

## СОХРАНЕНИЕ И СОЗДАНИЕ БЛАГОУСТРОЕННЫХ И ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА МЕГАПОЛИСОВ

Ушакова А.И.

*ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I», Санкт-Петербург, Россия (190031, Московский пр., 9), e-mail: dou@pgups.edu*

---

**В мировой практике условия комфортного проживания в городах выходят на первый план. Необходимые транспортные и инженерные системы располагаются под землей. Крупные города вынуждены в условиях моторизации отводить огромные территории для организации автомобильного движения и хранения автотранспорта. В статье проанализированы примеры и способы устройства эксплуатируемого благоустроенного и озелененного пространства над подземными структурами. Наиболее благоприятно для улучшения качества среды озеленение поверхности подземных сооружений в высокорентабельных центрах мегаполисов, причем не только газонами, но и высоко растущими деревьями. Современный уровень развития материалов, технологий и конструкций позволяет реализовывать ландшафтные мероприятия на различных сооружениях, но требует значительных единовременных затрат. Для снижения которых целесообразна разработка единых региональных строительных норм.**

---

Ключевые слова: подземные сооружения в городах, подземная урбанистика, благоустройство, озеленение, антропогенный ландшафт

## THE PRESERVATION AND CREATION OF GREEN AND LANDSCAPED AREAS WITH THE DEVELOPMENT OF UNDERGROUND SPACE OF MEGACITIES

Ushakova A.I.

*Petersburg State Transport University, 190031 Saint Petersburg, 9 Moskovsky pr., e-mail: dou@pgups.edu*

---

**In world practice, conditions are comfortable living in the cities come to the fore. Necessary transport and engineering systems are located underground. Large cities have to take in a vast territory of motorization for the organization of traffic and vehicle storage. The article analyzes the examples and the device is operated and landscaped green space over the underground structures. The most favorable for the improvement of environmental quality landscaping surface of underground structures in highly profitable center of the city, not only lawn, but the highly growing trees. The present level of development of materials, technologies and designs allows us to implement landscape actions on various plants, but requires a significant one-time costs. Which is suitable to reduce the development of uniform construction standards.**

---

Keywords: underground construction in megacities, underground urbanism, landscaping, gardening, anthropogenic landscape

При перенасыщенности пылящих поверхностей в городах актуально внедрение в практику строительства озелененных стен и кровель. В условиях сложившихся центров городов резервы для создания необходимых для города сооружений, таких как парковки, склады, торговые и другие предприятия, существуют в подземном пространстве. Над такими сооружениями могут создаваться и создаются благоустроенные и озелененные территории. В статье показан уровень развития технологий, практический и теоретический российский и зарубежный опыт подземного строительства с озеленением в уровне земли. Цель работы заключается в выявлении технологических и объемно-планировочных особенностей эксплуатируемых покрытий над подземными сооружениями.

## 1. Обзор благоустроенных пространств над подземными сооружениями

Технологическим достижением в Москве XVII в. был сад, устроенный на крыше каменной палаты, где вместо свинцовых плит его основанием служил «бревенчатый мост с бревенчатыми толстыми желобами для спуска воды». На этот помост была насыпана земля, в которую и посажены растения [8]. В XX веке Ле Корбюзье сделал эксплуатируемые крыши программным аспектом современной архитектуры. По функциональному назначению можно выделить несколько типов эксплуатируемых крыш: покрытия с ограниченной возможностью для ходьбы, пешеходное покрытие, зеленая кровля или крыша-сад, покрытие, пригодное для движения транспорта и устройства автостоянок. Очень часто эти типы покрытий комбинируются. Современные технологии строительства подземных сооружений в городах позволяют не влиять на наземный ландшафт. Актуальность благоустройства территорий над подземными сооружениями подтверждает мировой опыт повышения качества городской среды средствами подземной урбанистики. В таблице 1 приведена номенклатура подземных сооружений, над которыми может создаваться эксплуатируемое общественное пространство. Первыми подземными сооружениями, которыми пользовался человек, явились природные укрытия, позже инженерные сооружения. Подземные укрытия исторически сооружались обвалованными в целях маскировки. Озеленение промышленных объектов предпочтительно, так как они часто занимают значительные территории и негативно влияют на экологическую обстановку.

**Таблица 1**

Подземные сооружения по назначению, над которыми созданы озеленённые территории

	Подземное сооружение	Общественные пространства, объекты ландшафтной архитектуры
1	Объекты особого назначения	
2	Промышленные объекты	
3	Инженерные коммуникации	
4	Подземные транспортные тоннели, внеуличный рельсовый транспорт	Питуельпарк в Мюнхене
5	Учебные помещения	университет округа Миннесота
6	Подземные парковки	Парк Милениум (Чикаго)
		открытый стадион (Краков)
		эксплуатируемая кровля гаража РАО "Газпром" (Москва)
7	Подземные парковки в составе жилых массивов	дворовая территория Клубного Дома «Тихвинь» (Екатеринбург)
		озеленение и проезжая часть над подземным гаражом в жилом комплексе (г. Москва, ул. Сушевская, вл. 29-31)
		открытые озелененные террасы на крышах автостоянки в жилом

	Подземное сооружение	Общественные пространства, объекты ландшафтной архитектуры
		комплексе «Диадема» (г. Санкт-Петербург, Крестовский остров, Константиновский проспект, д. 23)
8	Торгово-общественные комплексы	Комплекс «Оазис 21» (Нагоя)
9	Общественно-транспортные узлы	Форум Ле Аль (Париж)
		Виньярд парк (Сидней)
		Манежная площадь (Москва)

Наиболее известный пример благоустройства за счет освоения подземного пространства, комплекс Ле-Аль в Париже, сооруженный в 70-е годы. Признанным во всем мире является озеленение покрытий подземных парковок. Самый известный Милениум парк, расположенный над подземной парковкой находится в Чикаго и насчитывает 100000 м<sup>2</sup> благоустроенного и озелененного пространства. Он был введен в эксплуатацию в 1997 г., стоимость реализации этого проекта составила 475 млн \$.

Интересен опыт Сиднея, где при оценке благоустройства над подземной станцией Виньярд, помимо основного параметра – площади открытых общественных пространств – учитывались такие параметры территории, как количество птиц, количество высокорастущих деревьев, шумовое и атмосферное загрязнение от транспорта [3, 5].

Максимально используются подземные пространства площадей и главных улиц, прежде всего для организации пешеходного движения и попутного обслуживания (Мюнхен, Париж, Будапешт). Кровли подземных зданий и сооружений стремятся максимально озеленить и благоустроить.

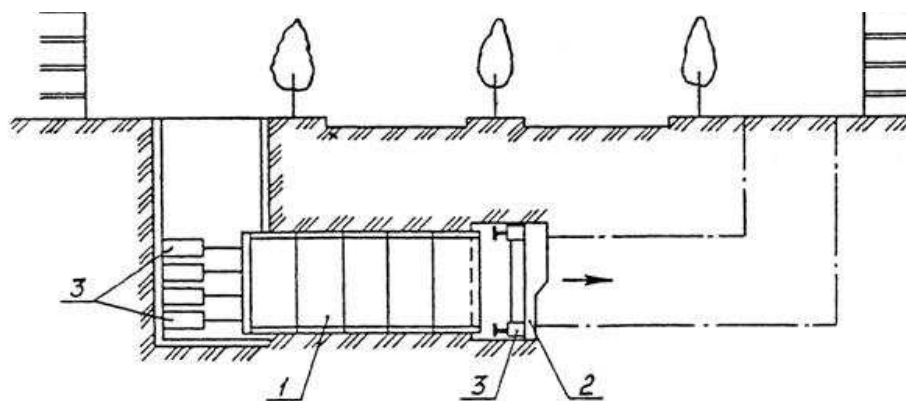
В России благоустроенные и озелененные пространства над подземными парковками находят признание в крупнейших городах таких, как Екатеринбург и Москва. Для условий Урала разработаны региональные рекомендации по созданию благоустроенных и озелененных кровель [7] и активно развивается освоение подземного пространства. Так, застройщик Клубного Дома «Тихвинь» принял решение разместить благоустроенную многофункциональную зону отдыха на стилобате – кровле гаража. И, не смотря на значительные инвестиции, получил выгоду. Площадь эксплуатируемой зеленой кровли — 3600 м<sup>2</sup>. Системная конструкция — дренажно-накопительный элемент Стабилодрейн SD 30, газон, кустарник, деревья, тротуарная плитка, резиновое покрытие для детских площадок (покрытие стилобата рассчитано на проезд пожарных машин).

## 2. Методы строительства подземных сооружений

В крупных и крупнейших городах наибольшее развитие подземное освоение получило в направлении прокладки инженерных систем и транспортных сооружений. Для прокладки

инженерных сетей, транспортных и пешеходных тоннелей используют закрытые методы строительства. Эти методы (щитовые, продавливания) предпочтительны в условиях плотной застройки, так как минимально влияют на грунтовый вмещающий массив и при достаточной глубине заложения, позволяют проводить работы без повреждения растений на поверхности. При возведении подземных сооружений закрытым способом применяют следующие основные способы работ:

- горный – в крепких и устойчивых грунтах;
- с использованием «новоавстрийского» метода (НАТМ) в грунтах средней и слабой устойчивости;
- щитовой – в мягких и слабых грунтах;
- продавливания – преимущественно в насыпях, сложенных уплотненными и осушенными несвязными грунтами, а также в слабых водонасыщенных грунтах, осушенных водопонижением (рис. 1).



*Рис. 1 Схема производства работ при строительстве подземных сооружений способом продавливания объемных железобетонных элементов [9]: 1 - объемные железобетонные элементы; 2 - ножьеобразное устройство; 3 - гидравлические домкраты*

Для обеспечения возможности озеленения территории над подземным сооружением особого внимания заслуживает гидроизоляция сооружений. Примером комплексного подхода для обеспечения высокой надежности гидроизоляции со страховочным дренажным слоем является конструкция гидроизоляции с использованием геосинтетиков в подземном пространстве многофункционального комплекса «Царев Сад» (г. Москва).

Большая часть подземных развитых систем в городах, таких как общественно-транспортные узлы, сооружается открытым и полужакрытым (сверху-вниз и снизу-вверх) способами. Структура наземных садов над такими подземными сооружениями близка к структуре садов на крышах [8].

### **3. Сады над подземными сооружениями**

По сравнению с эксплуатируемыми кровлями зданий, сады над подземным сооружением находятся в уровне дневной поверхности, что значительно снижает радиационные и

ветровые нагрузки. В настоящее время Россия отстает от мирового уровня в благоустройстве эксплуатируемых кровель, патентный поиск не выявил российских патентов.

Первый патент «Сад на крыше» был выдан в 1886 г. в Америке. Патентный поиск выявил более 10 патентов систем озеленения эксплуатируемых кровель, материалов для их создания, прежде всего гидроизоляционных. Наибольшее количество в Германии, Китае и Америке.

**Таблица 2**

Список некоторых патентов озеленения кровель

Год	Страна	Название патента / заявки	Номер патента / заявки
1886	Америка	Roof-garden Сад на крыше	US 342595 A
1985	Германия	Covering the greening of flat roofs Озеленение плоских крыш	DE 3529717 A1
1990	Германия	Wind proof roof greening - by cladding with roof proof film, applying draining layer, introducing rapidly growing seed Ветрозащитное озеленение крыши - облицовка крыши стойкой пленкой, применяя дренажный слой, использование быстро растущего семени, и т.д.	DE 3912872 C1
1993	Германия	Process for producing a support-free vegetation mat, particularly for roof greening Способ получения мата для растительности без обслуживания, особенно для озеленения кровель	DE 59300007 D1
1995	Германия	Vegetation for impermeable surfaces Надстройка для озеленения	DE 4405063 A1
1995	Германия	Plantable, protective layer for roof landscaping appts. Защитный покров для озеленяемой крыши	DE 4400372 A1
2004	Америка	Integrated tree root and storm water system Объединенная система для корней деревьев и контроля ливневых вод	US 7080480 B2
2005	Германия	Substrate block for green roof on building has bottom layer of felt with thick substrate layer in which plant roots can grow and pick up nutrients Субстрат блок для озеленения крыши, имеет нижний слой войлока со слоем подложки, в которой корни растений могут расти и получать питательные вещества	DE 202005009722 U1
2008	Америка	Modular Green Roof System Модульная система Зеленый крыши	US 20100126066 A1
2012	Китай	Building roof and wall face overall greening system Создание озелененной системы крыши и стены в целом	CN 202958300 U
2013	Америка	Vegetative roofing systems Растительные кровельные системы	US 8997399 B2

Год	Страна	Название патента / заявки	Номер патента / заявки
2013	Китай	Greening structure on basement top slab Озеленение структур на основании верхней плиты	CN 203742093 U

За рубежом разработано несколько систем садов на крышах, которые обеспечивают наиболее благоприятные условия для развития растений, а также снижения статической нагрузки на кровлю.

На строительстве комплекса Газпрома в Москве система Флорадрен фирмы Imperbel (Бельгия) показала высокую эффективность. Основным конструктивным элементом этой системы являются прочные полиэтиленовые элементы флорадрен ячеистой формы размером  $2 \times 1$  м и весом  $2 \text{ кг/м}^2$ . Они обладают высокой эластичностью, хорошим сопротивлением к сжатию, высоким сопротивлением на разрыв. Эти элементы позволяют использовать дождевую воду для увлажнения растений. Система Флорадрен предусматривает гидроизоляционный слой и специальный противокорневой материал, защищающий элементы конструкции от корней растений. Однако эта система требует применения специальных зарубежных материалов, что вызывает необходимость привлечения иностранных фирм.

В Москве фирма ЗАО «Диат» освоила устройство эксплуатируемых, в том числе и озелененных покрытий подземных гаражей с применением материалов и технологий фирмы Imperbel (Бельгия). При этом фирма «Диат» использует наиболее прогрессивное конструктивное решение покрытия с кровлей в инверсионном варианте – размещением водоизоляционного ковра под теплоизоляцией, что обеспечивает высокую долговечность водоизоляционного ковра, который в процессе эксплуатации в гораздо меньше подвергается воздействию атмосферных факторов и работает в узком диапазоне температур. В качестве гидроизоляционного материала применяется бельгийский материал фирмы Imperbel Дербигум (Derbigum SP).

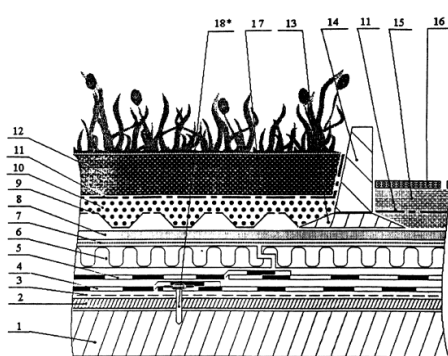


Рис. 2. Устройство «сада на крыше» с применением системы Floradrain эксплуатируемая кровля (инверсионный вариант): 1. бетонное основание; 2. выравнивающая цементная стяжка; 3. праймер PRIMER SI; 4. нижний слой гидроизоляционного ковра из материала DERBIGUM; 5. верхний слой гидроизоляционного ковра из материала DERBIGUM; 6. утеплитель с закрытыми порами (экструзионный пенополистирол); 7. полиэтиленовая пленка; 8. геотекстиль (мат); 9. сотовый элемент FLORADRAIN; 10. керамзитовый гравий мелкой фракции; 11. геотекстиль; 12. засыпка земляным растительным слоем; 13. бетонная подушка под бордюрный камень; 14. бордюрный камень; 15. гравий фракции 5 - 20; 16. бетонная плитка; 17. зеленые насаждения.

В отличие от садов на крышах, часть территории может быть использована под автостоянку, что требует использования на этом участке усиленных несущих конструкций

подземных сооружений, позволяющих применять дорожные плиты или укладку асфальта на этот участок. Территория наземного сада должна быть ограничена высоким бортом высотой 0,5 м для предотвращения заезда автотранспорта. Спортивные площадки должны быть ограждены сеткой высотой до 4 м. Необходимо предусматривать, чтобы любые площадки (отдыха, детские, спортивные) располагались не ближе 15 м от вентиляционных шахт.

При устройстве детских и спортивных площадок на кровлях подземных сооружений на дренажный слой укладывается гравийный или известняковый щебень толщиной слоя 10 см. Щебень укладывается слоями (3 - 4 см), каждый слой при этом проливается и укатывается катком. На щебень укладывается спецсмесь – 5 см, которая также укатывается с проливкой.

Площадки отдыха, а также площадки другого назначения могут иметь нежесткое покрытие или плиточное. Плитка 0,5 × 0,5 м укладывается на слой песка 10 см.

Остальные компоненты эксплуатируемого покрытия аналогичны устройству соответствующих компонентов сада на крышах [8].

В сравнении с озеленением и благоустройством крыш зданий, озеленение поверхности подземных сооружений исключает необходимость устройства ограждений при достаточном укреплении конструкций подземного сооружения и может быть вписана в существующий ландшафт. Перспективно изучение вопроса конструкций эксплуатируемого подземного сооружения для обеспечения ремонтпригодности. Задача озеленения подземных сооружений многокритериальная, здесь должны решаться вопросы о тепло- и гидроизоляции сооружения, субстрате и необходимых условиях для растений, их номенклатуре, водоотведении, и должной эксплуатации территории.

### **Заключение**

1. Наиболее благоприятным для сохранения природно-архитектурного ландшафта является производство подземных работ закрытым способом.

2. При применении метода строительства «сверху-вниз» есть возможность максимально быстро организовать благоустройство над подземным сооружением.

3. Для внедрения озеленения поверхности над подземными сооружениями целесообразна разработка региональных норм по требованиям к параметрам конструкций сооружений, питательного слоя, систем водоотведения, гидроизоляции, номенклатуры растений.

4. Региональные рекомендации озеленения поверхности над подземными сооружениями разработаны для условий Урала [7]. Это направление перспективно для дефицитных высокорентабельных центров мегаполисов.

5. Целесообразна разработка отечественных материалов для озеленения эксплуатируемых кровель.

В условиях увеличивающейся запыленности городов, нехватки территорий для хранения автомобилей и организации движения пешеходов решением является размещение инфраструктур, необходимых для жизнедеятельности города, под землей. Такой подход позволяет на поверхности организовать комфортные и безопасные пространства для человека. В России пока немного подобных примеров, не накоплен опыт и учитывая дороговизну озеленения кровель и подземных сооружений необходимо наиболее полно использовать опыт других стран.

### Список литературы

1. Беляев В.Л. Основы подземного градоустройства / В.Л. Беляев. – М.: МГСУ, 2012. – 254
2. Гейл Я. Города для людей / Ян Гейл; [пер. с англ. А. Токтонов]. – М.: Концерн Крост Альпина Паблишер, 2012. – 263 с.
3. Использование подземного пространства для создания комфортной городской среды / Ушакова А.И.// Материалы XXVI Междун. н.- пр. конф. "Экология. Производство. Общество. Человек". – Пенза: ПДЗ, 2014. – С. 167-171.
4. Келемен Я. Город под землей /Перевод с венг. С.С. Попова; Под ред. Г.Е. Голубева. – М. : Стройиздат, 1985. – 248 с.
5. Официальный сайт the City of Sydney council URL: [http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/138804/WynyardParkPoM1997.pdf](http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/138804/WynyardParkPoM1997.pdf) (дата обращения: 25.05.2015).
6. Официальный сайт Клубного Дома «Тихвинь» URL: <http://www.tikhvin-dom.ru> (дата обращения: 25.05.2015).
7. Попов А.В. Обеспечение устойчивости городских антропогенных ландшафтов над подземными сооружениями // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2010. - №1. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ustoychivosti-gorodskih-antropogennyh-landshaftov-nad-podzemnymi-sooruzheniyami> (дата обращения: 25.05.2015).
8. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. – М. МОСКОМАРХИТЕКТУРА, ОАО МОСПРОЕКТ, 2001. – URL: [http://www.znaytovar.ru/gost/2/PosobiePosobie\\_po\\_ozeleneniyu.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/PosobiePosobie_po_ozeleneniyu.html) (дата обращения: 25.05.2015).
9. РЕКОМЕНДАЦИИ по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. – М. ЦНИИпромзданий, 1996. – 102 с.



– URL: <http://www.gosthelp.ru/text/RekomendaciiRekomendaciip363.html> (дата обращения: 25.05.2015).

10. СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

**Рецензенты:**

Евгений И.П., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология художественных изделий» Национального минерально-сырьевого университета «Горный», г. Санкт-Петербург;

Александр В.П., д.т.н., профессор кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» Петербургского государственного университета путей сообщения, г. Санкт-Петербург.