

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
АГРОЛАНДШАФТОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

© 2014

**И.В. Казанцев**, кандидат биологических наук, декан естественно-географического факультета  
Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, Самара (Россия)

**Аннотация:** Рассматриваются вопросы загрязнения прижелезнодорожных агроландшафтов тяжелыми металлами. Выявлены основные поллютанты и принципы их нормирования. Описываются способы снижения загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. Дана характеристика устойчивости некоторых сельскохозяйственных культур к содержанию в них тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** агроландшафт; тяжелые металлы; поллютанты; железнодорожный транспорт; почва; нормирование; фитотоксичность; Самарская область.

Железнодорожный транспорт как универсальный вид транспорта перевозит все добываемые, переработанные и синтезируемые химические вещества. При техническом обслуживании и эксплуатации подвижного состава используются опасные химические материалы и вещества, что также при различных утечках и несоблюдении правил техники безопасности приводит к загрязнению почв и, как следствие, всей окружающей среды. Большая часть загрязняющих веществ поступает в почвы при перевозке грузов, их рассеивании или утечке [1, с. 192]. Особую опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами. Большая их часть сорбируется и аккумулируется в почвах, остальная – мигрирует с поверхностными и подземными водами. Важную барьерную роль на пути миграции тяжелых металлов, кроме почвенного покрова, выполняют растения [2, с. 98; 3, с. 74]. Выявление устойчивости агрофитоценозов к загрязнению тяжелыми металлами является актуальной задачей, поскольку в отводах железных дорог нередко располагаются сельскохозяйственные угодья [4, с. 6].

В работе рассматривается накопление тяжелых металлов (Fe, Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Ti, Co, Mn, V) в почвах и растениях полосы отвода железных дорог, а также механизмы снижения их накопления.

Воздействие железнодорожного транспорта на состояние окружающей среды складывается из трех основных частей:

- влияние продуктов деятельности железнодорожного транспорта;
- влияние полотна транспортной магистрали;
- влияние перевозимых по дороге грузов.

Поллютанты поступают в прижелезнодорожные агроландшафты от выхлопных газов двигателей тепловозов и отоплении вагонов углем; при истирании ходовой части, рельсов и рельсовых переводов; от химического состава балластного слоя и земляного полотна, литолого-химического состава щебня. Большую роль в загрязнении почвы тяжелыми металлами на железнодорожном транспорте играют рассыпание, испарение, утечка грузов на путь и межпутье с грузовых вагонов. Можно достоверно утверждать, что при эксплуатации все типы вагонов оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду. Например, общее количество потерь при перевозках минеральных удобрений насыпью в крытых вагонах составляет 8,6%, а при перевозках в полувагонах – 28,1%. При перевозках в универсальных вагонах ежегодно теряется около 7% руды и более 3% цемента, которые могут содержать тяжелые металлы [5, с. 5]. Таким образом, уровень загрязнения почв придорожной полосы выбросами железнодорожного транспорта зависит от интенсивности, состава движения (перевозимых грузов) и продолжительности эксплуатации дороги.

Одной из основных проблем является нормирование тяжелых металлов в почвах и растениях. До настоящего времени четкого понимания их количественного соотношения и содержания не существует. Это связано с тем, что нормирование загрязняющих

веществ в природных экосистемах базируется на санитарно-гигиенических принципах и нормах, а также приоритетности защиты человека.

В настоящее время в России для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами широко используются как официально одобренные, так и не имеющие официального статуса нормативы. Основное их назначение – не допустить поступления в избыточном количестве антропогенно накапливающихся в почвах тяжелых металлов в организм человека и, тем самым, избежать их негативного влияния [6, с. 10].

Для оценки степени загрязненности почв тяжелыми металлами используют понятия предельно допустимой концентрации (ПДК), ориентировочно допустимой концентрации (ОДК), токсичности и др. При эколого-токсикологической оценке почв на содержание в них вредных веществ, для которых отсутствуют ПДК или ОДК, сравнение уровней загрязнения проводится с естественными фоновыми уровнями и кларками почв мира.

Значения фоновых концентраций тяжелых металлов используют для оценки опасности загрязнения почвы комплексом металлов по суммарному индексу загрязнения  $Z_{\phi}$ . Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по  $Z_{\phi}$

Категория загрязнения	Величина $Z_{\phi}$	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости
Умеренно опасная	16–32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32–128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции у женщин

Чаще всего нормирование преследует три цели: агрономическую, санитарно-гигиеническую и почвенно-экологическую. Таким образом, современное положение с нормированием тяжелых металлов в почвах нельзя назвать удовлетворительным из-за недостаточной разработанности их принципов и, как следствие, слабой обоснованности рекомендованных нормативов [7, с. 54]. Очевидно поэтому ПДК тяжелых металлов для почв, разработанные в разных странах, значительно отличаются. Нормативы для подвижных форм тяжелых металлов и фоновом их содержании разработаны менее всего.

По итогам нашего исследования почв на содержание тяжелых металлов можно построить следующий вариационный ряд содержания тяжелых металлов в почве полосы отвода железных дорог: Fe > Ti > Mn > Cr > V > Zn > Cu > Ni > Co > Pb [5, с. 14]. Сравнение данного вариационного ряда с рядом характерным для Самарской области (Fe > Ti > Mn > Cr > V > Zn > Cu > Ni > Co > Pb [8, с. 308]), показывает, что данные вариационные ряды совпадают, хотя концентрации тяжелых металлов отличаются. В большем количестве накапливаются 6 (Fe, Ti, Mn, Zn, Cu, Pb) из 10 исследованных нами тяжелых металлов. Сравнительный анализ с нормативными данными показывает, что содержание железа и хрома в почвах полосы отвода

железных дорог выше ПДК и регионального фонового уровня, а содержание титана выше по сравнению только с кларками почв мира. Меди, наоборот, меньше только по сравнению с ПДК. Содержание никеля, цинка, свинца в почвах полосы отвода не превышает ПДК и кларки почв мира, но выше регионального фонового уровня. Содержание кобальта выше ПДК и регионального фонового уровня, но меньше кларк почв мира, а содержание марганца в почвах полосы отвода выше, чем региональный фоновый уровень, но меньше ПДК и кларк почв мира. Содержание ванадия совпадает с региональным фоновым уровнем.

В агрофитоценозах прижелезнодорожной полосы наблюдается мутационный процесс, вызываемый как электромагнитными полями, так и рядом тяжелых металлов (Cd) и углеводородов (бенз(а)пирен). Действия веществ на живые организмы в зоне воздействия железной дороги происходит в условиях более высоких температур, чем окружающая местность, что вызывает определенные реакции в виде специфических морфозов и ускоренного прохождения фенотипа [9, с. 30]. Необходимо отметить, что концентрация тяжелых металлов в фитомассе земляники до 4 раз может превышать допустимые значения [10, с. 251], а в клубнях картофеля до 2 раз [11, с. 20], так как значительные количества накапливает ботва картофеля. Результаты исследований особенностей накопления поллютантов в листьях древесных плодовых растений показывают, что металлы накапливаются в неодинаковых количествах. Разные виды древесных растений имеют свою специфику, определяющую максимальный и минимальный уровень содержания того или иного металла в листьях [12, с. 97]. Выявлено, что характер распределения металлов между основными составными частями растений (корневая система, надземная фитомасса) и органами видоспецифичны и не константны во времени, а степень концентрирования металлов есть функциональное проявление происхождения, возраста и конкретных условий произрастания растений. Приоритетными факторами, определяющими уровень аккумуляции тяжелых металлов в фитомассе, являются все же не столько содержание потенциально подвижной формы металлов в почве и агрохимические характеристики последней, сколько потребность самого растения в каждом конкретном химическом элементе и способность вида к реализации этой потребности [11, с. 20; 13, с. 56; 14, с. 50; 15, с. 111; 16, с. 26]. Поэтому выращивание сельскохозяйственных культур вблизи железной дороги должно проводиться под жестким контролем.

Особую роль в распространении тяжелых металлов в сторону от железнодорожного полотна играют лесополосы и монолитные бетонные конструкции. При сравнении совокупного содержания и распространения тяжелых металлов в сторону от железнодорожного полотна наблюдается определенная зависимость: в лесном массиве – экспоненциальная, в степном – линейная. Данные зависимости отображают и подтверждают характер распространения тяжелых металлов при произрастании или отсутствии лесного фитоценоза. При экспоненциальной зависимости, характерной для лесного фитоценоза, распространение тяжелых металлов приходится на зону полосы отвода, когда их количество резко падает и достигает нормы в ее пределах. При линейной зависимости, характерной для степного сообщества, распространение тяжелых металлов происходит на более дальние расстояния, и их концентрация достигает нормы уже за пределами полосы отвода. Таким образом, если в полосе отвода создана лесополоса, то отвод железной дороги может быть равен техническим характеристикам, если данное условие не соблюдается, то отвод железной дороги должен быть не менее 100 м. Монолитный забор уменьшает валовое содержание тяжелых металлов в почве в несколько раз. Происходит снижение содержания тяжелых металлов в почве за забором до 4 раз, например, по свинцу до

2,6 раза, кадмию – 1,8 раза, меди – 3,7 раза [9, с. 31]. Строения также являются значительным геохимическим барьером для перемещения тяжелых металлов. Это объясняет повышенные концентрации поллютантов в почвах во дворах, прилегающих к железной дороге.

Таким образом, исследования показали, что прижелезнодорожные пространства значительно загрязнены валовыми и подвижными формами тяжелых металлов, а сама железная дорога является крупной экогеохимической аномалией. Лесополосы и монолитные бетонные ограждения являются ограничителями распространения поллютантов, что приводит к значительному снижению содержаний ТМ в почвах прижелезнодорожных пространств. Сельскохозяйственные растения агроландшафтов являются аккумуляторами поллютантов, но степень аккумуляции зависит от ряда факторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прохорова Н.В. Эколого-геохимическая роль автотранспорта в условиях городской среды // Вестник Самарского государственного университета. 2005. № 5. С. 188–199.
2. Прохорова Н.В. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара : Изд-во Самар. ун-та, 1998. 131 с.
3. Прохорова Н.В., Матвеев В.Н. Распределение тяжелых металлов в посевах важнейших сельскохозяйственных культур в Самарской области : монография. Самара: Самар. гос. ун-т, 2006. 141 с.
4. Медведева М.В., Федорцев Н.Г. Комплексная оценка состояния почв, находящихся в условиях урбанизации // Экологические системы и приборы. 2004. № 7. С. 5–8.
5. Казанцев И.В. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2008. 20 с.
6. Шунелько Е.В. Многокомпонентная биоиндикация городских транспортно-селитебных ландшафтов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2000. 24 с.
7. Дягилева А.Г. Экологическая оценка геохимического состояния техногенно-загрязненных почв // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8 – 1. С. 53–55.
8. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М. Территориальные особенности распределения тяжелых металлов в почвах Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2000. Т. 2. № 2. С. 306–310.
9. Макаров А.О. Оценка загрязненности почв на территории железнодорожных объектов Москвы // Агрохимический вестник. 2013. № 2. С. 29–32.
10. Троц Н.М., Ишкова С.В., Батманов А.В., Ахматов Д.А. Особенности аккумуляции макроэлементов и тяжелых металлов в почве и растениях земляники садовой (*Fragaria Ananassa*) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1 – 1. С. 249–252.
11. Троц Н.М., Черняков А.И. Особенности накопления тяжелых металлов перспективными сортами картофеля, возделываемыми в южной зоне Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 17–21.
12. Копылова Л.В. Особенности поглощения некоторых тяжелых металлов древесными растениями в условиях городской среды // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. Т. 3. № 44 – 3. С. 91–99.
13. Ахматов Д.А., Троц Н.М., Троц В.Б. Особенности аккумуляции тяжелых металлов в фитомассе кукурузы и подсолнечника // Аграрная Россия. 2011. № 6 – II. С. 56–58.
14. Троц Н.М., Троц В.Б., Обущенко С.В.

Аккумуляция тяжелых металлов зерновыми бобовыми культурами в агроландшафтах Самарского Заволжья // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 2. С. 50–51.

15. Макарова Ю.В. Эколого-биогеохимические исследования в агрофитоценозах Самарской области // Вестник Самарского государственного университета. 2006. № 7. С. 108–117.

2006. № 7. С. 108–117.

16. Киричкова И.В., Калмыков С.И., Литвинов Е.А. Влияние комплекса факторов на аккумуляцию тяжелых металлов многолетними травами // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2008. № 6. С. 24–28.

## RAILWAY TRANSPORT AS THE SOURCE OF HEAVY METAL POLLUTION OF CULTIVATED AREAS

© 2014

*I.V. Kazantsev*, Candidate of biological sciences, dean of Faculty of Natural Science and Geography Samara State Academy of Social Sciences and Humanities, Samara (Russia)

*Annotation:* The paper dwells upon the issues of cultivated areas pollution – with heavy metals in particular – in the railway neighborhood. It identifies the main pollutants and principles of their standardization. Ways of pollution reduction are suggested. The author also highlights the sustainability of some crops in the aspect of heavy metal content in them.

*Keywords:* cultivated area; heavy metals; pollutants; rail transport; soil; standardization; phytotoxicity; Samara region.

УДК 929

## ЕСТЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ ФАКУЛЬТЕТУ ПГСГА – 85 ЛЕТ

© 2014

*И.В. Казанцев*, кандидат биологических наук, декан естественно-географического факультета  
*А.С. Яицкий*, ассистент кафедры ботаники, общей биологии, экологии и биоэкологического образования  
*Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, Самара (Россия)*

*Аннотация:* Представлена характеристика исторического развития естественно-географического факультета Поволжской государственной социально-гуманитарной академии. Описываются основные этапы становления, вклад сотрудников в развитие факультета.

*Ключевые слова:* естественно-географический факультет; Поволжская государственная социально-гуманитарная академия; Самарский государственный педагогический университет; Куйбышевский государственный педагогический институт им. В.В. Куйбышева; история.

В 2014 г. естественно-географическому факультету Поволжской государственной социально-гуманитарной академии исполняется 85 лет. Свою историю факультет ведёт с 1929 г.

В 1929 г. был открыт естественно-математический факультет, при котором существовало агропедагогическое отделение. Первый выпуск состоялся в 1932 г. Свидетельства о праве преподавания биологии получили 23 выпускника, химии – 16 выпускников. В это время созданы кафедры ботаники; зоологии и дарвинизма; химии.

В 1931 г. факультеты института расформируются, и на их базе образуются 11 отделений, в том числе химико-технологическое, агропедагогическое и биологическое, руководство которыми осуществлялось непосредственно учебной частью педагогического института. В 1932 г. открывается естественно-географическое отделение [1, с. 128].

В 1935 г. все отделения в вузе ликвидируются, и на их месте окончательно формируются факультеты, в том числе и факультет естествознания.

В 1936 г. на факультете открывается кафедра геологии и географии.

В 1938 г. для проведения учебных занятий и полевых практик со студентами создаётся агробиостанция, расположенная на 3-й дачной просеке. В военные годы на агробиостанции активно велись работы по выращиванию лекарственных растений, повышению биологической эффективности их применения для лечения раненых. Более чем за 75 лет её существования многие учёные-селекционеры проводили на станции научные исследования. А.И. Щукина осуществляла изучение проблемы селекции и повышения устойчивости зимостойких сортов твёрдой пшеницы. Л.Г. Боченко исследовала влияние бактериальных удобрений на урожайность сельскохозяйственных растений. К.П. Ланге вывел 12 новых сортов гладиолуса и 8 сортов флокса, 2 гибрида сахарной кукурузы; удостоен шести медалей ВДНХ. В.А. Молчанов проводил работу по интро-

дукции и акклиматизации, повышению зимостойкости абрикоса в условиях г. Куйбышева, вывел несколько сортов абрикоса. И.В. Минина занималась выведением новых сортов малины и ежевики, на 2 сорта малины («Студенческая» и «Надежда») получены авторские свидетельства. В 2013 г. агробиостанция была выведена из структуры факультета и вошла в состав административно-хозяйственного управления.

В 1939 г. при факультете естествознания открывается агробиологическое отделение.

В 1941 г. заведующий кафедрой зоологии А.Н. Мельниченко первым в институте защитил докторскую диссертацию. В 1937–1944 гг. он являлся заместителем директора КГПИ по научно-учебной работе, а с 1944 г. по 1946 г. – директором института, откуда ушёл на пост ректора Горьковского госуниверситета. В 1956 г. получил звание члена-корреспондента ВАСХНИЛ. В течение 37 лет заведовал кафедрой дарвинизма и генетики ГГУ [1, с. 130].

В 1948 г. открыто Куйбышевское отделение Всесоюзного ботанического общества. С момента основания до настоящего времени его возглавляли только учёные нашего факультета. Первым председателем стал И.С. Сидорук. В том же году открывается кафедра анатомии и физиологии человека. Несколько позже она получает название кафедры физиологии и психологии [2, с. 16].

В 1952 г. расформируется кафедра геологии и географии.

В 1955 г. кафедра физиологии и психологии расформируется, а анатомические и физиологические дисциплины передаются кафедре зоологии [2, с. 17].

В 1957 г. открывается кафедра основ сельского хозяйства, заведующим которой становится К.П. Ланге [3, с. 4].

В 1960 г. факультет переименовывается в агробиологический. Теперь на нем ведётся подготовка по двум специальностям: биология и основы сельского хозяйства, а при физико-химическом факультете – по химии и физике [4 с. 46].

В 1962–1963 гг., 1965–1970 гг. пост декана факульте-