

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЫ ДЛЯ КОМПАКТНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

*Рудаченко В.В.¹, Давыдова Е.М.²,
Научный руководитель: Давыдова Е.М.²*

¹*Томский политехнический университет, ИШИТР, 8Д11, e-mail: vvr27@tpu.ru*

²*Томский политехнический университет, ИШИТР, ст. преподаватель, e-mail: davydova@tpu.ru*

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты проектирования модульной вертикальной агроэкосистемы, предназначенной для компактного озеленения жилых и общественных пространств. Предложенная система выполнена в стилистике бамбука и состоит из взаимозаменяемых модулей различной высоты, в каждом из которых предусмотрены горшки для растений и встроенное светодиодное освещение, питаемое через круглый штекер. Ключевым элементом является эффективная система полива с датчиком уровня жидкости, исключающая риск перелива и позволяющая экономить водные ресурсы. В работе описаны особенности конструкции, используемые материалы, технологии изготовления и электронные компоненты, обеспечивающие надёжность и удобство эксплуатации. Представлены преимущества такого подхода к озеленению городской среды и обозначены перспективы внедрения разработанной агроэкосистемы в массовую эксплуатацию. Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале модульных вертикальных структур для улучшения микроклимата, создания эстетически привлекательных интерьеров и повышения экологической устойчивости современных городов.

Ключевые слова: Вертикальное озеленение, модульная агроэкосистема, светодиодное освещение, интерьерная интеграция, экологичные материалы, компактное озеленение, городская среда.

Введение

В условиях стремительного роста городов и ограниченного количества доступных площадей для высадки растений вопросы компактного озеленения приобретают всё большую актуальность. Традиционные способы оформления зелёных зон, такие как клумбы, газоны и оранжереи, требуют существенных площадей и не всегда подходят для современных урбанистических пространств. Одновременно растёт потребность людей в непосредственном контакте с природой: психологические исследования указывают на значительное положительное влияние зелёных насаждений на эмоциональное состояние, уровень стресса и продуктивность человека. Более того, присутствие растений в замкнутых пространствах способствует улучшению качества воздуха, повышению влажности и поддержанию здорового микроклимата [1].

Одним из наиболее перспективных направлений, позволяющих организовать озеленение при дефиците места, выступают вертикальные агроэкосистемы, которые могут располагаться как внутри помещений. В отличие от традиционных горшечных систем, вертикальные конструкции позволяют эффективно использовать высоту комнаты или стеновую площадь, сохраняя при этом функционал и эстетику пространства. Настоящее исследование посвящено рассмотрению модульной вертикальной агроэкосистемы, основанной на принципах адаптивного дизайна. Система разработана с учётом потребностей пользователей и современной тенденции к созданию экологически ориентированных интерьеров [2].

Основной задачей данной работы является анализ конструкции, технологических решений и материалов, используемых для изготовления модулей, а также рассмотрение ключевых преимуществ предлагаемой системы.

Основная часть

В рамках проектирования агросистемы были рассмотрены аспекты, связанные с выбором материалов, спецификой размещения коммуникаций и удобством обслуживания модулей. Разработка такого рода систем требует тщательного анализа потребностей пользователей, особенностей эксплуатации и условий размещения, что обеспечивает функциональность и эстетичность конечного изделия. Особенно актуальна задача интеграции природных форм в современный дизайн интерьеров, что позволяет создавать гармоничные и экологически ориентированные решения.

1. Концепция модульной агроэкосистемы

Разрабатываемая вертикальная агроэкосистема основывается на идее создания модульной структуры, где каждый блок представляет собой автономный элемент, способный функционировать как в составе общей системы, так и самостоятельно. Форма и стилистика элементов были выбраны не случайно: вытянутые цилиндрические модули визуально напоминают стволы бамбука, символизируя природную гармонию и устойчивость. Модули отличаются по высоте, что позволяет формировать разнообразные варианты композиций, исходя из доступных площадей и дизайнерских предпочтений [3].

Благодаря такому гибкому подходу, пользователь может настраивать количество и расположение модулей по мере необходимости. При этом декоративный эффект достигается не только за счёт выращиваемых растений, но и за счёт оригинального внешнего вида элементов, которые легко вписываются как в современный минималистичный интерьер, так и в более классические или эклектичные пространства.

2. Конструкция и функциональность модулей

Каждый модуль, помимо декоративной оболочки, включает отдельную съёмную ёмкость для выращивания растений, что значительно облегчает процесс посадки растений и замену субстрата в соответствии с рисунком 1. За счёт этого пользователю не требуется разбирать всю конструкцию, достаточно извлечь ёмкость и произвести необходимые работы, такие как пересадка, удобрение или посадка растений. Данный подход повышает эргономичность и снижает трудозатраты на обслуживание системы.



Рис. 1. Концепция модуля для вертикальной агроэкосистемы

Важным компонентом конструкции выступает светодиодное освещение, встроенное в модульную структуру. Оно является низковольтным и подключается через круглый штекер, что обеспечивает простоту подключения. Размещение светодиодов на наружном элементе, напоминающий листик растения, позволяет направленно освещать растение, улучшая фотосинтез и поддерживая его здоровый рост даже в условиях недостаточной естественной инсоляции. При этом продуманная система кабелей и разъёмов способствует быстрому монтажу и лёгкой замене комплектующих в случае необходимости [4].

3. Система полива и контроль уровня воды

Одной из ключевых особенностей предлагаемой агроэкосистемы является простая и эффективная система полива. Вода подаётся вручную через верхний модуль, затем по специально предусмотренным каналам постепенно стекает вниз, увлажняя субстрат в каждом из последующих модулей. Такой принцип обеспечивает равномерное распределение влаги по всей системе и помогает избежать пересушивания или переувлажнения отдельных.

Излишки воды скапливаются в нижнем резервуаре, который снабжён датчиком уровня жидкости. Этот датчик, срабатывая при достижении критической отметки, подает световой или звуковой сигнал, предупреждая пользователя о необходимости слива избытка воды. Таким образом, минимизируются риски, связанные с протечками или застоем воды, что особенно важно при размещении системы на дорогах напольных покрытиях или в общественных пространствах. Кроме того, датчик способствует более экономному расходованию воды, так как исключает её избыточную подачу и позволяет своевременно контролировать наполнение резервуара.

4. Материалы и технологии изготовления

Для создания модулей будет использоваться переработанный пластик, который отличается высокой прочностью, долговечностью и устойчивостью к влаге. Кроме того, применение вторичного сырья способствует снижению экологического следа производства и поддерживает идею разумного потребления ресурсов. Формование изделий производится методом литья под давлением, что даёт возможность получать стенки заданной толщины и поддерживать стабильное качество при серийном выпуске [5].

После производства поверхность модулей подвергается дополнительной обработке – нанесению составов, защищающих пластик от ультрафиолетового излучения и механических повреждений. Таким образом, повышается срок службы изделия и сохраняется его эстетический внешний вид даже при неблагоприятных условиях эксплуатации. По желанию возможно добавление пигментов или нанесение декоративных покрытий для создания уникальных дизайнерских решений.

5. Электронные компоненты и интеграция светодиодного освещения

Важную роль в работе агроэкосистемы играет низковольтная электронная схема, обеспечивающая питание светодиодных модулей и контроль уровня жидкости. Для более наглядного представления был разработан структурный чертёж в соответствии с рисунком 2, отражающий взаимосвязь основных компонентов системы:

- Источник питания – базовый элемент, от которого запитываются все электронные узлы агроэкосистемы, включая освещение и индикатор уровня воды.
- Датчик уровня жидкости – контролирует высоту столба воды в нижнем резервуаре и генерирует сигнал при достижении критической отметки.
- Индикатор уровня жидкости – получает сигнал от датчика и при необходимости подаёт световое или звуковое оповещение пользователю о переполнении системы.
- Освещение – низковольтные светодиодные ленты или блоки, интегрированные в конструкцию каждого модуля. Они обеспечивают растениям необходимый для фотосинтеза свет и позволяют системе функционировать даже при недостаточной естественной освещённости [6].

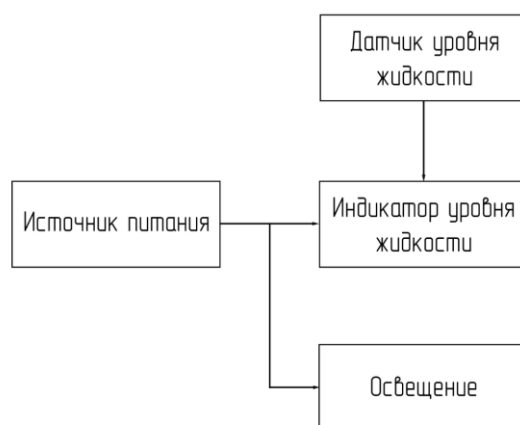


Рис. 2. Структурная схема подключения

Таким образом, структурная схема подключения демонстрирует, как все элементы электронного блока работают в комплексе: датчик уровня жидкости передаёт информацию об объёме воды, индикатор сообщает о превышении допустимого уровня, а от того же источника питания питаются и сами светодиоды. Низкое рабочее напряжение делает систему безопасной для пользователя, минимизируя риск короткого замыкания или поражения током в условиях высокой влажности.

Результаты

Комплексная оценка предложенной модульной вертикальной агроэкосистемы показала, что разработанная конструкция обеспечивает удобство и экономичность эксплуатации, гибко адаптируясь к самым разнообразным интерьерным решениям. Ручной полив через верхний модуль в сочетании с системой стекания воды позволяет эффективно увлажнять субстрат и контролировать расход жидкости, исключая необходимость в сложных насосах или трубопроводах. Наличие датчика уровня воды в нижнем резервуаре делает эксплуатацию более безопасной, поскольку сигнализирует о критическом объёме и защищает конструкцию от переливов, а окружающее пространство – от возможных протечек. Возможность комбинирования модулей разной высоты даёт широкий спектр вариантов конфигураций, позволяя легко подстраивать систему под размеры и особенности помещения либо менять облик композиции при переезде или перепланировке.

Кроме того, наличие встроенного светодиодного освещения, работающего на низком напряжении, способствует безопасной эксплуатации и благоприятно отражается на росте растений, особенно при недостатке естественного света. Использование переработанного пластика в качестве основного материала модулей обеспечивает экологичность и прочность всей конструкции, а метод литья под давлением способствует серийному производству изделий с одинаково высоким качеством. Устойчивость к влаге и ультрафиолетовому излучению достигается за счёт дополнительной обработки поверхности модулей специальными составами, благодаря чему они сохраняют привлекательный внешний вид на протяжении длительного времени.

Помимо непосредственного эстетического эффекта и улучшения микроклимата за счёт присутствия зелёных насаждений, предлагаемая модульная система отличается надёжностью и повышенной безопасностью. Низковольтная светодиодная подсветка устраняет риск поражения электрическим током, а звуковые и световые сигналы от датчика уровня жидкости упрощают уход за растениями, вовремя оповещая о необходимости слива избыточной воды. Таким образом, проект представляет собой целостное решение для вертикального озеленения, сочетающее эргономичность, экономное использование ресурсов, эстетическую привлекательность и экологически ориентированный подход к производству и эксплуатации.

Заключение

Таким образом, разрабатываемая модульная вертикальная агроэкосистема представляет собой перспективное решение для компактного озеленения жилых и общественных пространств, позволяя одновременно решать задачи улучшения микроклимата, создания визуально привлекательного интерьера и экономного использования ресурсов. Предложенная конструкция, выполненная в стилистике природных форм, сочетает в себе высокую функциональность и гибкость конфигурации, что делает её универсальной для внедрения в различные типы помещений.

Эффективность системы подтверждается продуманной технологией полива с датчиком уровня жидкости, а также безопасным и удобным светодиодным освещением, работающим на низком напряжении. Применение экологических материалов и серийных методов производства упрощает процесс масштабирования и позволяет распространять данное решение в массовом порядке.

Список использованных источников

1. Сосунова И.А. Экодизайн в России: социально-технологические аспекты и проблемы развития / И.А. Сосунова // Вестник Международной академии наук (Русская секция). – 2015. – № 1. – С. 66–69.
2. Подольская Т.В., Васюта Е.А., Плаксина А.Ю. Вертикальные фермы как ключевое направление интенсификации сельского хозяйства в условиях урбанизации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Том 13. – № 5А. – С. 294–304. – DOI: 10.34670/AR.2023.10.32.115.
3. Логачева Н.И., Шешко Н.Б. Энциклопедия комнатных растений / сост. Н.И. Логачева, Н.Б. Шешко. – Минск: Современ. шк., 2006. – 271 с.
4. Бушланова К.В., Жукова О.М. Исследование влияния искусственного освещения на травянистые сельскохозяйственные растения. – [Электронный ресурс]. – URL: goo.su/mUmOO (дата обращения: 26.03.2025).
5. Дыбин В.М. Переработка углепластиков: зарубежный опыт и перспективы применения / В.М. Дыбин, Н.И. Романова, С.Ю. Кравцов // Труды ВИАМ. – 2015. – №12. – С. 100-106. – URL: cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-razvitiya-proizvodstva-izdeliy-s-ispolzovaniem-vtorichno-pererabotannyh-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-obzor/viewer (дата обращения: 26.03.2025).
6. Нетесов С.В., Лапшин И.П., Козлов А.В. Влияние светодиодных ламп на рост растений // Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень. – [Электронный ресурс]. – URL: elibrary.ru/download/elibrary_42736453_59903695.pdf (дата обращения: 26.03.2025).