особей *Salix triandra* (f. *discolor*) L. в условиях влияния предприятий горнорудного комплекса.

Научная новизна работы. Получены некоторые новые данные о содержании и распределении ТМ в объектах окружающей среды Башкирского Зауралья (поверхностные воды, ДО, аллювиальные почвы, растительность). По результатам анализа состояния ивняков в поймах изучаемых рек установлены

наиболее устойчивые к промышленному загрязнению виды ив. Отмечена способность к накоплению Zn и Cd в различных органах и их частях у особей *S. triandra* (f. *discolor*).

Научно-практическая значимость работы. Данные, изложенные в диссертации, могут быть использованы для дальнейших исследований при разработке рекомендаций по использованию и восстановлению пойменных земель. Материалы работы применимы в учебном процессе при чтении лекционных курсов на биологических и экологических специальностях высших и средних учебных заведений.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на республиканском конкурсе научных работ студентов и аспирантов ВУЗов РБ, организованном Министерством природоохранных ресурсов РБ (Уфа, 2008 г.), VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития» (Киров, 2008 г.); IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экологические проблемы промышленных городов» (Саратов, 2009 г.); международной конференции «Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий» (Астана, 2009 г.); молодежной научной конференции «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна» (Тольятти, 2011 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ для публикации результатов кандидатских диссертаций.

Декларация личного участия. Автором самостоятельно выполнены экспедиционные работы по исследованию фитоценозов в долинах изучаемых рек, в ходе которых проводились геоботанические описания растительных сообществ, сбор гербарного материала, а также отбор проб воды, ДО, аллювиальных почв и растительных образцов. Полученные данные обработаны и проанализированы автором согласно плану, разработанному с научным руководителем. Долевое участие автора в подготовке и написании совместных публикаций составляет 50-70%.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Объем работы составляет 169 страниц, включает приложение (26 таблиц и 14 рисунков). Список литературы включает 423 наименования, из них 121 – на иностранных языках.

Положения, выносимые на защиту:

1. *S. triandra* (f. *discolor*) приспособлена к произрастанию в условиях техногенного стресса, что подтверждают высокое жизненное состояние ее зарослей и стабильность радиального прироста ствольной древесины в зоне воздействия предприятий металлургической промышленности.

2. *S. triandra* (f. *discolor*) является накопителем Cd и Zn, при этом по металлоаккумулирующей способности в отношении этих элементов различные части растения образуют следующий ряд по убыванию: кора > листья > ветви > корни.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ (обзор литературы)

Приводится общая характеристика ТМ (Ильин, 1981, 1991; Ивлев, 1986; Алексеев, 1987; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Водяницкий, 2005, 2008, 2009; Голдовская, 2007; Manceau et al., 2000, 2004; Schlegel et al., 2001; Roberts et al., 2002; Isaure et al., 2005; Zayre et al., 2006); рассматриваются основные источники их поступления в окружающую среду (Алексеев, 1987; Богдановский, 1994; Prasad, 1995). Особое внимание уделяется проблеме загрязнения различных компонентов ландшафта ТМ (Майстренко и др., 1996; Прохорова, Матвеев, 1996, 2000, 2003, 2007; Опекунова, 2004; Прохорова, 2005; Сангаджиева, 2006; Водяницкий и др., 2012; Kabala, Singh, 2001) и изучению механизмов устойчивости растений к техногенному загрязнению ТМ (Кулагин, 1994, 1998; Серегин, 2001; Розенцвет и др., 2003, 2006; Титов и др., 2007; Рождественская, 2008; Копылова, 2012; Hall, 2002; Klang-Westin, Eriksson, 2003; Lunackova et al., 2003; Pulford, Dickinson, 2005; Kacálková et al., 2009).

Глава 2. ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2008-2010 гг. на территории 10 участков: 4 контрольных створа р. Таналык и по 3 створа рр. Худолаз и Карагайлы. Створы р. Таналык: Т₁ – фоновый (выше г. Баймак), Т₂ – выше п. Бурибай (п. Самарское, до приема стоков БГОК), Т₃ – ниже п. Бурибай (на 1 км выше данного створа осуществляет сброс сточных вод БГОК), Т₄ – замыкающий (п. Мамбетово, граничит с Оренбургской областью); створы р. Худолаз: Х₁ – фоновый (п. Казанка), Х₂ – ниже п. Калинино (после впадения стоков предприятий г. Сибай), Х₃ – замыкающий (п. Новопокровский, пограничный с Челябинской областью); створы р. Карагайлы (правобережный приток р. Худолаз): К₁ – ниже сброса шахтных вод СФУГОК, К₂ – ниже сброса сточных вод очистных сооружений (ОС) ООО «Водосбыт», К₃ – устье.

Отбор проб воды, ДО, аллювиальных почв изучаемых рек и растительных образцов *S. triandra* (*f. discolor*) для анализа их элементного состава проводился в летний период. Всего было взято по 100 проб ДО и аллювиальных почв (ГОСТ 17.1.5.01-80; ГОСТ 17.4.4.02-84), а также 640 проб листьев, ветвей, коры и корней *S. triandra* (*f. discolor*) (Зырин, Обухов, 1977; Ильин, Степанова, 1981; Методические указания ..., 1992).

Тонкодисперсная фракция ДО (размером менее 0,020 мм) выделялась из проб исходных грунтов методом пипетки (Уваров, Голеусов, 2004). Определение рН солевой вытяжки из почвенных образцов проводилось по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); извлечение подвижных форм ТМ осуществлялось с помощью ацетатно-аммонийного буферного раствора (ААБ) с рН 4,8 (Методические указания ..., 1992).

Содержание элементов (Cu, Zn, Mn, Fe, Pb, Cd) в образцах определялось в

центральной химической лаборатории обогатительной фабрики СФУГОК методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе Contr AA 300, Analytik Jena.

Для оценки качества поверхностных вод использовали кратность превышения предельно допустимых концентраций ТМ для водоемов рыбохозяйственного назначения (Перечень ..., 1999). В качестве критерия оценки загрязненности донных осадков использовали фоновые значения и нормативы на содержание загрязняющих веществ в ДО, разработанные ИМГРЭ МОМГЕ (Проект ..., 1996). Для количественного выражения степени техногенного загрязнения ДО и почв использовали общепринятые геохимические показатели (Сает, Смирнова, 1983; Сает и др., 1990; Добровольский, 1999; Косов и др., 2001; Янин, 2002): показатель накопления, ПН; коэффициент концентрации, K_c ; суммарный показатель загрязнения, Z_c ; показатель санитарно-токсикологической опасности, $Z_{ст}$. Уровень загрязненности глинистой фракции ДО определяли согласно классификации геоаккумуляции по Г. Мюллеру (Коломийцев и др., 1997). Степень загрязненности почв рассчитывали по отношению к региональному геохимическому фону (РГФ) (Опекунова 2001, 2011), а также учитывали кратность превышения ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в суглинистых и глинистых почвах (для Fe – величины кларка в земной коре; для Mn – предельно допустимой нормы в почвогрунтах) и предельно допустимых концентраций (ПДК) подвижных форм элементов, извлекаемых ААБ (ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2511-09). Интенсивность накопления ТМ в органах *S. triandra* (*f. discolor*) определяли при помощи коэффициента биологического поглощения (КБП) (Биоиндикация ..., 1988).

При определении обилия покрытия видов использовалась модифицированная 9-балльная шкала Ж. Браун-Бланке. Пробные площадки размером 100 м² (10 м x 10 м) закладывались в характерных фитоценозах. Всего выполнено 120 полных геоботанических описаний.

Для определения степени антропогенного влияния на растительные сообщества использовался предложенный М.М. Ишмуратовой с соавт. (2003) подход с применением показателя гемеробии. Согласно расширенному варианту системы Яласа (Jalas, 1955) учитывалось 7 степеней гемеробии.

Относительное жизненное состояние (ОЖС) ивняков устанавливалось по В.А. Алексееву (1990). Дендрохронологические исследования проводились по общепринятым методикам (Дендрохронология ..., 1986; Арефьев, 2000; Ваганов и др., 2008; Methods ..., 1990). Всего отобрано 87 спилов *S. triandra* (*f. discolor*); ширина годовых колец древесины измерялась под микроскопом.

Первичные данные обрабатывались вариационно-статистическими методами с использованием пакетов программ Excel и STATISTICA (Плохинский, 1970; Доспехов, 1985; Лакин, 1990; Пузаченко, 2004; Гайдадин, 2008). Геоботанические описания систематизировались при помощи базы данных TURBOVEG (Hennekens, 1995), а также программ TWINSpan (Hill, 1979) и MEGATAB (Hennekens, 1995).

Глава 3. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Дается природно-климатическая характеристика территории исследований – описание рельефа и ландшафтов (Опекунова и др., 2001; Башкортостан ..., 2006), почв и почвообразующих пород (Ковальский и др., 1981; Опекунова, 1986, 1987; Хазиев и др., 1995), климата (Сафин и др., 1997; Бижанова и др., 2002), гидрологии и гидрографии (Петров, 1948; Балков, 1978; Гареев, 2001), флоры и растительности (Ишбирдин и др., 1988; Миркин и др., 1991; Миркин, Наумова, 1998), а также фауны (Краткие энциклопедические ..., 1998; Обзор ..., 2010).

Башкирское Зауралье охватывает узкую меридиональную полосу Зауральской равнины, которая по своему происхождению является эрозионно-кумулятивной. Климат характеризуется сухой продолжительной зимой и жарким летом с умеренным количеством осадков. Вся гидрологическая сеть представляет собой систему правобережных притоков р. Урал. Основные площади заняты черноземами. Крупные пояса засоленных почв приурочены к долинам и межрядовым понижениям. Преобладающим типом растительности являются ковыльно-типчаковые и ковыльно-разнотравные степи.

Глава 4. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ

Содержание и распределение тяжелых металлов в воде рек. На основании наших исследований и данных гидрохимической лаборатории Федерального Государственного учреждения по мониторингу водных объектов бассейнов рек Белой и Урала установлено, что геохимические особенности Башкирского Зауралья обуславливают повышенные концентрации металлов в воде рек даже в естественном состоянии; при этом для рек Таналык, Худолаз и Карагайлы преобладающими загрязняющими ингредиентами (из ТМ) являются Cu, Zn, Mn и Fe.

В целом, за 2005-2009 гг. уровень загрязненности р. Таналык в створе, подверженном влиянию БГОК (ниже п. Бурибай), несколько снижается, однако класс качества остается прежним – VII, «чрезвычайно грязная». Качество воды в створе выше п. Бурибай (п. Самарское) соответствует V классу, «грязная». В замыкающем створе класс качества изменяется с IV («загрязненная») до III («умеренно загрязненная»). За аналогичный период уровень загрязненности воды в р. Худолаз также уменьшается, тем не менее, класс качества воды в нижнем створе (п. Новопокровский) и в створе, подверженном максимальному загрязнению (п. Калинино), остается прежним – VII, что характеризует данные участки реки как «чрезвычайно грязные».

По результатам государственного аналитического контроля в 2010 г. р. Таналык в целом характеризовалась как «грязная», V класса качества; качество воды в р. Худолаз соответствовало уровню VII класса – «чрезвычайно грязная» (Государственный доклад ..., 2011).

Основные тенденции сезонных изменений содержания ТМ в водах рек во многом совпадают. Повышение концентраций элементов наиболее выражено весной. Так, в это время года содержание ТМ в воде р. Таналык (створ в зоне влияния БГОК) составляет: по Cu – 62 ПДК, Zn – 8 ПДК, Mn – 35 ПДК, Fe – 3 ПДК; в воде р. Худолаз (створ в зоне влияния СФУГОК): по Cu – 19 ПДК, Zn – 151 ПДК, Mn – 51 ПДК, Fe – 2 ПДК. Это объясняется тем, что весной ТМ попадают в реки с тальми водами и с поверхностным стоком. К тому же в период весеннего паводка происходит размыв ДО и вторичное загрязнение водоемов.

В летнюю фазу содержание Cu в воде р. Таналык (в условиях влияния БГОК) составляет 37 ПДК, осенью – 59 ПДК и зимой – 56 ПДК. Средняя концентрация Zn равна 3 ПДК летом, 12 ПДК осенью и 13 ПДК зимой. Для Mn – 33 ПДК (лето), 24 ПДК (осень), 25 ПДК (зима) и для Fe – 3 ПДК (лето и осень) и 2 ПДК (зима).

В воде р. Худолаз сезонная изменчивость содержания ТМ (в условиях влияния СФУГОК) следующая: Cu – 12 ПДК (лето), 19 ПДК (осень) и 15 ПДК (зима); Zn – 115 ПДК (лето), 122 ПДК (осень) и 134 ПДК (зима); Mn – 10 ПДК (лето), 18 ПДК (осень) и 88 ПДК (зима); Fe – 2 ПДК (лето), осенью и зимой – на уровне ПДК.

Содержание Pb и Cd в разные фазы наблюдений не превышает установленных нормативов.

Содержание и распределение тяжелых металлов в донных отложениях рек. В исходных образцах донных осадков высоким содержанием по валовой форме отличаются Cu, Zn и Cd, при этом наибольшие концентрации элементов зачастую отмечаются в зонах максимального промышленного загрязнения. Так, наблюдаются превышения нормативов содержания данных металлов в ДО р. Таналык, створ ниже п. Бурибай (после приема стоков БГОК): по Cu – в 8,8 раз, Zn – в 3,1 раза, Cd – в 4,0 раза; р. Худолаз, ниже п. Калинино (после впадения стоков предприятий г. Сибай): по Cu – в 2,6 раза, Zn – в 2,4 раза и Cd – в 2,5 раза; р. Карагайлы, ниже сброса шахтных вод СФУГОК: по Cu – в 9,5 раз, Zn – в 5,3 раза и Cd – в 1,8 раз. Концентрации Mn, Fe и Pb находятся в пределах установленных стандартов.

Состав ДО во многом является результатом адсорбции взвешенными веществами растворенных в воде элементов. Нами выявлена положительная корреляционная связь между концентрацией Cu в воде рек (мг/л) и ее содержанием исходных грунтах ДО (мг/кг) ($r = 0,96$), а также в глинистой фракции ДО (мг/кг) ($r = 0,99$).

Зависимость между концентрацией ТМ в глинистой фракции (мг/кг) и содержанием органического вещества (ОВ) в ДО (%) установлена только для Cd ($r = 0,65$). Слабая корреляционная связь между содержанием ТМ и ОВ в донных осадках свидетельствует о преимущественно терригенном (из продуктов выветривания горных пород) характере формирования элементного состава ДО (Назаров, Сунцов, 2008).

Места повышенного накопления металлов в ДО соответствуют участкам рек в зонах воздействия промышленных предприятий. Так, на р. Таналык

наибольшее накопление ТМ по отношению к фону наблюдается в донных осадках после сброса сточных вод БГОК: по Cu – ПН 555%, Zn – ПН 2%, Mn – ПН 22%, Pb – ПН 9% и Cd – ПН 193%; на р. Худолаз – после приема стоков предприятий г. Сибай: по Cu – ПН 86%, Mn – ПН 25%, Fe – ПН 12%, Pb – ПН 10% и Cd – ПН 196%.

Согласно коэффициенту концентрации, содержание ТМ в ДО р. Таналык, створ ниже п. Бурибай, выше по сравнению с относительным контролем по Cu – в 7 раз, по Cd – в 3 раза; аналогично превышение в ДО р. Худолаз, створ ниже п. Калинино, по Cu – 2-кратное и по Cd – 3-кратное. Следовательно, эти элементы представляют потенциальную опасность для данных рек.

Ранжирование суммарных показателей загрязнения позволяет отнести ДО изучаемых рек к слабозагрязненным ($Z_c < 10$), при этом степень санитарно-токсикологической опасности характеризуется как «допустимая».

Уровень загрязненности донных осадков по классификации геоаккумуляции оценивается, преимущественно, как «до умеренно загрязненный» или «практически незагрязненный», за исключением участков рек в зонах воздействия БГОК и СФУГОК, которые по содержанию Cu характеризуются как «сильно загрязненные».

Содержание и распределение тяжелых металлов в аллювиальных почвах рек. Фоновым компонентом структуры почвенного покрова являются аллювиальные луговые почвы, формирующиеся в центральной пойме. Реакция среды почвенных образцов преимущественно нейтральная или близкая к ней: величина рН пойменных почв р. Таналык изменяется от 6,30 до 7,11; р. Худолаз – 6,60-7,37; р. Карагайлы – 6,08-6,85. Исключение составляют сильнокислые почвы в условиях створа р. Карагайлы, расположенного ниже впадения сточных вод ОС, где величина рН составляет 3,63-4,46.

В аллювиальных почвах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы концентрации ТМ по валовой форме не превышают установленных нормативов и находятся в пределах природной флюктуации, при этом степень полиэлементного загрязнения почв характеризуется как допустимая ($Z_c < 16$).

Доля потенциально активных форм ТМ (рассчитанная как процентное содержание подвижных форм металлов от их валового количества) наибольшая в зонах максимального техногенного загрязнения, а также на территории нижних створов, и составляет для аллювиальных почв р. Таналык, ниже п. Бурибай, по Cu – 78,9% и Zn – 50,3% (замыкающий створ по Zn – 60,8%); для аллювиальных почв р. Худолаз, ниже п. Калинино, по Cu – 53,9% и Zn – 72,0%, (замыкающий створ – 70,2 и 68,0% соответственно); для аллювиальных почв р. Карагайлы, ниже сброса шахтных вод СФУГОК, по Cu – 51,2%; ниже сброса стоков ОС – 62,8%; у устья реки – 53,0%.

Расчет коэффициента концентрации показывает, что содержание подвижных форм Cu в изученных почвах соответствует, преимущественно, уровню сильного загрязнения (р. Таналык, ниже п. Бурибай; р. Худолаз, ниже п. Калинино и замыкающий створ; а также повсеместно на р. Карагайлы). Степень загрязнения подвижными формами Zn чаще характеризуется как умеренная. По содержанию подвижных форм Fe пойменные почвы р. Таналык

также в целом характеризуются как умеренно загрязненные (исключение составляют почвы в условиях влияния БГОК, которые относятся к категории сильного загрязнения); р. Худолаз – как слабо загрязненные; а на р. Карагайлы имеют категорию сильного загрязнения. Концентрации подвижных форм Mn, Pb и Cd большей частью находятся в пределах природной флюктуации.

Степень полиэлементного загрязнения подвижными формами ТМ следующая: для аллювиальных почв р. Таналык в целом допустимая (Z_c составляет 1,2-10,1), за исключением створа в зоне влияния БГОК, где почвы имеют опасный уровень загрязнения (Z_c равен 46,1). Для пойменных почв р. Худолаз в условиях относительного контроля также допустимая (Z_c не превышает 6,1), а на остальных участках реки – умеренно опасная: Z_c составляет 25,8 (ниже п. Калинино) и 31,9 (замыкающий створ). Для пойменных почв р. Карагайлы – умеренно опасная (Z_c ниже сброса шахтных вод СФУГОК составляет 26,9; у устья реки – 28,6) и опасная (на территории створа, расположенного ниже сброса сточных вод ОС, величина Z_c достигает максимального значения, равного 61,4).

Валовое содержание ТМ в аллювиальных почвах (мг/кг) и их концентрация в воде рек (мг/л) независимы друг от друга. При этом установлена положительная корреляционная связь между содержанием в почвах подвижных форм Zn и его концентрацией в воде рек ($r = 0,93$).

Между содержанием подвижных форм ТМ в почве (мг/кг) и их концентрацией в исходных образцах ДО (мг/кг) связи не обнаружено. Вместе с тем выявлена положительная корреляционная связь между валовым содержанием Fe в аллювиальных почвах (мг/кг) и в исходных образцах ДО (мг/кг) ($r = 0,76$), также высокий коэффициент корреляции отмечен между содержанием Fe и Zn ($r = 0,75$).

Достоверные корреляционные связи между содержанием ТМ в глинистой фракции ДО (мг/кг) и их концентрацией в аллювиальных почвах (мг/кг) по валовой форме выявлены для Cd ($r = 0,97$), а также для пар Mn-Fe ($r = - 0,72$), Fe-Zn ($r = - 0,64$), Cd-Pb ($r = 0,76$) и Pb-Cu ($r = 0,65$); по подвижной форме – Mn-Zn ($r = 0,66$) и Zn-Pb ($r = - 0,66$). Наибольшее число связей обеспечивается Fe и Mn, т.к. гидроксиды Fe и оксиды Mn, как активные фазы-носители ТМ, определяют во многом их судьбу в загрязненных почвах (Водяницкий, 2008).

Глава 5. ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЙМ РЕК ТАНАЛЫК, ХУДОЛАЗ И КАРАГАЙЛЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Геоботаническая характеристика растительных сообществ в долинах рек. Флора долин рек Таналык, Худолаз и Карагайлы насчитывает 180 видов сосудистых растений, относящихся к 128 родам и 44 семействам. Ведущие семейства по числу видов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Ведущие семейства флоры долин рек Таналык, Худолаз и Карагайлы

№	Семейство	Количество			
		Родов		Видов	
		абс.	%	абс.	%
1	Asteraceae Dumort.	21	25,3	27	23,3
2	Poaceae Barnhart.	13	15,7	15	12,9
3	Fabaceae Lindl.	7	8,4	14	12,1
4	Rosaceae Juss.	10	12,1	13	11,2
5	Lamiaceae Lindl.	10	12,1	10	8,6
6	Cyperaceae Juss.	3	3,6	8	6,9
7	Apiaceae Lindl.	8	9,6	8	6,9
8	Brassicaceae Burnett.	7	8,4	7	6,0
9	Salicaceae Mirbel	2	2,4	7	6,0
10	Polygonaceae Juss.	2	2,4	6	5,2
	Всего	83	100,0	116	100,0

Эти 10 ведущих семейств охватывают 116 видов, т.е. 64,4% всей изученной флоры. Спектр ведущих семейств в целом типичен для степных и лесостепных флор.

Крупнейшие роды по числу видов составляют: *Artemisia* L., *Trifolium* L., *Salix* L. (по 6 видов – 12,5%), *Carex* L. (5 видов – 10,4%), *Galium* L., *Plantago* L., *Potentilla* L. (по 4 вида – 8,3%), *Astragalus* L., *Equisetum* L., *Polygonum* L. и *Scirpus* L. (по 3 вида – 6,3%).

Многие роды представлены одним-двумя видами, но среди них встречаются, например, доминанты лесов – *Populus nigra* L. и *Ulmus laevis* Pall.; и луговых сообществ – *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Festuca pratensis* Huds., *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey., *Phalaroides arundinaceae* (L.) Rauschert. и др.

В географической структуре отмечено распространение видов, отражающих зональные черты: по долготному распределению наблюдается преобладание видов евразийского типа ареала (64,2%), также встречаются голарктический (25,3%), европейско-сибирский (8,6%) и европейский (1,9%) геоэлементы.

Соотношение экологических групп растений по отношению к увлажнению субстрата следующее: мезофиты (48,9%), мезоксерофиты (12,8%), гигромезофиты (9,4%), гигрофиты (8,9%), ксеромезофиты (7,8%), ксерофиты (5,6%), мезогигрофиты (3,3%), гидрофиты (2,2%), гидромезофиты и мезогидрофиты (по 0,6%).

В общем спектре жизненных форм преобладают гемикриптофиты (41,5–61,1%); в данную группу в основном входят растения центральной поймы.

Видовое разнообразие растительных сообществ в долинах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы включает 10 ассоциаций, относящихся к 9 союзам и 7 классам.

В соответствии с эколого-флористической системой классификации растительность в долинах изученных рек представлена:

1) пойменными прирусловыми лесами и кустарниковыми сообществами, которые относятся к 3 ассоциациям 3 союзов 2 порядков классов *Salicetea purpureae* и *Carici-Salicetea cinerea* (всего заложено 40 пробных площадок (ПП), в пределах которых зарегистрировано произрастание 115 видов высших сосудистых растений, относящихся к 97 родам, 37 семействам).

Большая часть описанных сообществ относится к ассоциации *Salicetum triandrae* класса *Salicetea purpureae*. Сообщества ассоциации *Salicetum albae* класса *Salicetea purpureae* приурочены к берегам р. Таналык (створы ниже п. Бурибай и замыкающий) и р. Карагайлы (устье).

2) луговыми сообществами (сообществами пойменных лугов), которые отнесены нами к 6 ассоциациям 5 союзов 4 порядков и 3 классов (всего заложено 74 ПП, на территории которых выявлено произрастание 160 видов высших сосудистых растений, относящихся к 119 родам, 38 семействам).

Прибрежно-водная растительность представлена 2 порядками класса *Phragmiti-Magnocaricetea*. Порядок *Phragmitetalia* включает 2 союза: *Phragmition communis* и *Eleocharito-Sagittarion sagittifoliae*. К первому союзу относится ассоциация *Phragmitetum communis*, ко второму – *Eleocharitetum palustris*. К порядку *Magnocaricetalia* относится союз *Magnocaricion elatae*. Союз включает 2 ассоциации: *Caricetum gracilus* (распространены в поймах всех трех рек) и *Caricetum rostratae* (приурочена к пойме р. Таналык, фоновый створ). Класс *Molinio-Arrhenatheretea* представлен порядком *Arrhenatheretalia*, к которому относится один союз – *Festucion pratensis* и одна ассоциация – *Festucetum pratensis*. Класс *Galio-Urticetea* представлен порядком *Galio-Alliarietalia*. К порядку относится один союз – *Aegopodion podagrariae*, который представлен одной ассоциацией *Urtico dioicae-Aegopodietum podagrariae*. Описанные сообщества приурочены к берегам р. Таналык (створ выше п. Бурибай) и р. Худолаз (нижний створ).

3) степными сообществами, относящимися к 2 союзам 2 порядков 2 классов (всего заложено 6 ПП, где выявлено произрастание 44 видов высших сосудистых растений, относящихся к 41 роду и 16 семействам).

На крутых склонах р. Карагайлы (учетные площадки ниже сброса сточных вод ОС) и р. Худолаз (створ ниже п. Калинино) описаны ксеротермные и полуксеротермные сообщества класса *Festuco-Brometea*. Класс представлен порядком *Helictotricho-Stipetalia*, в котором выделен один союз *Amygdalion nanae* и одна ассоциация *Spiraeo crenati-Caraganetum frutex*. На остепненных участках склонов р. Таналык (нижний створ, левый берег) описаны устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны класса *Polygono-Artemisietea austriacae*. Класс представлен базальным сообществом *Bassia sedoides*, который относится к союзу *Bassio-Artemision austriacae* порядка *Polygono-Artemisietalia austriacae*.

Оценка состояния растительных сообществ в долинах рек. Для комплексов фитоценозов в долинах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы характерно увеличение доли антропоустойчивых видов растений по мере роста техногенной нагрузки на среду (от 30,2% в растительных сообществах на территории замыкающего створа р. Таналык до 72,9% в сообществах на

участках р. Карагайлы после сброса сточных вод ОС); а также на протяжении профиля по направлению удаления от уреза воды (последнее, зачастую, связано с влиянием вытаптывания и выпаса); при этом наименьшим участием антропоотолерантных видов характеризуются сообщества пойменных лесов.

Небольшое увеличение долевого участия полигемеробов (т.е. растений, произрастающих в сильно нарушенных фитоценозах с низкой видовой насыщенностью, длительное время испытывающих негативное воздействие различных антропогенных факторов) в растительных сообществах в долине р. Таналык отмечается на территории створа выше п. Бурибай (26,3%); при этом минимальные значения наблюдаются в фитоценозах замыкающего створа (20,3%). Невысокая доля полигемеробов в зоне влияния БГОК (21,3%), вероятно, связана с преобладанием в составе данных сообществ видов древесно-кустарникового яруса, которые в составе пойменных лесов играют значительную роль в стабилизации условий местообитания.

На р. Худолаз максимальная доля р-гемеробов отмечается в фитоценозах, произрастающих на участках реки после впадения стоков предприятий г. Сибай (32,7%), минимальная – в сообществах верхнего створа (16,7%).

На р. Карагайлы высокая доля полигемеробов наблюдается в составе фитоценозов, произрастающих ниже сброса сточных вод ОС (30,2%) и у устья реки (29,2%), наименьший показатель отмечается в сообществах на участках реки ниже сброса шахтных вод СФУГОК (19,0%). В последнем случае низкая доля р-гемеробов связана с тем, что территория створа заболочена, и поэтому здесь произрастают сообщества водоемов со стоячей или медленно текущей водой, при этом доминирующим видом является *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (omb-гемероб).

Установлено также, что ухудшение экологических условий отражается на тенденциях развития различных биологических групп растительности. Наибольшую стабильность в сообществах проявляют злаки. Бобовые более подвержены влиянию экологических условий среды, поэтому они могут «исчезать». Так, при повторном проведении описаний в конце лета на контрольных площадках отсутствовали *Astragalus onobrychis* L., *Lathyrus pisiformis* L., *Medicago falcata* L., *M. lupulina* L. и др. Разнотравье проявляет наименьшую стабильность и имеет сложные причины изменения обилия, складывающиеся из тесно переплетенных закономерностей биологических ритмов и колебаний факторов среды (Миркин, 1968). Изменение видового состава разнотравья к концу лета выразилось в снижении представленности олиго-мезогемеробов и в увеличении доли более антропоотолерантных видов, спектр гемеробии которых варьирует от α -эу- до полигемеробности, т.е. это виды, способные переносить высокую антропогенную нагрузку и произрастать в сильно нарушенных естественных сообществах (*Amaranthus retroflexus* L., *Bidens tripartita* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Convolvulus arvensis* L., *Geranium pratense* L., *Mentha arvensis* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Vicia cracca* L. и др.).

Видовое разнообразие и ОЖС ивняков. В поймах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы на территории анализируемых створов встречаются 6 видов ив: *Salix*

alba L., *S. cinerea* L., *S. dasyclados* Wimm., *S. triandra* (*f. discolor* и *f. concolor*) L., *S. viminalis* L. и *S. vinogradowii* A. Skvorts.

ОЖС зарослей *S. cinerea* составляет 70-96%, *S. triandra* (*f. discolor*) – 68-99%, *S. triandra* (*f. concolor*) – 58-93%, *S. alba* – 82-96%, *S. viminalis* – 73-90%, *S. vinogradowii* – 96% и *S. dasyclados* – 94% (последние два вида встречаются только в прибрежной зоне р. Таналык на территории нижнего створа).

При этом ослабленные особи *S. cinerea* произрастают на кислых почвах (р. Карагайлы, ниже сброса стоков ОС); угнетенность *S. triandra* (*f. discolor* и *f. concolor*) обусловлена значительными повреждениями во время весеннего пожара (р. Карагайлы, ниже сброса шахтных вод СФУГОК), а также поеданием листьев и ветвей крупным рогатым скотом (р. Худолаз, ниже п. Калинино); ослабление *S. viminalis* вызвано паразитированием *Cuscuta lupuliformis* Krock. (р. Таналык, створ выше п. Бурибай).

Для сообществ, где встречается ивовая растительность, определяли величину разброса доли антропотолерантных видов (большая доля b-c-p-t гемеробов свидетельствует о высокой устойчивости видов к антропогенным воздействиям). В растительных сообществах с присутствием *S. cinerea* отмечен самый широкий разброс доли видов b-c-p-t гемеробии – 33,2-70,2%. Для фитоценозов с *S. triandra* (*f. discolor*) эта величина составляет 34,8-63,9%; с *S. triandra* (*f. concolor*) – 41,8-54,1%, с *S. alba* – 34,8-59,2%; с *S. viminalis* – 45,5-55,2%, с *S. dasyclados* – 30,2-39,5% и с *S. vinogradowii* – 38,1-39,5%. На основании полученных данных в качестве наиболее устойчивых видов ив можно выделить *S. triandra* (*f. discolor*), *S. cinerea* и *S. alba*.

В составе ивняков в поймах изученных рек максимальным обилием и постоянством обладает вид *S. triandra* (*f. discolor*), ОЖС зарослей которого в условиях различной степени антропогенного загрязнения характеризуется, преимущественно, как «здоровое». Поэтому данный вид был выбран для дальнейших анализов.

Радиальный прирост стволовой древесины *S. triandra* (*f. discolor*). Деятельность предприятий горнорудного производства не оказывает существенного влияния на величину радиального прироста стволовой древесины *S. triandra* (*f. discolor*). Ширина годичного кольца определяется, в первую очередь, режимом увлажнения и гидрологическими характеристиками реки; и у особей, произрастающих в пойме р. Таналык, за период 1991-2010 гг. составляет, в среднем, 0,92-1,93 мм/год, р. Худолаз – 0,82-1,66 мм/год; р. Карагайлы – 0,58-1,57 мм/год. Общая тенденция к уменьшению приростов с начала двухтысячных годов объясняется естественным возрастным снижением ростовых процессов.

Содержание тяжелых металлов в различных органах и их частях у особей *S. triandra* (*f. discolor*) в условиях пойм изучаемых рек. Среднее содержание ТМ в различных органах *S. triandra* (*f. discolor*) в целом не превышает нормативов, установленных для растений; при этом наибольшими концентрациями набора элементов характеризуются особи ивняков, произрастающие в пойме р. Карагайлы (рис. 1).

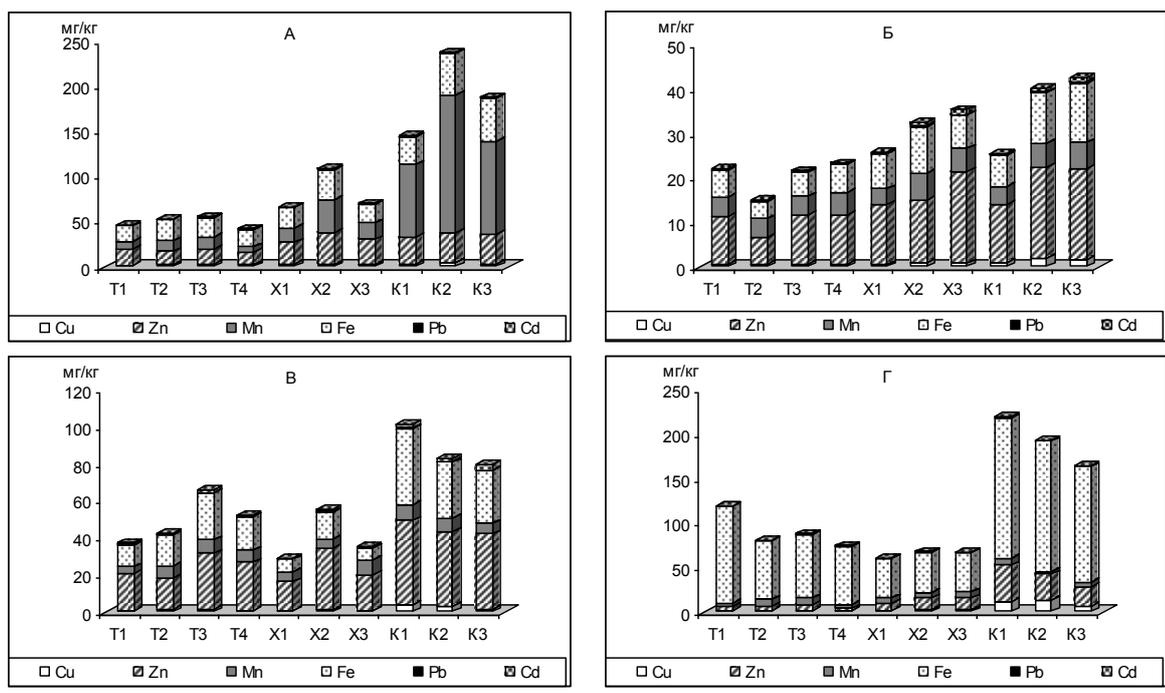


Рисунок 1 – Содержание ТМ в различных органах и их частях у особей *S. triandra* (*f. discolor*), произрастающих в поймах рек Таналык, Худолаз и Карагайлы, мг/кг сух. в-ва
 А – содержание элементов в листьях, Б – в ветвях, В – в коре, Г – в корнях. Условные обозначения створов даны в тексте

Максимальная концентрация Cu отмечается в листьях (2,6-4,2 мг/кг сух. в-ва) и в корнях (6,4-12,4 мг/кг сух. в-ва), Zn – в коре (30,3-45,7 мг/кг сух. в-ва) и в листьях (14,4-35,4 мг/кг сух. в-ва), Mn – преимущественно в листьях (7,8-153,6 мг/кг сух. в-ва), Fe – в корнях (44,4-159,2 мг/кг сух. в-ва), а Pb и Cd – в коре (0,2-0,4 и 0,3-3,0 мг/кг сух. в-ва соответственно).

Величина КБП, рассчитанная как отношение содержания элемента в золе растений к концентрации его подвижной формы в почве, для Cu в различных органах и их частях у особей *S. triandra* (*f. discolor*) не превышает 1, следовательно, данный металл не накапливается растением.

Накопление Mn достигает наибольшей величины в листьях – 9,7 (р. Худолаз, створ после впадения стоков предприятий г. Сибай); на территории этого же створа отмечается максимум поглощения элемента в ветвях – 1,5; а в условиях нижнего створа реки наблюдаются максимумы КБП_{Mn} в коре – 2,1 и в корнях – 1,8.

Наибольшие значения КБП_{Fe} характерны для особей *S. triandra* (*f. discolor*), произрастающих в пойме р. Карагайлы, где на территории створа ниже сброса шахтных вод СФУГОК максимальные показатели накопления металла отмечаются в корнях – 23,5 и в коре – 6,1; а в устье реки: в листьях – 7,3 и в ветвях – 2,0.

Самый высокий показатель КБП_{Pb} наблюдается в корнях и в коре – 5,2 (р. Карагайлы, ниже сбросов СФУГОК и ОС), на этих же участках реки аккумуляция элемента достигает наибольшей величины в листьях – 3,1; а

максимум КБП_{Pb} в ветвях отмечается на р. Таналык, створ выше п. Бурибай – 2,9.

Иные закономерности прослеживаются в характере накопления Zn и Cd. Наибольшие и наименьшие величины КБП_{Zn} в органах *S. triandra* (*f. discolor*) наблюдаются в условиях поймы р. Таналык, причем максимумы характерны для верхнего створа, минимумы – для створа ниже п. Бурибай (зона влияния БГОК). Так, КБП_{Zn} в коре на соответствующих участках реки изменяется от 5,4 до 64,4; в листьях – 3,1-57,6; в ветвях – 2,0-34,8 и в корнях – 1,2-15,6.

Согласно полученным данным, аккумуляция Zn в *S. triandra* (*f. discolor*) обратно пропорциональна его содержанию в почвах, т.к. средняя концентрация элемента в аллювиальных почвах р. Таналык в условиях верхнего створа составляет по валовой форме 29,1 мг/кг, по подвижной форме – 5,6 мг/кг, а на участках реки ниже п. Бурибай – 64,5 мг/кг и 32,5 мг/кг соответственно.

Известно, что Zn и Cd являются конкурирующими ионами (Hawf, Schmid, 1967). Хотя есть данные о положительной корреляции этих металлов в листьях и стеблях Salicaceae (Migeon et al., 2009). Анализ зависимости содержания данных элементов в различных органах *S. triandra* (*f. discolor*) показывает наличие положительных корреляционных связей между содержанием Zn и Cd в листьях ($r = 0,90$), в ветвях ($r = 0,91$), в коре ($r = 0,87$) и в корнях ($r = 0,94$).

Согласно Unterbrunner et al. (2007) ивы концентрируют в себе больше Cd, чем Zn. В наших исследованиях наибольшие значения КБП_{Cd} отмечаются в коре *S. triandra* (*f. discolor*) – от 160,7 (р. Худолаз, верхний створ) до 944,9 (р. Карагайлы, устье). Наименьшие показатели наблюдаются в корнях: от 32,8 (р. Таналык, нижний створ) до 223,5 (р. Карагайлы, ниже сброса шахтных вод СФУГОК). Промежуточное положение занимают листья – 49,5-434,6 и ветви – 33,2-485,6; где минимумы прослеживаются в условиях нижнего створа р. Таналык, максимумы – в пойме р. Худолаз (п. Калинино и нижний створ соответственно).

Выявленная высокая степень аккумуляции Zn и Cd в органах *S. triandra* (*f. discolor*) согласуется с результатами других исследователей, согласно которым многие виды ив имеют способность накапливать повышенные уровни этих металлов в надземной части (Landberg, Greger, 1996; Pulford, Watson, 2002; Klang-Westin, Eriksson, 2003; Lunackova et al., 2003; Rosselli et al., 2003; Pulford, Dickinson, 2005; Tlustoš et al., 2006; Kacálková et al., 2009; Migeon et al., 2009).

Зависимость между содержанием ТМ в органах *S. triandra* (*f. discolor*) (мг/кг сух. в-ва) и концентрацией подвижных форм ТМ в аллювиальных почвах (мг/кг) не обнаружена. При этом выявлены положительные корреляционные связи между валовой концентрацией Fe в почвах и в листьях ($r = 0,70$), а также в коре ($r = 0,71$) и в корнях ($r = 0,79$).

Концентрация ряда элементов в воде изучаемых рек (мг/л) взаимосвязана с их количеством в растениях, например, выявлены положительные корреляционные связи между содержанием Zn в воде и в листьях ($r = 0,84$), а также в корнях ($r = 0,90$); между содержанием Cd в воде и в листьях ($r = 0,99$), а также в ветвях ($r = 0,87$); отрицательная связь – между содержанием Pb в воде и в корнях ($r = - 0,92$).

В системе корреляционных зависимостей элементов, находящихся в исходных образцах ДО (мг/кг) и в составе *S. triandra (f. discolor)* отмечены положительные корреляционные связи для Zn – в корнях ($r = 0,82$), Fe – в коре ($r = 0,72$) и в корнях ($r = 0,74$); а также отрицательные связи для Pb – в листьях ($r = - 0,66$) и в ветвях ($r = - 0,68$).

Концентрация ряда металлов в глинистой фракции ДО (мг/кг) достоверно коррелирует с их содержанием в различных органах *S. triandra (f. discolor)*: так, выявлена отрицательная зависимость для Zn – в корнях ($r = - 0,81$), для Mn – в листьях ($r = - 0,72$); и положительная связь для Fe – в корнях ($r = 0,70$).

ВЫВОДЫ

1. Преобладающими загрязняющими ингредиентами вод рек Башкирского Зауралья являются Cu, Zn, Mn и Fe. Донные отложения и аллювиальные почвы рек Таналык, Худолаз и Карагайлы загрязнены Cu и Zn, что связано с разработкой в регионе медно-цинковых колчеданных месторождений.

2. Флора долин изученных рек насчитывает 180 видов сосудистых растений, относящихся к 128 родам и 44 семействам; видовое разнообразие растительных сообществ включает 10 ассоциаций, относящихся к 9 союзам и 7 классам. Под воздействием антропогенного загрязнения среды происходит изменение структуры и видового состава фитоценозов: наблюдается уменьшение участия видов естественных сообществ, испытывающих нерегулярные слабые влияния, и возрастание доли антропотолерантных видов растений.

3. В составе ивняков в поймах изученных рек максимальным обилием и постоянством обладает вид *S. triandra (f. discolor)*, относительное жизненное состояние зарослей которого в условиях различной степени антропогенного загрязнения характеризуется, преимущественно, как «здоровое».

4. По среднему содержанию в различных органах и их частях у особей *S. triandra (f. discolor)*, произрастающих в поймах изученных рек, тяжелые металлы образуют следующий ряд по убыванию: Fe > Mn > Zn > Cu > Cd > Pb. Согласно коэффициенту биологического поглощения элементы располагаются в ином порядке: Cd > Zn > Fe > Mn > Pb > Cu. При этом к элементам сильного накопления можно отнести Cd и Zn; к элементам слабого накопления – Fe, Mn и Pb; к элементам слабого захвата – Cu.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

* – публикации в печатных изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ

1. Курманова, Л.Г. Использование показателя гемеробии для оценки состояния растительных сообществ реки Таналык в зоне влияния месторождения Куль-Юрт-Тау / Л.Г. Курманова // Проблемы региональной

экологии в условиях устойчивого развития: Сб. науч. тр. – Киров: Изд-во «О-Краткое», 2008. – С. 434-436.

2. Курманова, Л.Г. Определение степени общности прибрежно-водной растительности реки Таналык в условиях техногенного загрязнения / Л.Г. Курманова // Экологические проблемы промышленных городов: Сб. науч. тр. – Саратов: СГТУ, 2009. – С. 136-137.

3. *Курманова, Л.Г. Определение степени общности и показателя гемеробии прибрежно-водной растительности реки Таналык в условиях техногенного загрязнения / Л.Г. Курманова // Аграрная Россия. Спец. вып. – М.: Изд-во «ФОЛИУМ», 2009. – С. 43-44.

4. Кулагин, А.Ю. Водные ресурсы Башкирского Зауралья в условиях разработки медно-колчеданных месторождений / А.Ю. Кулагин, А.Н. Кутлиахметов, Л.Г. Курманова // Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий: Материалы II междунар. науч.-пр. конф. – Астана: Евраз. нац. ун-т им. Л.Н. Гумилева, 2009. – С. 257-260.

5. Кулагин, А.Ю. Разработка медно-колчеданных месторождений Башкирского Зауралья и состояние водных ресурсов региона / А.Ю. Кулагин, А.Н. Кутлиахметов, Л.Г. Курманова, А.М. Колесникова // Межведомственный сборник тезисов, посвященных Всемирному дню водных ресурсов. – Уфа: Информреклама, 2010. – С. 111-115.

6. Курманова, Л.Г. Сезонная динамика видового состава растительности правобережных притоков реки Урал – рек Таналык и Худолаз / Л.Г. Курманова // Экол. сб. 3: Труды молодых ученых Поволжья. – Тольятти: ИЭВБ РАН, «Кассандра», 2011. – С. 105-107.

7. *Курманова, Л.Г. Геоботаническая характеристика растительных сообществ долин рек Таналык, Худолаз и Карагайлы / Л.Г. Курманова, Р.Г. Курманов, А.Ю. Кулагин // Известия Самарского науч. центра РАН, 2012. – Т. 14, №1. – С. 94-99.

8. *Курманова, Л.Г. Динамика содержания и распределения химических элементов в водах рек Башкирского Зауралья / Л.Г. Курманова, А.Ю. Кулагин // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: «Биология. Науки о Земле», 2012. – Вып. 1. – С. 3-8.

9. *Курманова, Л.Г. Оценка устойчивости некоторых видов ив в условиях промышленного загрязнения малых рек Зауралья (реки Худолаз и реки Таналык) с применением показателей относительного жизненного состояния и гемеробии / Л.Г. Курманова, А.Ю. Кулагин // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология, 2012. – Т. 12. – Вып. 3. – С. 76-81.

10. *Алибаева, Л.Г. Оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами аллювиальных почв рек Башкирского Зауралья / Л.Г. Алибаева**, А.Ю. Кулагин // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: «Биология. Науки о Земле», 2012. – Вып. 2. – С. 3-9.

11. *Алибаева, Л.Г. Содержание и распределение химических элементов в донных отложениях рек Башкирского Зауралья / Л.Г. Алибаева, А.Ю. Кулагин

// Вестник Удмуртского университета. Серия 6: «Биология. Науки о Земле», 2013. – Вып. 1. – С. 3-8.

** – В 2011 году автор сменила фамилию с Курмановой Л.Г. на Алибаеву Л.Г.