

Мониторинг загрязнения

ПОЧВ

Ануфриева Е.И.,
доцент кафедры
БЖД, к.ф.-м.н.



Почва

- **Почва** — поверхностный слой литосферы Земли, обладающий плодородием и представляющий собой полифункциональную гетерогенную систему, образовавшуюся в результате выветривания горных пород и жизнедеятельности организмов.
- Почвенная оболочка определяет процессы, происходящие в биосфере, она выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора загрязнений.
- Именно поэтому чрезвычайно важно изучение биохимического состояния почвы и его изменения под влиянием антропогенной деятельности



Состав почвы

- В состав почвы входят **минеральная основа, органическое вещество и биотический компонент**.
- **Минеральная основа** - горные породы превращаются в почву в результате совместно протекающих процессов — выветривания и почвообразования.
- **Органическая часть** почвы образуется из остатков растений, животных и микроорганизмов.
- Главным компонентом почвы является **гумус** — сложный органо-минеральный комплекс, относительно устойчивый к разрушению.
- **Биотический компонент** — различные организмы, обитающие в почве.

Земельные ресурсы

- Площадь земельных ресурсов мира составляет **129 млн. км²** (86,3 % площади суши).
- Пашни и многолетние насаждения занимают примерно **15 млн. км²**,
- сенокосы и пастбища — **37,4 млн. км²**.

- Обеспеченность пахотными землями изменяется в широких пределах, га/чел.: для Канады — 1,4; Германии — 0,14; Японии — 0,04; России — 0,82.
- Ежегодно в мире «теряется» до 6 — 7 млн. га (0,06 — 0,07 млн. км² земель).

- Земельный фонд России в 1992 году составил **1709,6 млн. га**.
- Площадь сельхозугодий России за последние 27 лет сократилась на **12,4 млн. га**. (пашни — на 2,3 млн.га, сенокосы — на 10,6 млн.га).

Виды загрязнения почв

Химическое загрязнение

Тяжелые металлы, нефтепродукты, стойкие органические загрязнители

Физическое загрязнение

Тепловое, световое, радиационное, шумовое, электромагнитное

Механическое загрязнение

Пыль, мусор

Биологическое загрязнение

Биотическое, микробное

Анализ почвы — совокупность операций, выполняемых с целью определения состава, физико-механических, физико-химических, химических, агрохимических и биологических свойств почвы



Антропогенное воздействие

- Обработка земли тяжелыми машинами, уличный транспорт и строительство приводят к сильному уплотнению больших участков окультуренных земель и потере порозности (пористости).
- В уплотненной почве начинаются процессы восстановления, при которых в растворимую форму переходят марганец, железо и ряд других металлов, которые в повышенных концентрациях проявляют токсичность.
- Существенное отрицательное влияние на плодородие почвы оказывают кислотные осадки, которые вызывают выщелачивание из почвы солей кальция, магния, и растения, таким образом, лишаются необходимых им питательных веществ.
- Закисление почв приводит также к переходу в растворимые формы соединений алюминия, который оказывает на растения токсическое действие.
- Снижение pH почвы препятствует развитию микроорганизмов, что нарушает процессы разложения и минерализации органического вещества (почвенного дыхания) .

Промышленные предприятия

В твердых и жидких промышленных отходах постоянно присутствуют те или иные вещества, способные оказывать токсическое воздействие на живые организмы и их сообщества. Например, в отходах металлургической промышленности обычно присутствуют соли цветных и тяжелых металлов. Машиностроительная промышленность выводит в окружающую среду цианиды, соединения мышьяка, бериллия. При производстве пластмасс и искусственных волокон образуются отходы бензола и фенола. Отходами целлюлозно-бумажной промышленности, как правило, являются фенолы, метанол, скипидар, кубовые остатки.

Теплоэнергетика

Помимо образования массы шлаков при сжигании каменного угля с теплоэнергетикой связано выделение в атмосферу сажи, несгоревших частиц, оксидов серы, в конце концов оказывающихся в почве.



Химическое загрязнение почвы

- Благодаря минеральным удобрениям за последние 30 лет сбор урожая зерновых увеличился на 25 %, при этом потребление только азотных удобрений увеличилось в 8 раз.
- Важными загрязнителями почв являются **пестициды и инсектициды**.
- В США обрабатывается пестицидами 61% сельскохозяйственных земель.
- В состав пестицидов входят хлор, фтор и ртуть, обладающие высокой биологической и химической активностью и способностью накапливаться в различных звеньях пищевой цепи.

- **Мониторинг загрязнения почвы** - система регулярных наблюдений, включающая в себя слежение за фактическими уровнями загрязнения почв, а также определение прогностических уровней, выявление источников загрязнения



Задачи, решаемые при проведении государственного мониторинга земель -

- своевременное выявление изменений состояния земель,
- оценка этих изменений,
- прогноз и выработка рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов

Государственный мониторинг земель включает:

а) сбор информации о состоянии земель в Российской Федерации, ее обработку и хранение;

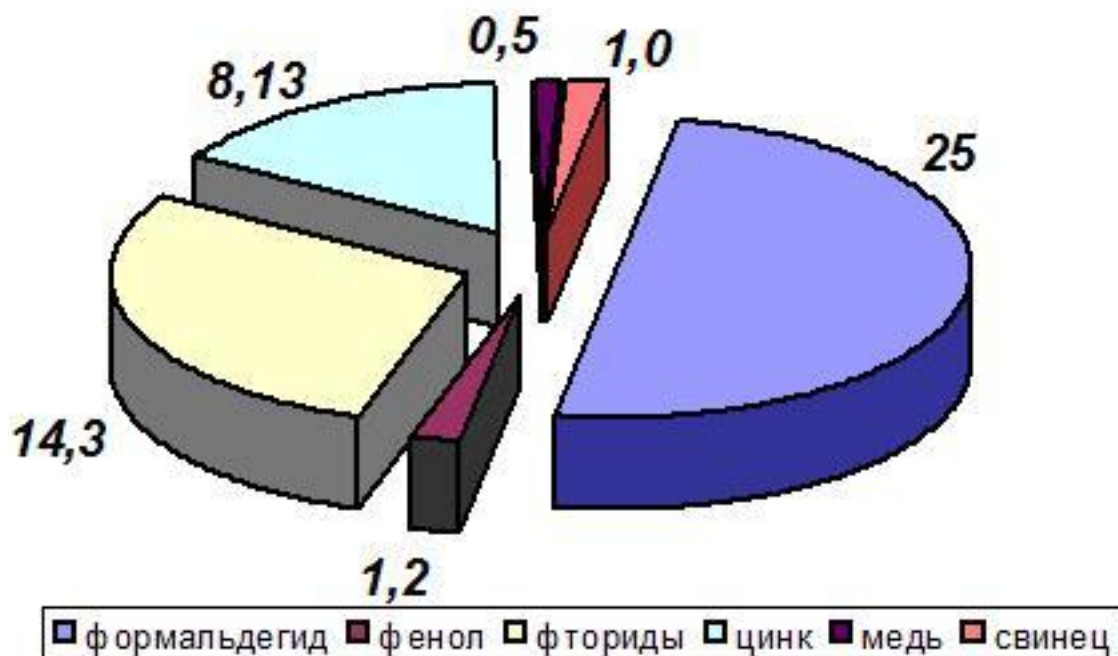
б) непрерывное наблюдение за использованием земель, исходя из их целевого назначения и разрешенного использования;

в) анализ и оценку качественного состояния земель с учетом воздействия природных и антропогенных факторов

- (Постановление Правительства Российской Федерации от ноября 2002 г. № 846 «Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга земель»)

Фоновое загрязнение почвы

- Анализ показал, что основными загрязняющими веществами техногенного характера являются:
формальдегид, фенол, фториды, цинк, медь, свинец.
- Наиболее значительный вклад в уровень загрязнения почв особо охраняемых природных территорий вносят **формальдегид, водорастворимые фториды, цинк.**



Обобщенная программа мониторинга загрязнения почв

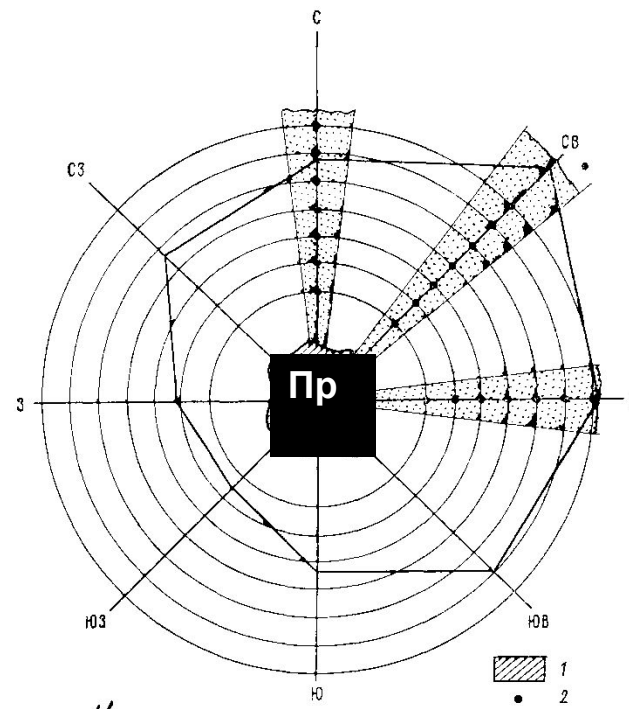
- В основе контроля уровней загрязнения почвенного покрова лежат три основных параметра:
- **1) ключевой участок** — наименьшая геоморфологическая единица ландшафта, в достаточной мере отражающая генезис и свойства почвы.
- Ключевой участок, как правило, имеет размер 1—10 га и более.
- **2) размер (площадь) элементарного участка**, с которого отбирают смешанный почвенный образец, отражающий уровень загрязнения почвы;
- **3) количество проб**, необходимое для составления репрезентативного смешанного почвенного образца;

Элементарные участки

- В пределах ключевого участка выделяют элементарные участки, размеры которых зависят от расстояния от источника загрязнения.
- Обычно руководствуются правилом: чем дальше от источника, тем больше должна быть площадь элементарного участка.
- Кроме того, в пределах определенного элементарного участка выбирают рабочую (пробную) площадку, с которой отбирают пробы для составления смешанного почвенного образца.
- Если размер элементарного участка довольно велик, а почвенный покров сложен, то в пределах участка выделяют несколько пробных рабочих площадок (обычно 2—3).
- **За рациональный размер пробной площадки обычно принимают площадь около 1 га.**

Промышленные площадки

- Вокруг предприятия площадки намечают следующим образом:
в радиусе **1,5—2,5 км (зона наибольшей загрязненности)** по 8 направлениям — румбам,
- в радиусе **2,5—5 км (зона значительного влияния)** — по 10—12 румбам,
- в радиусе **5—10 км (зона обычно фиксируемого влияния объекта)** по 16—24 румбам.
- В таком случае пробные площадки оказываются друг от друга на равномерном расстоянии — 1,5—2 км.



Рекогносцировочные обследования

- Чтобы глубже понять взаимосвязь между характеристиками почв, природными и хозяйственными условиями, проводят предварительное **рекогносцировочное обследование местности.**
- Рекогносцировочные обследования проводят маршрутным путем, более или менее подробно — в зависимости от природной сложности территории, степени ее изученности, площади и масштаба обследований.
- В результате выявляют основные ландшафтные особенности территории, общие закономерности пространственных изменений почвенного покрова, главные формы почвообразования и др.
- Параллельно идет сбор сведений о климате и микроклимате, погодных условиях последних лет, о статистике заболеваний населения, которые могут быть вызваны повышенным содержанием загрязняющих веществ в окружающей среде.

Паспорт участка

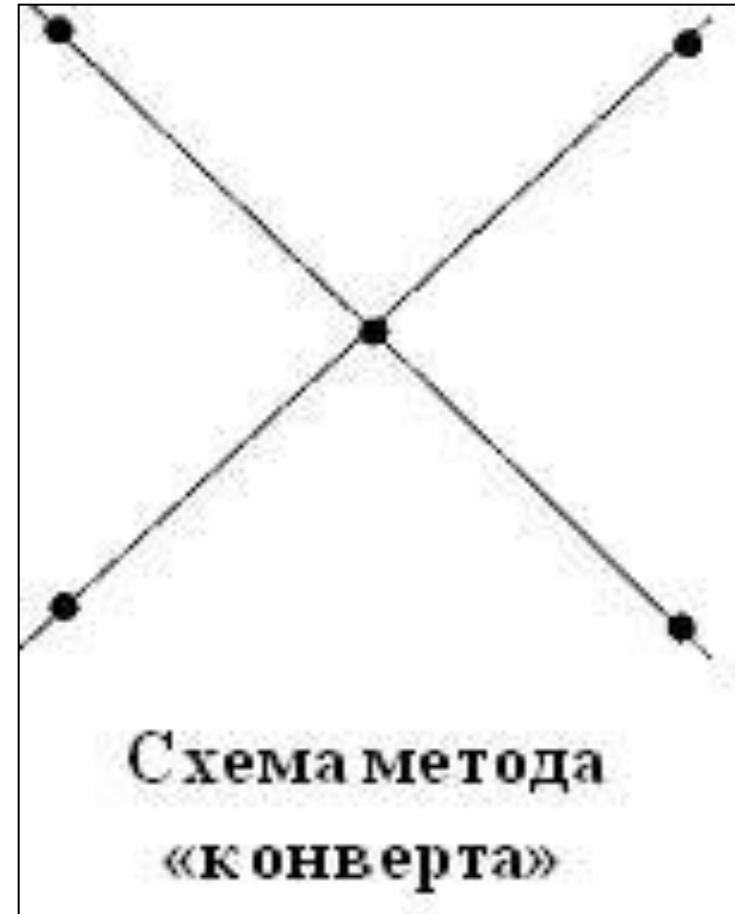
- При проведении исследований составляют
 - паспорт обследуемого участка,
 - описание пробной площадки,
 - описание почвы и заполняют сопроводительный талон.
- Для контроля загрязнения почв техногенными отходами производства отбор проб проводят один раз в 3 года.
- На территории детских садов, лечебно-профилактических учреждений и зон отдыха уровень загрязнения почв контролируется не реже двух раз в год — весной и осенью

Отбор, стабилизация и хранение проб почвы

- **Точечные пробы почвы**
- отбирают на пробной площадке из одного или нескольких слоев или горизонтов методом конверта, по диагонали или любым другим способом с таким расчетом, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для исследуемых почвенных горизонтов и ключевых участков.
- Точечные пробы отбирают ножом или шпателем из прикопок или почвенным буром
- **Объединенные пробы почвы**
- составляют путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке.
- Для химического анализа объединенную пробу составляют не менее, чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг.

Отбор проб методом конверта

- Обычно при изучении почвы отбирают пробы гумусового горизонта с глубины около 20 см, что соответствует длине штыка лопаты.
- Из каждой точки отбирают около 1 кг почвы.
- Почвенные образцы упаковывают в полиэтиленовые или полотняные мешочки и прилагают к ним этикетки (сопроводительные талоны).
- В талоне должно быть указано: область, район, хозяйство; номер разреза; горизонт и глубина взятия образца; дата и фамилия исследователя.



Отбор проб

- Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами - нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. - точечные пробы отбирают с помощью **трубчатого пробоотборника** послойно с глубины 0-5 и 5-20 см массой не более 200 г каждая.
- Для контроля загрязнения легко мигрирующими веществами точечные пробы отбирают по горизонтам на всю глубину почвенного профиля.
- Для бактериологического анализа с одной пробной площадки составляют 10 объединенных проб.
- Каждую объединенную пробу составляют из трех точечных проб массой от 200 до 250 г каждая, отобранных послойно с глубины 0-5 и 5-20 см.

Оборудование для отбора проб

- Образцы почвы отбирают с помощью почвенного бура или щупа.
- Для отбора проб на сухих и пылеватых почвах используют почвенный щуп, а на каменистых или замерзших почвах – почвенный бур.
- Так же существуют гидравлические или механические пробоотборники для взятия поверхностных и глубинных образцов.



Контролируемые параметры загрязнения почвы

Показатель	Единица измерения	Норматив (ПДК, не более)
рН	единица рН	6,0 – 9,0
Нефтепродукты	мг/кг	0,1
Бенз/а/пирен	мг/кг	0,02
Диметилбензолы (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	мг/кг	0,3
Комплексные гранулированные удобрения (КГУ)	мг/кг	120,0
Комплексные жидкие удобрения (КЖУ)	мг/кг	80,0
Фуран-2-карбальдегид	мг/кг	3,0
Хлорид калия (по K_2O)	мг/кг	360,0
Кобальт	мг/кг	5,0
Ванадий	мг/кг	150,0
Марганец	мг/кг	1500
Мышьяк	мг/кг	2,0
Ртуть	мг/кг	2,1
Сурьма	мг/кг	4,5
Свинец	мг/кг	32,0
Медь	мг/кг	3,0
Никель	мг/кг	4,0
Хром трехвалентный	мг/кг	6,0
Хром шестивалентный	мг/кг	0,05
Цинк	мг/кг	23,0

Перечень контролируемых параметров загрязнения представлен в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06

Контроль загрязнения почв пестицидами



Пестициды

- **Пестициды** (от лат. *pestis*— зараза и *caedo* — убиваю) (ядохимикаты) представляют собой химические препараты для борьбы с сорняками (**гербициды**), вредителями (**инсектициды, акарициды, зооциды** и др.) и болезнями (**фунгициды, бактерициды** и др.) культурных растений.
- При систематическом применении стойких высокотоксичных пестицидов, особенно в завышенных дозах, наблюдается загрязнение ими окружающей среды, что приводит к уничтожению полезных насекомых, птиц, рыб, зверей, а также отравлению людей непосредственно пестицидами или продуктами, в которых они способны накапливаться.

Мониторинг химического загрязнения почв

Осуществляется с 1972 г. (постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов»)

Виды наблюдений	Стационарная сеть наблюдений	Определяемые параметры
Загрязнение токсикантами промышленного происхождения	101 город (около 2000 точек отбора проб)	25 (нефтепродукты, тяжелые металлы, бенз (а) пирен)
Загрязнение пестицидами	484	24 вида пестицидов и их метаболитов



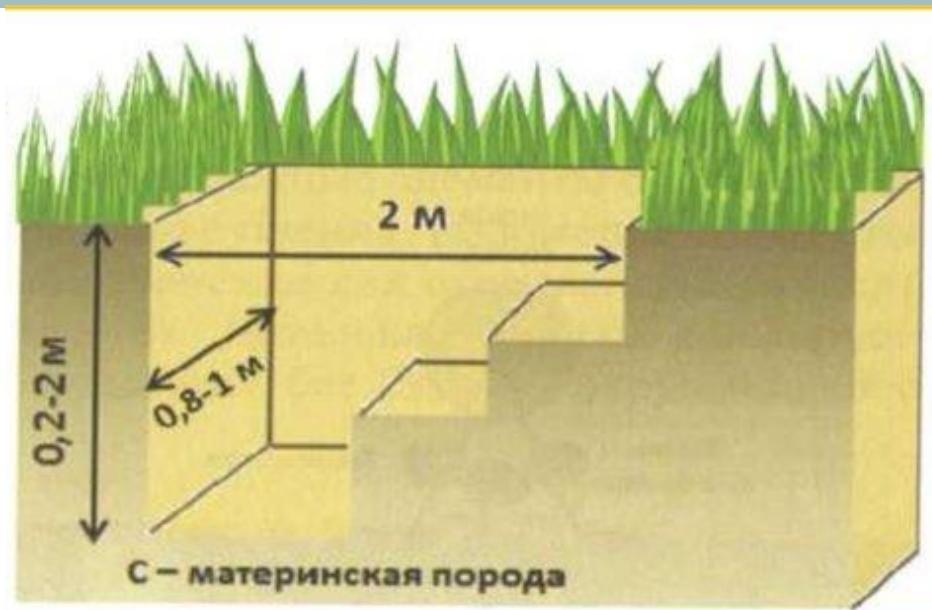
Загрязнение почв пестицидами

- **Исследование загрязнения почв пестицидами проводят на постоянных и временных пунктах наблюдений.**
- **Постоянные пункты** создают в различных хозяйствах района обследования не менее чем на 5-летний период.
- В их задачи входит контроль уровня загрязнения почв на территории выборочных хозяйств, а также молокозаводов, мясокомбинатов, элеваторов, плодоовощных баз, птицеферм, рыбхозов, лесхозов и т. д.
- **На временных пунктах** наблюдения контроль за загрязнением почв ядохимикатами осуществляют в течение одного вегетационного периода или года.
- В целях оценки фонового загрязнения почв пестицидами выбирают участки, удаленные от сельскохозяйственных угодий и промышленных предприятий, находящиеся в «буферной зоне» заповедников.

- Для оценки загрязнения почв инсектицидами, гербицидами, фунгицидами пробы почвы отбирают **2 раза в год**: весной после сева и осенью после уборки урожая.
- При установлении многолетней динамики остаточного содержания пестицидов в почве или их миграции в системе «почва—растения» наблюдения проводят не менее 6 раз в год: фоновые — перед посевом, 2—4 раза во время вегетации культур и 1—2 раза в период уборки урожая.

Отбор проб

- Пробы отбирают либо тростевым почвенным буром, который погружают в почву на глубину пахотного слоя (0—20 см), либо лопатай. Почву, попавшую в пробу из подпахотного слоя, удаляют.
- Если наблюдения за загрязнением почв пестицидами проводят в садах, то пробы отбирают на расстоянии 1 м от ствола дерева.
- В целях изучения вертикальной миграции пестицидов, как правило, закладывают **почвенные разрезы**, размеры (глубина) которых зависят от мощности почвенного слоя.
- Под почвенными разрезами следует понимать глубокие шурфы, пересекающие всю серию почвенных горизонтов и открывающие верхнюю часть подпочвы, т. е. неизменные или слабоизмененные материнские породы.

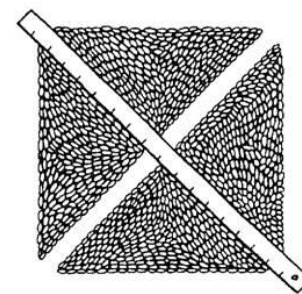
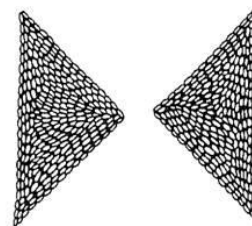


Почвенный разрез

- В выбранном месте на поверхности земли очерчивают форму шурфа — четырехугольник со сторонами, приблизительно равными 0,8 x 1,5—2,0 (м).
- Одна из коротких сторон шурфа к моменту описания должна быть обращена к солнцу. Эта стенка будет «лицевой» (рабочей), она предназначена для изучения разреза почвы.
- Перед взятием проб проводят краткое описание места расположения разреза и почвенных горизонтов (их влажности, окраски, механического состава, структуры, сложения, новообразований, включений, развития корневых систем, следов деятельности животных, наличия мерзлоты).
- Пробы отбирают на «лицевой» стороне, начиная с нижних горизонтов. С каждого генетического горизонта почвы отбирают один образец толщиной 10 см.

Квартование проб

- Отобранные любым способом простые пробы сыпают на крафт-бумагу, затем тщательно перемешивают и квартуют 3—4 раза.
- После квартования почву вновь тщательно перемешивают и делят на 6—9 частей, из центров которых отбирают примерно одинаковое количество почвы в полотняный мешочек или крафт-бумагу.
- Масса полученной смешанной пробы
- должна составлять 400—500 г.
- Этот образец снабжают этикеткой и регистрируют в полевом журнале, в который записывают следующие данные: порядковый номер образца, место отбора, рельеф, вид сельскохозяйственного угодья, площадь поля, дату отбора, кто отбирал.



Анализ проб

- Смешанные пробы почв анализируют в естественно-влажном состоянии.
- Если по каким-либо причинам провести анализ в течение одного дня не представляется возможным, то пробы высушивают до воздушно-сухого состояния в защищенных от солнца местах.
- Из воздушно-сухого образца методом квартования в лаборатории отбирают среднюю пробу массой 200 г.
- Из нее удаляют корни, камни, инородные включения, затем растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с отверстиями диаметром 0,5 мм.
- После чего из этой пробы берут навески массой 10—50 г для химического анализа.

Контроль загрязнения почв отходами промышленного характера

Промышлен
ные отходы

- Промышленное загрязнение почв осуществляется в основном через атмосферу путем осаждения паров, аэрозолей, пыли или растворенных примесей с дождем и снегом.
- Основная доля загрязняющих веществ попадает в воздух из дымовых труб заводов и вентиляционных каналов, большая часть их осаждается вблизи (**1—2 км**) предприятий.
- Некоторая доля выбросов передвигается далее и выпадает в пределах от **3—4 до 8 км**. Значительно меньше газопылевых выбросов поглощается почвой в зоне 10—50 км.

Зона загрязнения

Протяженность зоны интенсивного загрязнения и направление движения потока загрязняющих веществ зависят:

- от скорости и частоты ветров данного румба (розы ветров),
- высоты труб,
- дисперсности частиц и плотности вещества,
- рельефа территории,
- растительного покрова.



Загрязнение тяжелыми металлами



Тяжелые металлы

- В случае промышленного загрязнения почв **тяжелыми металлами** их основное накопление локализуется в районе действия источника выбросов на расстоянии от 1—10 до нескольких десятков километров.
- Вблизи свинцово-плавильного завода приоритетными загрязнителями, кроме **Pb и Zn**, могут быть Cd, Cu, Hg, As, Se, а около предприятий, выплавляющих **алюминий**, — F, As, Be.
- Значительная часть выбросов предприятий поступает в глобальный круговорот — до 50—60% Pb, Zn, Cu и до 90% Hg.

Действие ТМ на организм человека

Элемент	Физиологические отклонения	
	при недостатке	при избытке
Mn	Заболевания костной системы	Лихорадка, пневмония, поражение центральной нервной системы (марганцевый паркинсонизм), эндемическая подагра, нарушение кровообращения, желудочно-кишечных функций, бесплодие
Cu	Слабость, анемия, белокровие, заболевания костной системы, нарушение координации движений	Профессиональные заболевания, гепатит, болезнь Вильсона. Поражает почки, печень, мозг, глаза
Zn	Ухудшение аппетита, деформация костей, карликовый рост, долгое заживание ран и ожогов, слабое зрение, близорукость	Уменьшение канцероустойчивости, анемия, угнетение окислительных процессов, дерматиты
Pb		Свинцовая энцефало-нейропатия, нарушение обмена веществ, ингибирование ферментативных реакций, авитаминоз, малокровие, рассеянный склероз. Входит в состав костной системы вместо кальция
Cd		Гастро-интестинальные расстройства, нарушения органов дыхания, анемии, повышение кровяного давления, поражение почек, болезнь итаи-итаи, протенинурия, остеопороз, мутагенное и канцерогенное действие
Hg		Поражения центральной нервной системы и периферических нервов, инфантилизм, нарушение репродуктивных функций, стоматит, болезнь Минамата, преждевременное старение
Co	Эндемический зуб	
Ni		Дерматиты, нарушение кроветворения, канцерогенность, эмбриотоксикоз, подострая миелооптиконеуропатия
Cr		Дерматиты, канцерогенность
V		Заболевания сердечно-сосудистой системы

Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов, к классам опасности

№	Класс	Элемент
I	высоко опасные	Hg, Cd, Pb, Zn, As, Se, F
II	умеренно опасные	Cu, Co, Ni, Mo, Cr, B, Sb
III	мало опасные	V, W, Mn, Sr, Ba

КЛАСС ОПАСНОСТИ	ХИМИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Таким образом, к тяжелым металлам относят более 40 химических элементов, масса атомов которых составляет свыше 50 а.е.м. Это Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co и др. Среди ТМ много микроэлементов, являющихся необходимыми и незаменимыми компонентами биокатализаторов и биорегуляторов важнейших физиологических процессов. Однако избыточное содержание ТМ в различных объектах биосферы оказывает угнетающее и даже токсическое действие на живые организмы.

Атомная единица массы (обозначение **а. е. м.**), она же **дальтон**, — внесистемная единица массы, применяемая для масс молекул, атомов, атомных ядер и элементарных частиц. Атомная единица массы выражается через массу нуклида углерода ^{12}C и равна $1/12$ массы этого нуклида.

Полевая программа наблюдений

- Перед осуществлением **полевой программы наблюдений** за уровнем загрязнения почв ТМ в природных и сельскохозяйственных ландшафтах необходимо провести:
 - планирование работ, т. е. определить примерное количество точек отбора проб,
 - составить схему их территориального размещения,
 - наметить полевые маршруты или последовательность обработки площадей,
 - установить календарные сроки исполнения задания.

- Помимо этого следует проверить
 - наличие и качество топографического материала, а также тематических карт (почвенных, геоботанических, геологических, геохимических и др.);
 - собрать сведения об источниках загрязнения почв на обследуемой территории (расположение, используемое сырье, объем производства, отходы), а также
 - установить связь с учреждениями, которые заинтересованы в предполагаемом обследовании.

Экспедиционные работы

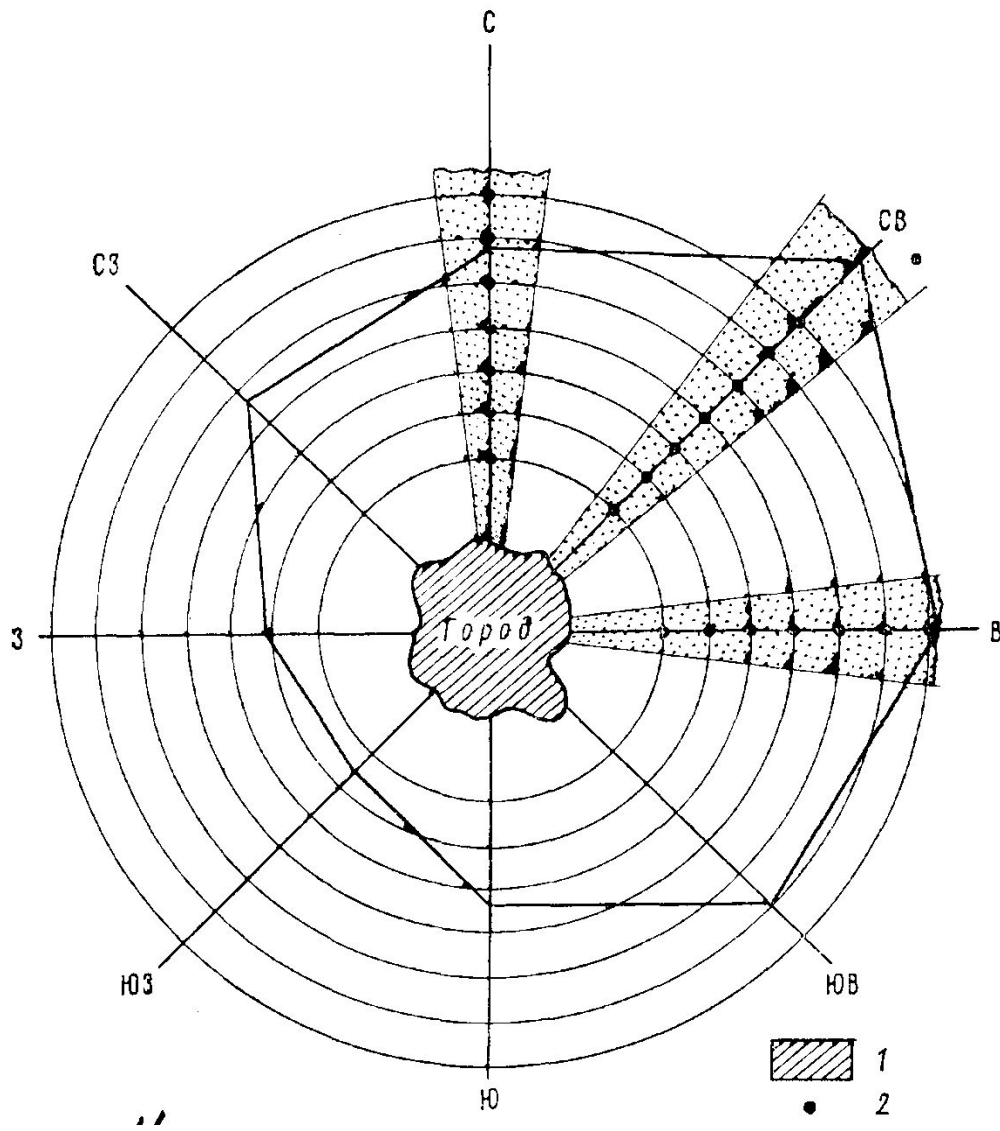
- Наблюдения за уровнем загрязнения почв тяжелыми металлами в городах и на окружающей территории носят характер экспедиционных работ и поэтому включают в себя все мероприятия по подготовке к ним.
- Сбор материалов проводится в сухое время года, в период уборки урожая основных сельскохозяйственных культур, т. е. летом и в начале осени.
- Повторные наблюдения за уровнем загрязнения почв тяжелыми металлами ранее обследованных территорий осуществляются через **5 — 10** лет.

Обобщение результатов наблюдений за загрязнением почв

- Содержание и характер наблюдений за уровнем загрязнения почв и их картографирование в сельских и городских условиях имеют свою специфику. В задачи наблюдений входят:
- **регистрация** современного уровня химического загрязнения почв, выявление географических закономерностей и динамики временных изменений загрязнения почв в зависимости от расположения и технологических параметров источника загрязнения;
- **прогноз тенденций изменения** химического состава почв в ближайшем будущем и оценка последствий загрязнения почв;
- **обеспечение заинтересованных организаций информацией** об уровне загрязнения почв.
- Исходя из перечисленных задач, можно выделить следующие виды наблюдений:
- **режимные наблюдения**, т. е. систематические наблюдения за уровнем содержания химических веществ в почвах в течение определенного промежутка времени;
- **комплексные наблюдения**, в том числе за процессами миграции веществ в системах «атмосферный воздух—почва», «почва—растение», «почва—вода» и «почва—донные отложения»;
- **наблюдения за вертикальной миграцией** загрязняющих веществ в почвах по профилю;
- **наблюдения в определенных пунктах**, намеченных в соответствии с запросами тех или иных организаций.

Выбор участков наблюдения

- При выборе участков наблюдения исходным рабочим документом служит **топографическая основа** определенного масштаба (1:10 000).
- Контуры (схему) города, населенного пункта или промышленного комплекса размещают, как правило, в центре плана местности, который переснимается с топографической основы.
- Из геометрического центра (город, промышленный комплекс, завод и т. д.) с помощью циркуля наносят окружности радиусом 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30; 50 см (км — в масштабе карты), т. е. обозначают зону возможного загрязнения почв.

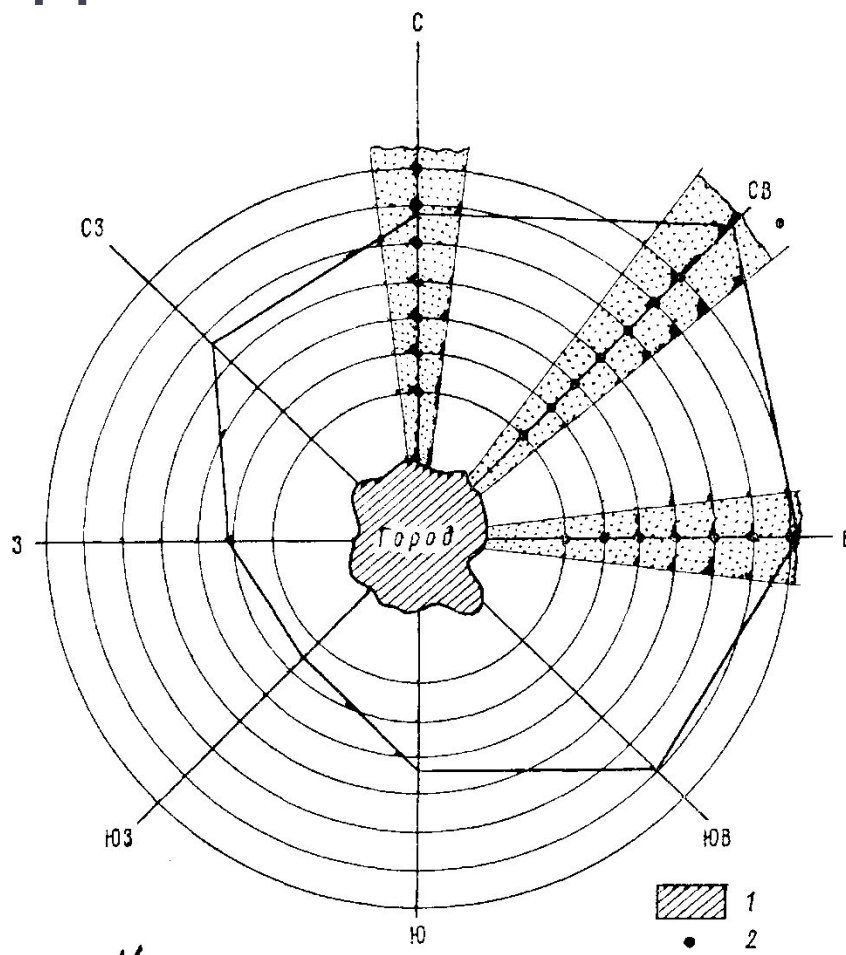


Выбор участков наблюдения

- На подготовленный таким образом план местности наносят контуры многолетней розы ветров по 8—16 румбам.
- Самый большой вектор, соответствующий наибольшей повторяемости ветра, откладывается в подветренную сторону, его длина должна составлять 25—30 см (25—30 км в масштабе карты).
- Пропорционально величине этого вектора на карте откладывают остальные векторы.
- Таким образом, в контур, образованный розой ветров, схематически включается территория наибольшего загрязнения почв компонентами промышленных выбросов предприятия.
- В местах пересечения осей векторов с окружностями располагаются ключевые участки, на которых закладывают сеть опорных разрезов, пункты и площадки взятия проб.
- После отбора нескольких простых проб почвы составляют объединенную пробу, которую отправляют на анализ в лабораторию вместе с сопроводительным талоном.

Схема размещения ключевых участков при наблюдении

- В направлении радиусов строятся секторы шириной 200-300 м вблизи источников загрязнения с постепенным расширением до 1-3 км;
- в местах пересечения осей секторов с окружностями располагаются ключевые участки, на них — сеть опорных разрезов, пункты и площадки взятия проб.



Загрязнение ТМ

- Техногенные выбросы, загрязняющие почвенный покров через атмосферу, сосредотачиваются в поверхностных слоях почвы.
- **Тяжелые металлы** сорбируются, как правило, в первых **2 — 5 см** от поверхности.
- Загрязнение нижних горизонтов происходит в результате обработки почвы (вспашки, культивации, боронования), а также вследствие диффузионного и конвективного переноса через трещины, ходы почвенных животных и растений.
- Поэтому наиболее четкая картина загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами может быть получена при отборе проб почв с глубины **0 — 10 и 0 — 20 см на пашне** и с глубины 0 — 2,5; 2,5 — 5,0; 5 — 10; 10 — 20; 20 — 40 см на целине или старой залежи.


Отбор проб

- **Объединенная проба** составляется, как правило, методом конверта.
- Все дальнейшие операции с первичной обработкой почв аналогичны операциям, осуществляемым при контроле за загрязнением почв пестицидами.
- После отбора проба почвы направляется на анализ в лабораторию.
- К каждой пробе прилагается талон, содержащий основные необходимые сведения о самой почве и условиях ее отбора.
- В сопроводительном талоне указывается порядковый номер образца, число, месяц и год отбора, а также либо фактическое название, либо номер или условное обозначение пункта, расшифрованное в рабочем журнале.

Отбор проб

- Отбор проб почв в городских условиях следует производить по сетке квадратов такого масштаба, который обеспечил бы частоту отбора проб почв не менее 5 — 6 образцов на 100 га.
- Такая частота проб почв обеспечивает получение данных для составления карт загрязненности почв на территории городов.
- Отбор проб осуществляется методом конверта со стороной 5 — 10 м с глубины 20 см.

Контроль радиоактивного загрязнения почв



Радионуклеиды

- Почва как продукт выветривания литосферы и ее взаимодействия с атмосферой имеет определенную **фоновую радиоактивность**.
- Искусственно повышенная радиоактивность почв может быть связана с различными видами использования радиоизотопов, включая их добычу и переработку, в том числе производство и использование ядерного оружия.
- Загрязнение почв радиоактивными элементами происходит в основном в результате их выпадений из атмосферы.
- Наибольшая доля в радиоактивных выпадениях приходится на **стронций-90, йод-131, цезий-137**, которые обнаруживаются в тканях человека.
- Опасность возрастает еще и потому, что радиоактивные элементы, подобно пестицидам, концентрируются в трофических цепях.

Радионуклеиды

- Радионуклиды с большим периодом полураспада накапливаются в поверхностном слое почвы.
- Это позволяет определить суммарное значение радиоактивных выпадений из атмосферы за продолжительный период времени.
- В результате миграции радионуклиды способны проникать в глубь почвы.
- Скорость такого проникновения зависит от состояния поверхности почвы и ее влажности.
- Глубина проникновения в легких почвах для цезия-137 может достигать 50 см, а для стронция-90 — 90—100 см.

Контроль радиоактивного загрязнения

- Основное количество радионуклидов сосредоточено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы.
- Исследование вертикального распределения радионуклидов по профилю почвы позволяет:
 - - оценить мощность дозы гамма-излучения того или иного радионуклида и скорость миграции радионуклидов в почве;
 - - выявить промышленное загрязнение на фоне глобального или «свежие» радиоактивные выпадения на фоне «старых»;
 - - определить количество радионуклидов в почве.
- Одним из методов контроля радиоактивного загрязнения почв является метод отбора проб почв с последующим их гамма-спектрометрическим анализом в лабораторных условиях.

Отбор проб

- Для того чтобы результаты анализа почв могли быть распространены на всю исследуемую территорию, а не характеризовали бы только место отбора пробы, последняя должна быть представительной.
- Представительность отобранной пробы может быть обеспечена в том случае, если поверхность почвы в месте пробоотбора не подвергается смыву во время ливней или паводковыми водами, а также не подвержена смещению сильными ветрами в результате эрозии.
- Отбор проб следует проводить на открытых горизонтальных участках с ненарушенной структурой.
- В зависимости от уровня загрязнения выделяют два случая отбора проб почвы:
 - - при невысокой дозе гамма-излучения;
 - - если мощность дозы на поверхности почвы обусловлена выпавшими загрязнениями.

Отбор проб

- В первом случае используют специальные пробоотборники цилиндрической формы диаметром 26 см.
- Для исследования вертикального распределения загрязнения отобранный монолит почвы делят на слои.
- Толщина первых четырех слоев должна составлять 0,5 см, следующих четырех — 1 см и последних двух слоев — 2 см.
- Поскольку радионуклиды могут проникать в почву и на глубину более 10 см, для исследования их вертикального распределения используют другой пробоотборник, позволяющий отбирать пробы на глубине 40—50 см и на пахотных участках.
- Площадь такого пробоотборника составляет 100 см^2 , а высота — 70 см.
- Уменьшенный диаметр этого пробоотборника объясняется тем, что для пахотных почв и глубин более 10 см изменение содержания радионуклидов в почве с глубиной значительно меньше, чем для поверхностного слоя почвы;
- это позволяет проводить исследование более толстых слоев, и, следовательно, отбираемые пробы могут быть меньшего объема.

Отбор проб

- Кроме того, уменьшение диаметра пробоотборника позволяет с меньшими усилиями исключить попадание почвы из верхних слоев в нижние.
- Забив пробоотборник в почву, его выкапывают, разбирают на две половинки, а отобранную пробу делят на слои высотой 5 см.
- Пробы упаковывают в полиэтиленовые мешки и заворачивают в бумагу, снабжая этикетками с подробным описанием места отбора пробы и состояния поверхности почвы.

Загрязнение почв нефтепродуктами

Нефтепродукты

- При добыче, транспортировке, переработке и использовании ежегодно теряется около 50 млн т **нефти и нефтепродуктов**.
- В результате значительные территории становятся непригодными для сельскохозяйственного использования.
- В районах нефтеразработок и нефтедобычи происходит интенсивная трансформация морфологических и физико-химических свойств почвы, глубина изменения которых зависит от продолжительности загрязнения, величины и состава загрязняющих веществ нефти, ландшафтно-геохимических особенностей территории.
- При этом возрастает рН почвы, повышается общее количество углерода в 2—10 раз, углеводородов — в 10—100 раз, возникает специфическое техногенное осолонцевание исходных почв за счет внедрения ионов натрия в почвенно-поглощающий комплекс (ППК).

Загрязнение нефтепродуктами

- Обычно содержание нефти в верхнем 20-сантиметровом слое на два порядка выше, чем фоновое содержание
- Промачивание почвы нефтью достигает 100—200 см. Для разливов нефти и нефтепродуктов характерно локальное загрязнение на расстоянии до 1—2 км от источника.
- Автотранспорт, авиация, железнодорожный транспорт, коксохимические и нефтеперегонные заводы, нефтепромыслы способствуют загрязнению почвы **канцерогенными веществами**, среди которых особенно опасны полиароматические углеводороды (ПАУ), например бензапирен, конечным резервуаром аккумуляции которого является почвенный покров (гумусовый горизонт почв 0—50 см).
- Почва может фиксировать ПАУ и сохранять их, освобождая при сменах влажности, аэрации или реакции среды. Необходимо отметить, что выбросы, например, автотранспорта, обнаруживают на расстоянии 200—500 м от автомагистралей.

Для *охраны почв* от нефтяного загрязнения требуется проведение следующих мероприятий:

- Выработка норм допустимого содержания нефти и нефтепродуктов в почве.
- Осуществление анализа хозяйственно важных земель (особенно вблизи нефтепроводов, химпредприятий, буровых установок) на содержание в них нефтепродуктов.
- Капитальный ремонт или закрытие перечисленных объектов, если установлено, что это предприятие, нефтепровод, буровая установка является источником нефтяного загрязнения.
- Наказание лиц, ответственных за произошедшее загрязнение.
- Рекультивация и санация земель, загрязненных нефтепродуктами.

Восстановление загрязненной нефтепродуктами земли проходит в три основных этапа:

- удаление загрязненной нефтью почвы;
- рекультивация нарушенного при этом ландшафта;
- мелиорация.

На первом этапе вывозится минимальное количество загрязненной почвы и свозится в места захоронения или используется там, где от нее не требуется плодородных свойств (нанесение дамб и т.п.).

На втором этапе производится завоз нового плодородного слоя и вскрышных пород с хорошими почвообразующими свойствами, формирование нужного рельефа. Характер проведения этих работ зависит от таких факторов как вид последующего использования рекультивируемых площадей, климат, и окружающий рельеф.

На третьем этапе, соответственно, производится приспособление к сельскохозяйственному использованию. Заключается оно, как правило, в обеспечении нужного водного режима, защите от эрозии, оползней и т.д. Третий этап не является обязательным, но поскольку восстановление земель производится в основном под сельскохозяйственные нужды, то он обычно проводится тоже.

Содержание и характер проведения наблюдений за уровнем загрязнения почв и их картографирование в сельских и городских условиях имеют свою специфику. Задачами наблюдений являются:

- - регистрация современного уровня химического загрязнения почв, а также выявление географических закономерностей и динамики временных изменений загрязнения почв в зависимости от расположения и технологических параметров источника загрязнения;
- - прогноз изменения химического состава почв в ближайшем будущем и оценка возможных последствий их загрязнения;
- - обеспечение заинтересованных организаций информацией об уровне загрязнения почв.

С учетом перечисленных выше задач можно выделить следующие виды наблюдений:

- - **режимные**, т. е. систематические наблюдения за уровнем содержания химических веществ в почвах в течение определенного промежутка времени;
- - **комплексные**, включающие в себя исследования процессов миграции загрязняющих веществ в системах атмосферный воздух — почва, почва — растение, почва — вода и почва — донные отложения;
- - **изучение вертикальной миграции** загрязняющих веществ в почвах по профилю;
- - **за уровнем загрязнения почв в определенных пунктах**, намеченных в соответствии с запросами тех или иных организаций.

Методы оценки качества почв

- Для городских территорий применяются следующие методы оценки качества почв:
- **1) Методика ПДК (предельно допустимая концентрация химических веществ).**
- Метод ПДК является основным показателем при санитарно-гигиенической оценке загрязненности почвы вредными веществами.

2) Методика ОДК (ориентировочно допустимая концентрация химического вещества)

- С помощью этого расчетного метода выявляется уровень загрязненности почвы. В основе методики исследования заложены нормативы, рассчитанные для оценки безопасности продуктов питания.
- Такой подход обусловлен тем, что вредоносные вещества из почвы имеют тенденцию переходить в растения, которые в дальнейшем могут попадать в организм человека.

3) Методика биотестирования

- Особенностью метода является то, что для выявления уровня токсичности почвенной пробы используются живые организмы.
- Это могут быть животные, микроорганизмы или растения.

4) Методика биодиагностики

- Биологическая активность почвы находится на определенном уровне, зафиксированном многочисленными исследованиями. Основные показатели загрязнения при исследовании:
 - тяжелые металлы
 - нефтепродукты
 - радиоактивные элементы
- В основе метода лежит исследование почвенных ферментов, содержащихся в гумусе. Их химическая активность значительно меняется под воздействием загрязняющих факторов. Другой фактор — влияние на почвенные микроорганизмы.
- Комплексная оценка степени загрязненности почвы методом биодиагностики базируется на интегральном показателе биологического состояния (ИПБС).

Оценка загрязнения

- Таким образом, при наблюдениях за уровнем загрязнения почв необходимо получить представление не только о **степени химического загрязнения в настоящее время**, но и о возможном **развитии происходящих процессов**, в частности в период, когда будут внедряться мероприятия, направленные на уменьшение загрязнения почв, существенно изменяющие водный, тепловой, солевой, биологический и другие режимы почвы.
- Информация о загрязнении почв поступает в лаборатории в виде **сопроводительных талонов**, а результаты анализа почв — **в виде рабочих таблиц**.
- По этим данным составляют справки и обзоры, а также дают так называемую штормовую информацию.
- В установленные методиками Росгидромета сроки на почвы составляют **технохимические карты**.

Показатели и оценка экологического состояния почв

- Основными загрязняющими веществами почв являются металлы , нефтепродукты , радиоактивные вещества , удобрения и пестициды.
- Основными критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами являются их ПДК.

Суммарный показатель загрязнения почвы Z_c

$$Z_c = \sum Kc_i - (n-1)$$

- n – число загрязняющих веществ ;
- K_c – коэффициент концентрации химического вещества, равен отношению реального содержания вредного вещества C_i к фоновому C_f :
- $K_c = C_i / C_f$.

Уровень загрязнения почв

По уровню загрязнения и степени опасности для населения почвы города разделяются на категории:

Категория уровня загрязнения почвы	Суммарный показатель загрязнения Z_c
чистая	
допустимая	менее 16
умеренно опасная	16... 32
опасная	32...128
чрезвычайно опасная	более 128

Рекомендации по использованию ПОЧВ

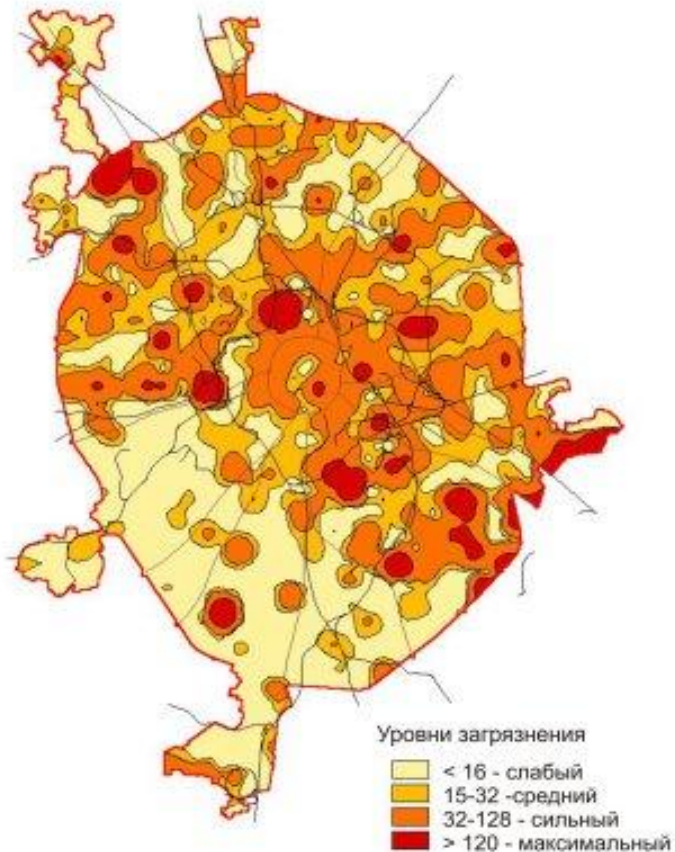
- Почва категории:
- - **«чистая»** используется без ограничений ;
- - **«допустимая»** используется без ограничений, исключая объекты повышенного риска ;
- - **«умеренно опасная»** используется ,
- а **«опасная»** ограниченно используется в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок ;
- - **«чрезвычайно опасная»** вывозится и утилизируется на специализированных полигонах.
- - Мероприятия по охране почв включают снятие и сохранение почвенного слоя , противоэрозионные мероприятия , мелиорацию загрязнённых почв.

Карты загрязненности почв

- При исследовании загрязнения почв тяжелыми металлами составляются специальные карты загрязненности почв тяжелыми металлами — **почвенно-технохимические карты**.
- В таких картах показываются не только типы, подтипы, виды и разновидности почв по принятой систематике, но и степень загрязнения почв различными ингредиентами.

- После проведения соответствующих расчетов степени загрязнения почв приступают к нанесению контуров на подготовленную топографическую основу с учетом предлагаемой шкалы степени загрязнения почв.
- Сначала на выверенную карту-основу переносят цифровые значения степени загрязнения почв тем или иным тяжелым металлом.
- Каждому значению шкалы степени загрязнения почв на карте должны соответствовать определенный цвет или штриховка.
- Шкала цветов, начиная от наименьшей (фоновой), следующая: голубой — зеленый — желтый — оранжевый — красный. Для каждого элемента составляется отдельная карта.
- При малом количестве контролируемых элементов (2 — 3 элемента) можно составлять совмещенные карты.

Суммарное загрязнение почв химическими элементами



Сравнительная характеристика уровней загрязнения различных функциональных зон г. Москвы

УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТМ (СПЗ)

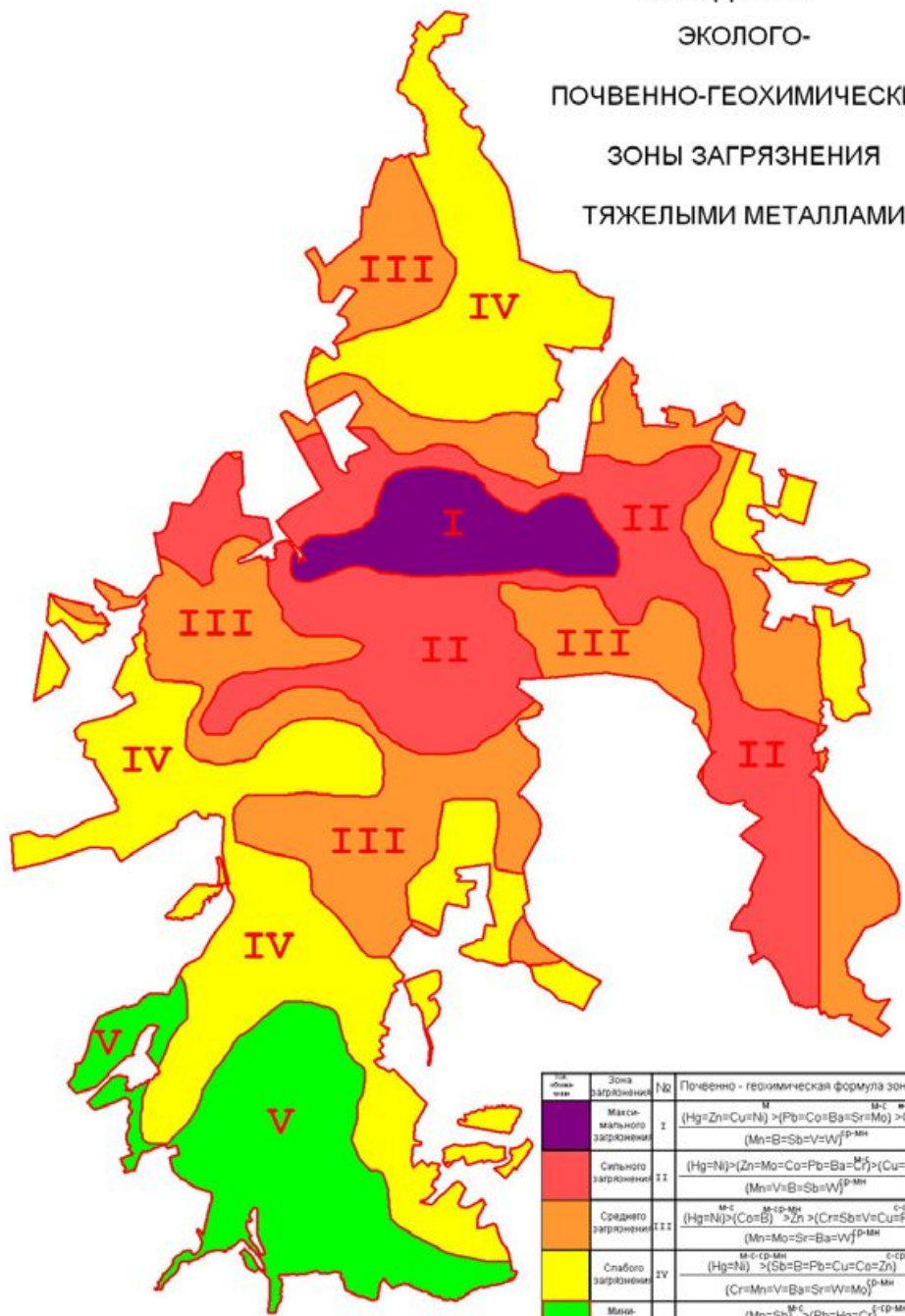


СПЗ - средний показатель загрязнения, рассчитываемый как сумма отношений концентраций загрязняющих компонентов к ПДК

Экологическая обстановка в г. Москве



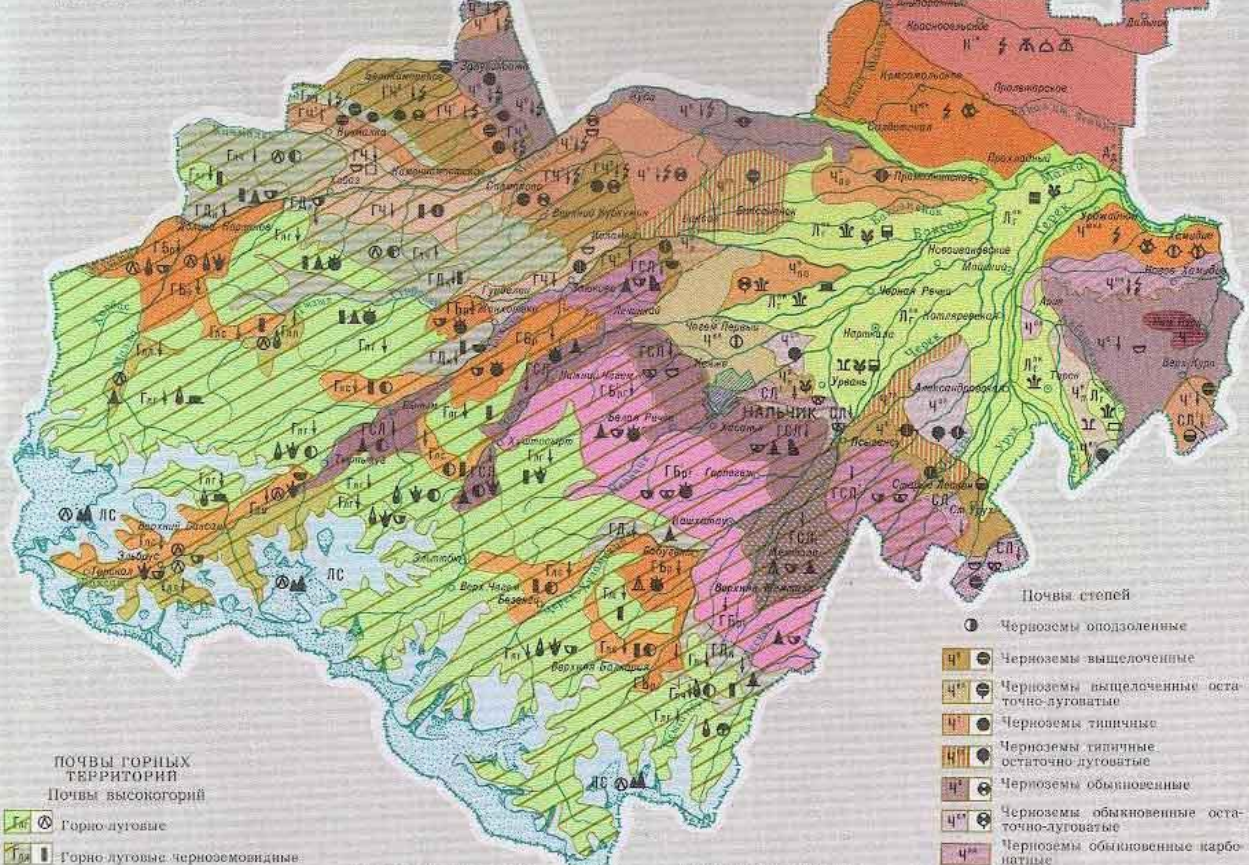
ГОРОД ТУЛА
 ЭКОЛОГО-
 ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ
 ЗОНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
 ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ



Цвета обозначения	Зона загрязнения	№	Почвенно-геохимическая формула зоны
Пурпурный	Максимального загрязнения	I	$(Hg=Zn=Cu=Ni) \times (Pb=Co=Ba=Sr=Mo) > Cr$ $(Mn=B=Sb=V=W)^{P-Mn}$
Красный	Сильного загрязнения	II	$(Hg=Ni) \times (Zn=Mo=Co=Pb=Ba=Cr) > (Cu=Sr)$ $(Mn=V=B=Sb=W)^{P-Mn}$
Оранжевый	Среднего загрязнения	III	$(Hg=Ni) \times (Co=B) > Zn > (Cr=Sb=V=Cu=Pb)$ $(Mn=Mo=Sr=Ba=W)^{P-Mn}$
Желтый	Слабого загрязнения	IV	$(Hg=Ni) > (Sb=B=Pb=Cu=Co=Zn)$ $(Cr=Mn=V=Ba=Sr=W=Mo)^{P-Mn}$
Зеленый	Минимального загрязнения	V	$(Mn=Sn) > (Pb=Hg=Cr)$ $(Zn=Cu=Ni=Mo=V=Ba=Sr=W)^{P-Mn}$

ПОЧВЕННАЯ КАРТА

Масштаб 1:750 000



ПОЧВЫ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Почвы высокогорий

- ГЛ Горно-луговые
- ГЛЧ Горно-луговые черноземовидные
- ГЛС Горные лугово-степные
- ГЛЛ Горные лугово-лесные
- ГЛТ Горно-торфянистые
- ГЛЛС Горные бурые лесные
- ГЛЛСГ Горные бурые лесные глеевые
- ГЛЛСГГ Горные серые лесные
- ГЛЛСГГГ Горные темные серые лесные
- ГЛЛСГГГГ Горные серые лесные глеевые
- ГЛЛСГГГГГ Горные дерново-карбонатные

Почвы горных степей

- ГЧ Горные черноземы
- ГЧВ Горные черноземы выщелоченные
- ГЧТ Горные черноземы типичные
- ГЧО Горные черноземы обыкновенные
- ГЧОВ Горные лугово-черноземные выщелоченные

Горные гидроморфные почвы

- ГБ Горные лугово-болотные переувлажненные
- ГП Горные пойменные почвы
- ГПД Горные аллювиальные

Горные почвогрунты и непочвенные образования

- ГН Горные намывные почвогрунты
- ГП Горные почвогрунты оползней
- ГПВ Выходы горных пород
- ЛС Ледники и снежники
- Почвы лесов и лесостепей
- СЛ Серые лесные
- СЛТ Темно-серые лесные
- СЛП Серые лесные поверхностно-глееватые

ПОЧВЫ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Почвы степей

- Ч Червоземы оподзоленные
- ЧВ Червоземы выщелоченные
- ЧВТ Червоземы выщелоченные остаточнo-луговые
- ЧТ Червоземы типичные
- ЧО Червоземы типичные остаточнo-луговые
- ЧОВ Червоземы обыкновенные
- ЧОВ Червоземы обыкновенные остаточнo-луговые
- ЧОТ Червоземы обыкновенные карбонатные
- ЧОТЗ Червоземы обыкновенные засоленные
- ЧЮ Червоземы южные карбонатные
- ЧЮВ Червоземы южные карбонатные остаточнo-луговые
- ЧЮТ Червоземы южные карбонатные засоленные
- ЧЮТЗ Червоземы южные карбонатные засоленные
- ЧЮТЗВ Лугово-черноземные выщелоченные
- ЧЮТЗВТ Лугово-черноземные карбонатные
- ЧЮТЗВТЗ Лугово-черноземные карбонатные засоленные
- ЧЮТЗВТЗВ Лугово-черноземные выщелоченные
- ЧЮТЗВТЗВТ Лугово-черноземные карбонатные
- ЧЮТЗВТЗВТЗ Лугово-черноземные карбонатные засоленные

Почвы сухих степей

- ЧК Темно-каштановые карбонатные
- ЧКЗ Темно-каштановые карбонатные засоленные
- ЧКЛ Луговато-каштановые карбонатные
- ЧКЛЗ Луговато-каштановые карбонатные засоленные

Гидроморфные почвы

- ЛК Луговые карбонатные
- ЛКВ Влажно-луговые карбонатные
- ЛКЗ Луговые засоленные
- ЛКЛ Лугово-болотные переувлажненные
- ЛКЛВ Лугово-болотные засоленные

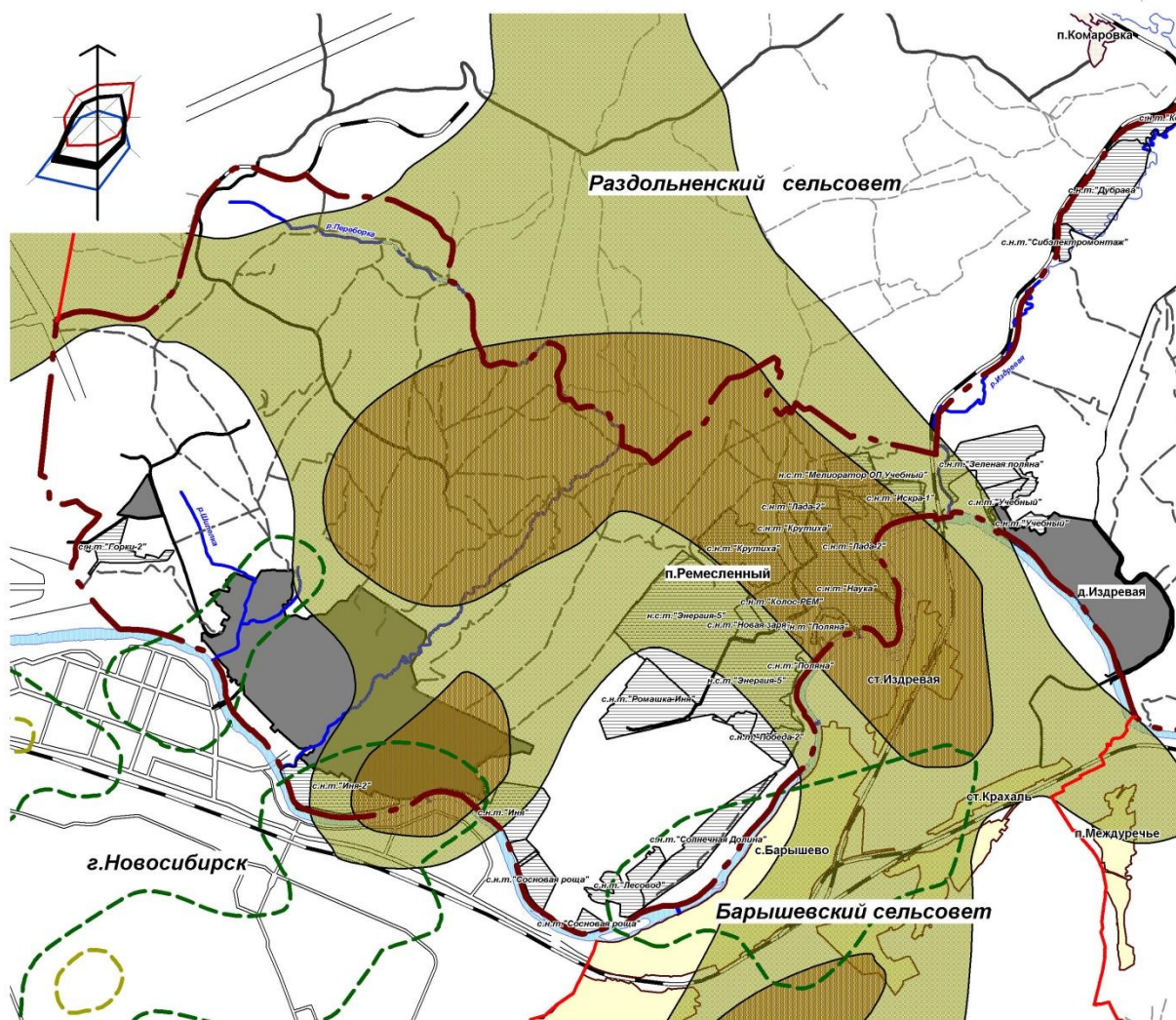
Пойменные почвы

- ЛД Аллювиальные дерновые насыщенные карбонатные
- ЛДЗ Аллювиальные луговые насыщенные слоистые примитивные карбонатные
- ЛДЛ Аллювиальные луговые насыщенные карбонатные

Почвогрунты и непочвенные образования

- НП Намывные почвогрунты
- ВВ Водная эрозия
- ВЗ Ветровая эрозия

КАРТА СУММАРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ I-III КЛАССА ОПАСНОСТИ



Условные обозначения

- граница Новолуговского сельсовета
- граница смежных муниципальных образований
- водные объекты
- железная дорога
- дороги местного значения
- полевые дороги
- территории населённых пунктов Новолуговского сельсовета
- территории садовых некоммерческих товариществ (СНТ, НСТ)

суммарный показатель загрязнения элементами I-II классов опасности (As, Cd, Ag, Pb, Cr, Cu, Zn) (по данным опробования снежного покрова)

- средний 64-128
- высокий 128-256

$Z_p = K_p \cdot (n-1)$, где

K_p - коэффициент относительного увеличения общей нагрузки элементами
 n - число учитываемых элементов

суммарный показатель загрязнения почв элементами I-III классов опасности (As, Cd, Hg, Pb, Cr, Cu, Zn? Mo, Ni, Co, U, Mn, Sc)

- средний 16-32
- высокий 32-128

$Z_c = K_c \cdot (n-1)$, где

K_c - коэффициент концентрации элемента относительно фоновых загрязнений

n - количество учитываемых элементов I-III классов

Карта суммарного показателя загрязнения в интервале глубин 1 - 9 метров



допустимая степень загрязнения
 $Z_c < 16$



опасная степень загрязнения
 $Z_c 32-128$



умеренно опасная степень суммарного загрязнения
 $Z_c 16-32$