

Лекция 9. Экологическая реконструкция городских территорий

Структура лекции:

- **Городские почвы и их реабилитация**
- **Мелиорация городских земель и ее виды**
- **Ликвидация несанкционированных свалок**
- **Защита подземных вод от загрязнения в условиях города**
- **Освоение подземного пространства как элемент экореконструкции**

городов

Свободных территорий для градостроительного освоения в границах городов с быстрым территориальным ростом, особенно таких как Москва и Санкт-Петербург практически не осталось. Поэтому стала актуальной проблема освоения территорий в стыковых зонах города и пригорода с практически неконтролируемым землепользованием и неиспользуемых территорий в черте города, часто занятых несанкционированными свалками.

Экологическая реконструкция урбанизированной среды обитания основывается на объединении передовых достижений науки и технологии в условиях гармонизации жизнедеятельности человека и окружающей его природной среды, реализуется обществом путем осуществления мер, обеспечивающих экологическую безопасность и экореабилитацию людей, охватывает экологическое оздоровление природных комплексов и создаваемой человеком жизненной среды, а также предусматривает экологизацию эксплуатируемых территорий и окружающей среды на основе устойчивого развития (Р. И. Фоков, 2006 г.).

Экореконструкция среды обитания (часто используется и термин «экологическая реабилитация») предусматривает реализацию инициатив, которые стимулируют эколого-гуманистические стратегии, развитие научно-технологического сотрудничества и экологического мониторинга,

осуществление социальных, культурных, экореабилитационных, образовательных и других программ, а также инвестиционных проектов в этой области.

Городские почвы и их реабилитация

Состояние городских почв. Здоровая, плодородная почва — национальное достояние. Между тем на территории любого города не остается почвы как естественно-исторического органоминерального тела. Естественные ненарушенные почвы остались

лишь в виде островков в городских лесах и лесопарках. На подавляющей части городской территории сформировались специфические образования — урбаноземы, которые отличаются от естественных почв как структурой и свойствами, так и выполняемыми функциями (С. А. Герасимова и др., 2001 г.).

Урбанозем — искусственно образованная в процессе формирования городской среды почва, являющаяся биокосной многофазной системой, состоящей из твердой, жидкой и газовой фаз с непременным участием живой материи, функционирующая под воздействием тех же факторов почвообразования, что и естественные почвы, но с добавлением специфического в городской среде антропогенного фактора.

Урбаноземы формируются на антропогенно-нарушенных или антропогенно-преобразованных (с инородными включениями, нарушенным сложением и т. д.) грунтах, не подвергавшихся целенаправленной биологической рекультивации на глубину до 1,5 м.

Урбаноземы подразделяются на следующие типы:

1. *Конструктоземы* — целенаправленно создаваемые с помощью искусственных приемов почвы, состоящие из последовательно сменяющихся слоев грунта разного гранулометрического состава и насыщенности органическими соединениями, отсыпаемых для целей конструирования (создания) профиля по аналогу природной модели почвы;

2. *Индустриземы* — почвы промышленно-коммунальных зон, загрязненные тяжелыми металлами, механическими включениями и другими токсичными веществами;

3. *Агроурбаноземы* (культуросемы) — городские почвы фруктовых и ботанических садов, старых огородов, для которых характерна большая (до 40 см) мощность гумусового горизонта;

4. *Некроземы* — почвы, входящие в комплекс почв городских кладбищ, для которых характерна перемешанность грунтов в слое более 200 см.

Факторами, усложняющими структуру почвенного покрова в городах, являются: наличие фундаментов зданий, линии метрополитена и «запечатанная» дневная поверхность. Запечатанность почв, например, в пределах Садового кольца Москвы достигает 80-90 % площади, территорий промышленных зон — до 80 %. Почвы под жилой застройкой различаются по степени запечатанности от 20 до 70 % .

Наиболее серьезными причинами антропогенного давления (прессинга) на почвы в условиях городов являются:

— перуплотнение, вызываемое нагрузкой со стороны пешеходов и различной техники, особенно при проведении строительных работ;

— засоление, возникающее из-за внесения на открытые поверхности противогололедных реагентов, а также применения минеральных удобрений для развития растений;

— неблагоприятный водно-воздушный режим (нехватка или, наоборот, избыток влаги, связанные с неравномерностью распределения атмосферных осадков по причине изоляции большей части деятельной поверхности строениями и дорожными покрытиями);

— отравление почвенных организмов и растительности, которое возникает при концентрировании в верхних горизонтах почв антропогенных загрязнителей (тяжелых металлов, радионуклидов, органических соединений), а также продуктов жизнедеятельности почвенной микрофлоры.

Вышеизложенное указывает на крайнюю остроту проблемы оздоровления городских почв.

Мелиорация городских земель и ее виды.

В общем смысле под мелиорацией понимается система организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных

на улучшение земель в целях создания наиболее благоприятных условий для развития сельского хозяйства или общего оздоровления природной среды.

Объектами мелиорации могут быть: 1) земли с неблагоприятными условиями водно-воздушного режима (болота и заболоченные земли, засушливые степи, полупустыни и пустыни); 2) земли с неблагоприятными физическими и химическими свойствами (засоленные, тяжелые глинистые почвы, пески и т. д.); 3) земли, подверженные механическому воздействию воды или ветра (овраги, легко размываемый почвенный покров, склоновые территории), на которых осуществляются противоэрозионные мероприятия.

В зависимости от объекта и способа воздействия на почву и растения различают гидротехническую, агротехническую, лесотехническую, химическую и культуртехническую мелиорацию.

Агротехническая мелиорация изменяет физические и химические свойства почвы, содержание различных питательных элементов и включает различные виды вспашек, почвоуглубление, залужение крутых склонов, улучшение лугов и пастбищ, снегозадержание.

Под *лесотехнической мелиорацией* подразумевается улучшение земель путем выращивания древесной растительности. Сюда относятся облесение местности, закрепление движущихся песков, создание защитных лесных полос и т. Д.

Химическая мелиорация применяется для улучшения свойств земель путем внесения химических препаратов.

Культуртехническая мелиорация позволяет улучшать состояние поверхности почвы путем удаления камней, пней, кустарника, планировки поверхности.

В этом контексте *реабилитацию* городских почв (урбаноземов) можно рассматривать как один из специфических видов мелиорации земель, направленную на восстановление (полное или частичное) их локальных экологических функций и рекреационного потенциала.

Химическая реабилитация урбаноземов имеет целью максимально

возможное приближение их состава, структуры и химических свойств к природным почвам и, как следствие, повышение их плодородия, достигаемые внесением определенных химических веществ.

В зависимости от реакции почвенного раствора почвы обычно подразделяются на шесть групп: сильнокислые (рН 3—4), кислые (рН 4—5), слабокислые (рН 5—6), нейтральные (рН 6—7), слабощелочные (рН 7—8) и сильнощелочные (рН 8—9). На территории нашей страны широко распространены почвы, относящиеся к трем первым группам: а также солонцовые и карбонатные почвы с повышенной щелочностью.

Кислотность органических почвенных коллоидов определяется главным образом присутствием в почвенном поглощающем комплексе (ППК) водородных ионов, которые легко поступают в раствор и вступают в обменные реакции с основаниями и нейтральными солями.

Кислотность минеральных коллоидов определяется главным образом наличием: в обменном состоянии катионов алюминия.

Кислые почвы нуждаются в мелиорации, прежде всего в известковании.

Солонцовыми называют почвы, содержащие большое количество обменного натрия (иногда магния) в ППК. Низкое естественное плодородие солонцовых почв объясняется, прежде всего их отрицательными водно-физическими и механическими характеристиками.

Радикальным и широко распространенным на практике методом химической мелиорации солонцовых почв является их *гипсование*, т. е. внесение в почву в качестве мелиорирующего средства гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Защита почв от загрязнения тяжелыми, металлами, как известно, почва имеет значительную емкость поглощения, по отношению к химическим загрязняющим веществам. В ней протекают процессы трансформации различных соединений, в том числе и экологически опасных. При этом возможно превращение их в малотоксичные, инертные или малодоступные для растений соединения. Однако, несмотря на протекторные свойства почвы, существуют пределы и

уровни техногенного воздействия на окружающую среду, превышение которых приводит к необратимым последствиям.

Эффективный прием, снижающий подвижность тяжелых металлов и способствующий закреплению их в малоподвижной, недоступной растениям форме, — *известкование*. Этот прием успешно применяют в районах с избыточным увлажнением, особенно на почвах с повышенной концентрацией водорода, подвижного алюминия, железа, марганца.

Органическое вещество — прекрасный инактиватор тяжелых металлов в почве. Оно повышает буферность почвы, способствует снижению токсического действия тяжелых металлов, концентрации солей в почвенном растворе, уменьшению фитотоксичности многовалентных тяжелых металлов и препятствует поступлению их в растения. Поэтому наиболее простой способ улучшения песчаных и легкосуглинистых почв — *внесение высоких доз органических удобрений*; его часто применяют в пригородных хозяйствах, садовых участках, огородах.

Кроме физических и химических приемов по восстановлению загрязненных тяжелыми металлами почв, используют различную устойчивость некоторых растений к высокому содержанию тяжелых металлов. Такие растения встречаются как среди дикорастущих, так и среди культурных видов, например хлопчатник, свекла, некоторые бобовые и лекарственные растения.

Этот метод удаления токсичных металлов из верхнего слоя почвы (глубина до 30 — 50 см) при помощи специально подобранных растений называется фитоочисткой (рис. 1).

Тяжелые металлы, например никель, хром, поглощаются корнями, стеблями и листьями растений, которые затем собираются и подвергаются захоронению на полигонах.

Фитоочистка может применяться не только для удаления из почв металлов, но и пестицидов, растворителей, взрывчатых веществ, нефти и т. п.



Рисунок 1. Очистка почвы от никеля с помощью растений.

Некоторые авторы (Добровольский, 1987; Wallace G., Wallace A., 1994) отмечают, что в корнях накапливается большее количество свинца, из корневой же системы в надземную часть растений поступает незначительное количество металла. Это обусловлено действием физиолого-биохимических механизмов, которые выполняют защитную функцию от токсического влияния тяжелых металлов при повышенных содержаниях их в почве. В нашем случае валовое количество свинца в почве в 12 раз превышает ПДК. Для всех исследуемых дикорастущих растений характерно повышение аккумуляции РЬ к концу вегетационного периода.

Эффективным способом борьбы с *радиоактивным загрязнением почв* является закрепление радионуклидов органическим веществом с образованием, нерастворимых комплексов (хелатов). В большинстве почв повышение рН, количества обменного калия и кальция способствует сорбции радионуклидов (например стронция). Глинистые минералы хорошо фиксируют такие радионуклиды, как стронций, цезий.

В ряде случаев, например при очень высокой степени загрязнения относительно небольших количеств почвы или почвогрунта целесообразно применять *промывку*. Лучше всего поддаются промывке песчаные почвы, хуже — илистые или глинистые.

В последнее время широко используется разведение и выпуск в агросистемы насекомых-хищников: божьей коровки, жужелицы, муравьев и др. (*биологическая защита*), внедрение в природные популяции видов или особей, которые не способны давать потомство (*генетическая защита*) и т. д.

Серьезной экологической проблемой России и ее городов в частности является загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами; она особенно остра в таких нефтедобывающих районах, как Западная Сибирь, Среднее и Нижнее Поволжье и др. Часто причинами загрязнения становятся аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах. Вследствие этого, например, в отдельных районах Тюменской и Томской областей концентрации нефтяных углеводородов в почвах превышают фоновые в сотни раз. В Западной Сибири выявлено свыше 20 тыс. га (200 км²), загрязненных нефтью с толщиной слоя не менее 5 см. Очень актуальна проблема загрязнения нефтепродуктами в городах с их обилием автотранспортных средств, АЗС, хранилищ топлива и т. п.

Аварийные разливы нефтепродуктов, как правило, происходят при нарушениях технологических режимов на этапах хранения, транспортировки, эксплуатации топлива и правил обращения с нефтепродуктами, при физическом износе оборудования, стихийных бедствиях и прочих. МЧС России в зависимости от объема и площади разлива нефти и нефтепродуктов на местности, во внутренних пресноводных водоемах выделяет чрезвычайные ситуации (ЧС) следующих категорий (Военная экология, 2005 г.):

— *локального значения* — разлив от нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов (определяются специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды) до 100 т нефти и нефтепродуктов на территории объекта;

— *муниципального значения*, — разлив от **100** до **500** т нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы муниципального образования (города) либо разлив до **100** т нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы территории

объекта;

— *территориального значения* — разлив от **500** до **1000** т нефти и нефтепродуктов в пределах административной границы субъекта Российской Федерации либо разлив от **100** до 500 т нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы границы муниципального образования;

— *регионального значения* — разлив от **1000** до **5000** т нефти и нефтепродуктов либо разлив от **500** до **1000** т нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы субъекта РФ;

— *федерального значения* — разлив свыше **5000** т нефти и нефтепродуктов либо разлив нефти и нефтепродуктов вне зависимости от объема, выходящий за пределы государственной границы Российской Федерации, а также разлив нефти и нефтепродуктов, поступающий с территорий сопредельных государств (*трансграничного значения*).

Вполне естественно, что в первую очередь после аварийного разлива нефтепродукта следует ограничить его распространение по поверхности земли, чтобы не допустить попадания в водоемы, а также испарения нефтепродукта, следствием которого может стать его воспламенение; фильтрации нефтепродукта в более глубокие почвенные и грунтовые слои земли; растекания нефтепродукта в направлении наиболее удобного для этого ландшафта,

Механические методы (обваловка загрязненного участка, обнесение его какими-либо ограждающими средствами, например, бревнами, хворостом, трубами и т. п.) способствуют ограничению растекания нефтепродуктов в направлении пониженных участков ландшафта, препятствуя тем самым увеличению площади загрязнения.

Использование *физико-химических методов* позволяет: 1) экранировать

поверхность испарения разлитого нефтепродукта, что предотвращает его испарение и загорание; 2) превратить разлитый нефтепродукт в гелеобразное или твердое состояние, исключая его текучесть; 3) обрабатывать почву с целью защиты от нефтепродукта. Для указанных целей разработаны рецептуры гелеобразных пен на основе поливинилового спирта с добавками хлорида железа и ускорителя гелеобразования — оксида цинка ZnO.

Сбор разлившегося на почве нефтепродукта осуществляются механическими и физико-химическими методами.

Механические методы предусматривают использование специального оборудования для сбора нефтепродукта с почвы в исходном "(жидком) состоянии. Это, например, отечественные установки вакуумного типа, работающие по принципу пылесоса. В частности, вакуумные установки «ВАУ-1» и «ВАУ-2» имеют производительность 2 и 4 м³ соответственно.

Наиболее распространенным (из-за доступности) среди *физико-химических методов* является сорбционный, предусматривающий использование сорбирующих материалов — опилок, торфа, песка и др. Нефтепродукт при этом собирается в связанном сорбентом виде. Указанные сорбенты эффективны при относительно небольших разливах нефти и нефтепродуктов. При значительных аварийных разливах используют обычную землеройную технику, с помощью которой создают нефте-почвенную смесь; ее в дальнейшем перевозят автотранспортом на полигоны временного хранения.

Методы снижения остаточной концентрации нефтепродукта в почве до экологически приемлемого (в частности, исключая его попадание в грунтовые воды) уровня подразделяют на (физико-химические и биологические).

В результате выполненных обширных исследований в России разработано большое число препаратов — биодеструкторов нефтяных углеводородов: «Путидойл» «Бациспектин», «Деворойл», «Экойл», «Нафтокс», «Центрин», «Руден» и др.

Ликвидация несанкционированных свалок

Согласно некоторым исследователям (А. Н. Косариков, 2004 г.), за последние 5—7 лет площадь городских территорий, занятых свалками, увеличилась на 15—17 %.

Так, например, летом 2013г. на территории нашего города были обнаружены 2 несанкционированные свалки стройотходов. Свалки находились в районе улицы Парашютной в Приморском районе, и в районе дома 61 по Пулковскому шоссе, в 300 метрах от взлетно-посадочной полосы аэропорта Пулково.

Обычно для установления степени опасности свалки и определения очередности ее ликвидации предварительно определяют области распространения загрязнителей с тела свалки, их характеристики и возможность переноса за определенный промежуток времени (через воду, воздух). Исследования несанкционированной свалки завершают оценкой риска для здоровья людей и окружающей среды (ОС).

Далее приступают к анализу и выбору альтернативных методов рекультивации и обезвреживания несанкционированной свалки. Таковыми могут быть: 1) извлечение, удаление и надежное захоронение в другом месте; 2) уничтожение на месте; 3) фиксация загрязнителей на месте. Выбор того или иного метода зависит от характера химических веществ, содержащихся в свалке, условий ОС, материальных и финансовых ресурсов и т. д.

В России проблема рекультивации несанкционированных свалок практически не решалась, что, помимо нехватки средств, было связано с рядом других обстоятельств. Во-первых, на такие свалки ранее вывозились и промышленные отходы, среди которых присутствовали и токсичные. Во-вторых, эти свалки образовывались часто стихийно, что исключало какие-либо инженерно-экологические проработки по определению их

отрицательного воздействия на ОС. В-третьих, отсутствовал контроль за составом вывозимых на свалку отходов (это не исключает присутствия там токсичных, радиоактивных и медико-биологических отходов). В-четвертых, на несанкционированных свалках при их рекультивации возможно в ряде случаев обострение эпидемиологической обстановки (например, из-за переселения грызунов).

В целом решения по рекультивации несанкционированных свалок принимаются в соответствии с последующим использованием освободившейся территории (жилая застройка, промышленно-коммунальная зона, рекреационные зоны, озелененные территории и т. д.). Данный выбор и определяет объемы работ при рекультивации: полное или частичное удаление свалочных грунтов с заменой на чистые (привозные), перекрытие слоем чистого грунта без удаления, использование свалочных грунтов для засыпки в котлованы и т. д.

Защита подземных вод от загрязнения в условиях города

Запасы подземных пресных вод с каждым десятилетием приобретают все более высокую социальную значимость, выступая в качестве национального достояния общества. Особое значение они имеют для обеспечения питьевого водоснабжения населения, так как обладают высоким качеством, стабильностью состава и естественной защищенностью от загрязнения. Вместе с тем, эти воды также являются уязвимыми для загрязняющих веществ, хотя и существенно в меньшей степени, чем поверхностные воды.

Наиболее часто загрязнение подземных вод возникает в случаях:

- захоронения отходов, размещения свалок, кладбищ, скотомогильников, навозохранилищ и других: объектов в местах питания и разгрузки подземных вод;

- чрезмерного отбора подземных вод и связанного с этим: возникновения депрессионных воронок;

- использования: неэкранированных земляных амбаров, прудов-

накопителей, хвостохранилищ для сброса сточных вод и шламов;

— проведения работ по водопонижению при добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации дренажных систем на мелиорируемых землях;

— сброса дренажных вод с полей и ливневых сточных вод с территорий населенных мест в овраги и балки;

— применения, а также хранения ядохимикатов и удобрений в пределах водосборов грунтовых вод;

— орошения сельскохозяйственных земель сточными водами;

— образования подземных линз нефтепродуктов под резервуарами, используемыми для их хранения.

Восстановление качества грунтовых вод. Обычно считается, что если грунтовые воды загрязнены, то они утрачены практически навсегда, так как приемлемых способов очистки водоносных горизонтов не существует и требуются сотни лет для вымывания из них вредных веществ.

Однако в последнее время разрабатываются технологии для восстановления качества грунтовых вод.

Подобные технологии предусматривают предусматривает бурение скважин, откачку загрязненных грунтовых вод, их очистку при помощи например, химических фильтров или сорбционных фильтров и закачивание обратно в водоносный горизонт.

Освоение подземного пространства как элемент экореконструкции городов

Урбанизация приводит к тому, что пригодные для застройки ресурсы земель быстро истощаются. Происходит постепенное отчуждение новых участков и ликвидация ранее освоенных сельскохозяйственных угодий. Естественный ландшафт частично, а иногда и полностью уничтожается, резко ухудшается санитарно-гигиеническое состояние городов из-за недостаточной инсоляции, озеленения и т. д. Вследствие роста городов

увеличиваются средняя дальность поездок и подвижность населения, резко повышается объем грузовых перевозок, а значит, растет количество транспортных средств и транспортных потоков.

При расширении городов новые территории застройки обычно удалены от сложившихся центров города и от мест приложения труда, их последующее освоение связано с дополнительными затратами на строительство дорог, инженерных коммуникаций, а также на транспортные средства. Решение указанных проблем видят в широком использовании подземного пространства для размещения объектов городского строительства.

Подземным городом фактически является метрополитен. Практически любой город, в котором население превышает миллион жителей, нуждается в метрополитене. Ныне почти сто городов мира имеют подземные дороги, общая протяженность которых более 5 тыс. километров. По перевозкам пассажиров в число лидеров входит Москва, за почти 70 лет существования протяженность линий столичного метрополитена достигла 300 км, протяженность линий Санкт-Петербургского метрополитена – 113 км, а число ежедневно перевозимых пассажиров составляет миллионы (рис.2).

В последние годы создаются подземные транспортные и пешеходные тоннели на пересечениях магистралей с интенсивным движением транспорта. Благодаря подземному переходу резко снижается простой транспорта, расход горючего, загрязнение воздушной среды.

Номер линии метро	Цвет линии	Протяженность, м
<u>ЛИНИЯ МЕТРО №1</u>	красный	29650
<u>ЛИНИЯ МЕТРО</u>	синий	30100

<u>№2</u>		
<u>ЛИНИЯ МЕТРО</u>		
<u>№3</u>	зеленый	22600
<u>ЛИНИЯ МЕТРО</u>		
<u>№4</u>	оранжевый	11210
<u>ЛИНИЯ МЕТРО</u>		
<u>№5</u>	фиолетовый	20040

Рисунок 2. Протяженность линий Санкт-Петербургского метрополитена

В настоящее время, например, разработан проект реконструкции одной из главных загруженных площадей нашего города - Площади Восстания. Суть проекта состоит в том, чтобы организовать под площадью многоуровневое подземное пространство, где бы расположились пешеходные зоны, общественные пространства и парковки (рис. 3). Также на площадь предлагается вернуть памятник Александру III, а стелу переместить в другое место, например, на площадь Мужества. "Памятник по своим объемным характеристикам очень хорошо удерживает центр этой площади, а стела слишком легкая и изящная, ее массы недостаточно для удержания внимания. К тому же важен исторический контекст — Александр III основал вокзал, основал это место," — объясняет такое решение один из авторов-архитекторов проекта Михаил Кондяйн.



Рисунок 3. Современный вид (слева) и вид Площади Восстания после реконструкции

За счет освоения подземного пространства существенно улучшается транспортное, культурно-бытовое и коммунальное обслуживание населения городов и прилегающих к ним: агломераций. Зарубежной и отечественный опыт свидетельствует о том, что использование подземного пространства во многом способствует решению многих градостроительных, инженерных и социальных задач: ограничивается: территориальный рост городов, повышаются скорости и безопасность движения городского транспорта и переходов, снижается: уличный шум, улучшается: санитарно-гигиеническое состояние воздушного бассейна, повышается уровень озеленения и т. д.