

Введение Город Казань занимает площадь 425.5 км², численность населения составляет 1112.7 тыс. человек. Это крупный промышленный центр Республики Татарстан. Главные отрасли промышленности - химическая и нефтехимическая. В городе функционируют также предприятия энергетики, приборостроения и машиностроения, легкой и пищевой промышленности, которые являются основными источниками загрязнения экосистемы токсикантами промышленного происхождения (ТПП). К числу наиболее опасных загрязнителей атмосферного воздуха, почвы, воды, растительности, а в дальнейшем - животных и человека, относятся тяжелые металлы — распространенные компоненты выбросов многих предприятий разных отраслей промышленности и транспорта. Современное экологическое состояние территории России определяется как критическое, а в некоторых регионах оно приобрело характер экологического бедствия [1]. Многие тяжелые металлы проявляют высокую биологическую активность, а также при определенных физико-химических условиях природной среды могут активно мигрировать и накапливаться в отдельных ее звеньях, особенно в почвах. Почва самая инерционная из всех природных сред, она долго хранит следы загрязнений, при этом являясь источником вторичного загрязнения воздуха. В настоящее время антропогенному стрессу подвержены практически все почвы в республике. Это особенно отчетливо проявляется в Приказанском регионе с наиболее высокой интенсивностью деятельности аграрных и промышленных предприятий, урбанизированностью территории вследствие наличия крупнейших населенных пунктов (Казань, Зеленодольск), что обуславливает здесь прогрессирующее ухудшение экологической обстановки. Цель нашей работы - оценить уровень загрязнения территории г. Казань тяжелыми металлами и нефтепродуктами по содержанию их в почвах. Материалы и методы Материалом для данной работы послужили результаты наблюдений за уровнем загрязнения почвенного покрова в г. Казани, начатые с 2007 ФГБУ «УГМС Республики Татарстан». Ежегодные наблюдения проводились на трех пунктах многолетних наблюдений (ПМН), каждый из которых состоял из шести участков (УМН). Здесь производился ежегодный отбор проб почвы. Пункты многолетних наблюдений привязаны к постоянным источникам загрязнения - крупнейшим и самым старым ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Всего на трех ПМН в г. Казани ежегодно было отобрано 15 усредненных проб почвы. С 2008 г. объектами постоянного наблюдения в г. Казани стали также районы, расположенные в непосредственной близости от автодорог. Для оценки уровня загрязнения почв в этих районах пробы отбирались по обе стороны дороги через 0.5 - 1.5 км на различном расстоянии от проезжей части - от 10 до 80 м. Местоположение точек отбора проб на расстоянии 60 - 80 м от автодороги находилось, в основном, во дворах жилых домов (в селитебной зоне). За период проводимых ежегодных наблюдений за уровнем загрязнения почвы с 2008 по 2011 гг., нами было обследовано семь районов г. Казани: Кировский,

Московский, Авиастроительный, Ново-Савиновский, Советский, Приволжский и Вахитовский. Основным критерием оценки степени загрязнения почвы химическими веществами стали ПДК или ОДК этих веществ [2, 3] (табл. 1), утвержденные в виде гигиенических нормативов [4, 5]. К категории «загрязненных» относятся почвы, в которых количество загрязняющих веществ находится на уровне или выше ПДК. При определении загрязнения почвы ТПП, оценка уровня загрязнения проводится также путем сравнения с естественными фоновыми концентрациями, таким образом можно оценить степень загрязнения даже при отсутствии ПДК и ОДК. Под «фоновыми» уровнями подразумевают уровни содержания металлов в почвах, не подверженных локальным воздействиям от источников загрязнения. Таблица 1 - ПДК (ОДК) для токсичных веществ промышленного происхождения

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/кг	ОДК, мг/кг
суглинистые			
Песчаные			
и супесчаные			
$pH_{KCl} > 5.5$			
$pH_{KCl} 5.5$			
Кадмий	1	2.0	1.0
0.5			
Медь	2	132	66
33			
Свинец	1	32	130
65			
32			
Никель	2	80	40
20			
Цинк	1	220	110
55			
Нефте-продук-ты		1500*	- - - *

* - в соответствии с [3] Если содержание тяжелых металлов превышает фоновое в три и более раз, такое загрязнение считается существенным [5]. Фоновые пробы (ежегодно отбирается по 2 пробы, все полученные данные усредняются) отбираются в 20 км от источников выбросов с учетом ветра с наименьшей повторяемостью (а по данным многолетних наблюдений метеостанции Казань, доминирующее направление ветра в городе - это западное, южное и юго-восточное) в районе пос. Раифа. Все фоновые пробы отбираются в заповедной лесопарковой зоне. Классы опасности отдельных химических веществ определены по [5]. По степени опасности химические вещества подразделяются на 3 класса: 1 класс - высоко опасные вещества; 2 класс - умеренно опасные вещества; 3 класс - мало опасные вещества. Для оценки опасности загрязнения почвы комплексом металлов относительно фоновой концентрации использовался также суммарный индекс загрязнения Z_f : $Z_f = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{K_{fi}}$ где n - число определяемых ингредиентов, K_{fi} - коэффициент концентрации металла, равный отношению содержания i -го металла в почве загрязненной территории к его фоновому содержанию. Суммарный индекс загрязнения Z_f является индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Для расчета суммарного индекса загрязнения использовали значения средних концентраций металлов в почве исследуемого района, а также значения фоновых концентраций для данного региона. Оценку давали по шкале, приведенной в таблице 2, согласно [6]. При осуществлении мониторинга отбор проб проводился на глубину 0- 10 см. В каждой отобранной пробе почвы определялись: pH, механический состав, содержание тяжелых металлов (ТМ) (кислоторастворимая форма меди, цинка, никеля, кадмия, свинца) и нефтепродуктов. Таблица 2 - Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения

Категория загрязнения	Величина Z_f	Изменение показателей уровня здоровья населения

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 детей, нарушение репродуктивной функции у женщин Количественное определение тяжелых металлов производился на атомно-абсорбционном спектрометре ААNALIST 200 с пламенным атолизатором, определение валового содержания нефтепродуктов в пробах проводилось методом инфракрасной спектрометрии на концентратометре КН-2. Результаты и их обсуждение Естественный почвенный покров на большей части городских территорий уничтожен. Он сохранился лишь островками в городских лесопарках и на окраинах. Для большинства городских почв (урбоземов) характерно наличие различных по окраске и мощности слоев искусственного происхождения. До 30-40% площади жилых застроенных зон занимают запечатанные почвы (экраноземы), в промышленных зонах преобладают химически загрязненные индустриземы на насыпных и привозных грунтах, вокруг АЗС формируются интруземы (перемешанные почвы), а в районах новостроек и на газонах - почвоподобные тела (реплантоземы). Естественные почвы (в основном, серые лесные суглинистые) сохранились на окраине, в районах с преобладанием домов частного сектора и в некоторых городских парках. Почвенный покров Казани отличается также и высокой контрастностью, неоднородностью из-за сложной истории развития города, перемешанности погребенных разновозрастных исторических почв и культурных слоев. Так, в центре Казани почвы формируются на мощном культурном слое - наследии прошлых эпох, а на окраинах, в районах нового строительства, почвообразование развивается на свежих насыпных или перемешанных грунтах [7, 8]. По механическому составу отобранные в г. Казани образцы почвы относились, в основном, к суглинистым почвам, значения pH варьировали от 6.5 до 7.5. Во всех пробах, отобранных в Кировском районе, содержание меди, цинка и свинца превышали фоновое содержание более, чем в три раза. На ул. К. Цеткин среднее содержание меди в 20 раз превышало фоновое, а на ул. П.Морозова это превышение - в 11 раз. При анализе проб почвы, отобранной в парке рядом с открытым теннисным кортом в Адмиралтейской слободе (Кировский район), были зафиксированы превышения ОДК по содержанию кадмия, характерные для машиностроительных и приборостроительных предприятий. На ул. К. Цеткин, П. Морозова и Гладилова обнаружены превышения ОДК по содержанию меди, кадмия и свинца, хотя действующих приборостроительных или механических предприятий сейчас в этом районе нет. Высокие концентрации тяжелых металлов в почвах Кировского района - последствия интенсивного промышленного производства на территории района в недалеком прошлом. Превышения ПДК по содержанию кадмия были зафиксированы в пробах, отобранных в районе компрессорного

завода. По результатам обобщения результатов, полученных в период с 2008 по 2011 гг., получены значения суммарного индекса загрязнения Zф для обследованных районов г. Казани (табл. 3). Таблица 3 - Среднее содержание ТМ и нефтепродуктов в почвах г. Казани (в единицах фоновых концентраций) Район

Район	Cu	Zn	Ni	Cd	Pb	Zф
Кировский	8.1	4.2	0.6	2.2	4.5	16.0
Московский	7.5	4.3	2.5	3.4	16.2	6.3
При солжский	2.2	1.7	1.2	1.8	0.9	3.9
Авиа-строительный	3.7	2.4	1.6	1.3	2.2	7.2
Ново-Савиновский	5.2	4.3	2.5	1.0	1.5	10.4
Вахитовский	3.8	2.8	1.0	2.0	4.0	9.6
Советский	4.6	2.1	1.1	3.1	2.1	9.5
Среднее	5.0	3.1	1.5	2.0	2.7	10.3

7.3 Загрязнение почвы тяжелыми металлами в среднем по г. Казани оценивается как «допустимое» (Zф менее 16). По среднему суммарному индексу загрязнения ТМ (Zф), почвы, отобранные в Кировском и Московском районе относились к умеренно опасной категории загрязнения (Zф от 16 до 32). Все остальные районы города по уровню загрязнения почвы ТМ относятся к допустимой категории загрязнения (Zф менее 16). Сравнивая загрязнение почв г. Казани тяжелыми металлами с загрязнением почвенного покрова районов Предволжья РТ видно, что ситуация в городе в целом сходна с таковой в Предволжье [9]. Значения индекса загрязнения ТМ, рассчитанные для Приволжского (3.9), Авиастроительного (7.2), Советского (9.0) и Вахитовского (9.6) районов, меньше среднего по городу значения. При этом наименьшим уровнем загрязнения ТМ отличаются Приволжский и Авиастроительный районы. Изменение значений индекса загрязнения почв тяжелыми металлами в пробах почвы для районов г. Казани (усредненные данные за 2008- 2011 г.) показано на рис. 1. Основные источники тяжелых металлов в почвах - промышленные выбросы. При этом тяжелые металлы из атмосферного аэрозоля попадают в почву. Так, согласно некоторым данным, в почву из атмосферы г. Казани попадает до 45 кг тяжелых металлов на 1 км² [10]. Определенное количество тяжелых металлов поступает в почву также с речным стоком [11]. В последнее время на уровень загрязнения городских земель все большую лепту вносит автотранспорт, количество которого с увеличением размеров города постоянно увеличивается. Если 15-20 лет назад атмосферу городов загрязняли в основном промышленность и энергетика, то сегодня пальма первенства перешла к автотранспорту, на долю которого приходится до 90% всех выбросов в атмосферу, в частности, в так называемых «спальных» районах наибольший вклад в загрязнение почв вносит личный и общественный автотранспорт. Поэтому есть основания утверждать, что в районах, где практически нет промышленных предприятий, одним из основных загрязняющих почву веществом являются нефтепродукты и прочие выбросы автотранспорта. Рис. 1 - Изменение значений индекса загрязнения почв тяжелыми металлами в пробах почвы для районов г. Казани При обследовании уровня загрязнения почвы в одном из «спальных» районов г. Казани, Приволжском, по суммарному индексу загрязнения Zф, определенному для каждого участка наблюдений, все почвы,

относятся к категории загрязнения тяжелыми металлами «допустимая» (Zф менее 16). Однако, из этой категории исключаются пробы, отобранные на проспекте Победы и в районе его пересечения с ул. Дубравная - там неоднократно зафиксированы превышения ПДК по содержанию нефтепродуктов (в 7 из отобранных 16 проб почвы). Максимальное содержание нефтепродуктов, превышающее ПДК в 3.2 и 2.0 раза обнаружено в двух пробах, отобранных в районе пр. Победы на пересечении с ул. Дубравная, фоновая концентрация здесь была превышена в 96 раз. В 5 пробах в районе пр. Победы ПДК на содержание нефтепродуктов в почве превышена в 1.05- 3.2 раза, 3 пробы - на уровне 0.8- 0.92 ПДК (24- 28 фоновых). Четыре случая превышений ПДК по содержанию нефтепродуктов в 1.1- 1.9 раза отмечено в Кировском районе на ул. Горьковское Шоссе и Болотникова. Здесь находится крупнейшая федеральная автодорога, по этим улицам ежедневно колоссальный поток транзитного и городского транспорта. По результатам обобщенных данных, полученных за 2008- 2011 годы, среднее содержание нефтепродуктов во всех обследованных районах г. Казани превышало фоновое значение в 4.6- 11 раз, а усредненные за четыре года данные по городу в целом составили 7.3 фоновых. Максимальные значения среднего содержания нефтепродуктов обнаружены в почвах, отобранных в Кировском (11 фоновых), Авиастроительном (9.3 фоновых) и Приволжском (8.3 фоновых) районах. Высокое содержание нефтепродуктов в Авиастроительном районе можно объяснить близостью и влиянием расположенного на его территории крупнейшего нефтехимического предприятия - ОАО «Оргсинтез». Среднее для г. Казани содержание нефтепродуктов в почве превышено в Кировском, Авиастроительном, Приволжском районах. Минимальное количество нефтепродуктов в почве содержалось в пробах, отобранных в Ново-Савинском (4.6 фоновых) и Советском (5.5 фоновых) районах города. При этом наименьшим уровнем загрязнения нефтепродуктами отличается Ново-Савиновский район. Уровень загрязнения почв нефтепродуктами (в единицах фоновых концентраций) в пробах почвы, отобранных в различных районах г. Казани (усредненные данные за 2008- 2011г.г.) показан на рисунке 2. Рис. 2 - Уровень загрязнения почв нефтепродуктами (в единицах фоновых концентраций) Почвы г. Казани загрязнены нефтепродуктами на высоком уровне: массовые доли НП обнаруживаются в пределах до 4800 мг/кг (96 фоновых); средний показатель составил 440 мг/кг (8.8 фоновых). При этом 15% обследованных проб превышает 10 кратный фоновый уровень, а 7.2%- превышает ПДК. Фон превышен более чем в два раза в 49% отобранных в городе проб. При этом нефтяное загрязнение почв приводит к ухудшению их эколого-биологического состояния [12]. Увеличение количества автотранспорта как на автодорогах, так и во дворах жилых домов способствует загрязнению воздуха и почвы городов углеводородами (нефтепродуктами). В настоящее время при существенном

росте количества автомобилей и интенсивном строительстве, повышение уровня озеленения новых жилых районов в городе практически отсутствует, а дворы жилых домов превращаются в автостоянки. Как результат, происходит загрязнение жилых, непромышленных районов токсикантами, особенно нефтепродуктами. Одним из действенных средств защиты и очищения окружающей среды от техногенного воздействия является озеленение городов. Процент озеленения в Казани составляет лишь 23%, что в пределах городской черты значительно ниже среднереспубликанских показателей. Значительная территория зеленых насаждений приходится на лесопарк в районе оз. Лебяжье. Без учета этого зеленого массива на долю озеленения приходится лишь около 15% площади города, а в Приволжском районе степень озелененности существенно ниже средней по городу. Для снижения уровня загрязнения окружающей среды, вызванного деятельностью промышленных предприятий и существенно возросшего количества автотранспорта необходим контроль за промышленными выбросами с целью их уменьшения, внедрение безотходных технологий, рациональное озеленение жилых, «спальных» районов, рекультивация истощенных городских земель и существенное увеличение количества городских парков и скверов. Проведенные в 2012 году администрацией города мероприятия по его озеленению, могут дать существенный экологический эффект в плане снижения загрязненности воздуха, почвы и экосистемы города в целом.