

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФИТОДИЗАЙНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ

Н.В. Крестинина, М.А. Некрасова

*ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов (РУДН)»,
г. Москва*

Рецензент С.В. Фролов

Ключевые слова и фразы: внутренняя среда помещения; комнатные растения; медико-экологический мониторинг; микрофлора воздуха; нейтрализация химических веществ и вредных газов; повышение влажности воздуха; снижение утомляемости.

Аннотация: Рассматриваются особенности использования метода медико-экологического фитодизайна для повышения качества внутренней среды учебных помещений. Обсуждаются результаты внедрения типового проекта медико-экологического фитодизайна внутренней среды учебных помещений, и дается оценка его эколого-экономической эффективности.

Введение

В последнее десятилетие в России активно развивается научное направление – фитодизайн, то есть «введение растений в замкнутые комплексы с целью улучшения среды местообитания человека, с учетом влияния на него цвета, формы, физических, химических и биологических факторов и т.д.» [3].

Предпосылками для развития направления являлись несоответствия физико-химических и биологических параметров внутренней среды помещений их оптимальным значениям, возникавшие вследствие профессиональной деятельности людей, работы приборов, оборудования, выделения химических веществ из элементов отделки, мебели, процессов жизнедеятельности самого человека и т.д. Установлено, что качество внутренней среды помещений является одним из основных факторов, влияющих на здоровье и безопасность жизни людей в современном мегаполисе. Особого внимания заслуживают учебные помещения. Находящиеся в

Некрасова М.А. – экологический факультет, кафедра управления эколого-экономическими системами РУДН, г. Москва.

учебных помещениях дети подвергаются длительному воздействию со стороны негативных факторов внутренней среды.

Кроме того, изучен широкий спектр растений, обладающих полезными для человека свойствами, в том числе фитонцидные растения, био-фильтры и т.п. [4, 7–9].

Обзор литературных данных показал, что прикладные разработки в области фитодизайна ориентированы на решение узкоспециализированных вопросов и требуют комплексного подхода к решению проблем внутренней среды помещений (ВСП).

Авторами предложен комплексный метод – *медико-экологический фитодизайн* (МЭФ-дизайн), под которым подразумевается использование современных технологий фитопроектирования ВСП для повышения качества среды обитания человека с учетом экологии растений. В основу метода положено использование экологических функций комнатных растений для управления качеством ВСП. К ним относятся: улучшение параметров микроклимата; снижение количества патогенных микроорганизмов в воздухе; удаление из воздуха пыли и газов; компенсация гомогенных, устранение агрессивных визуальных полей и оптимизация уровней активности организма человека и т.д. [6].

Целью работы было исследование влияния метода МЭФ-дизайна на повышение качества внутренней среды учебных помещений. Были проведены: мониторинг параметров внутренней среды исследуемых помещений; анализ экологических условий исследуемых помещений; разработка концепции и методики медико-экологического фитодизайна; подбор ассортимента растений; создание проекта медико-экологического фитодизайна учебного помещения; оценка эффективности воздействия МЭФ-дизайна на параметры внутренней среды учебного помещения; изучение изменчивости декоративных качеств, роста и развития растений в условиях учебных помещений.

Объекты и методика исследования

В качестве объектов исследования были выбраны помещения начальных классов школ №№ 1086 и № 1071 г. Москвы Юго-Западного района.

Выбор помещений для исследований обусловлен их архитектурно-функциональным назначением, повышенным содержанием болезнетворных бактерий, увеличением количества случаев заболеваемости ОРЗ и ОРВИ в ноябре и феврале месяце, а также постоянным присутствием в них фиксированного числа детей, занятых умственным трудом.

В школе № 1086 класс 1а был определен как контрольный, 1б – опытный, предназначенный для МЭФ-дизайна. В школе № 1071 в 1а, 1б, 1в, 1г были размещены фитомодули аэрофитотерапевтические типовые в соответствии с ТУ 9769-151-04868244–04.

Для изучения влияния МЭФ-дизайна на функциональное состояние организма человека и оценки его эффективности была обследована группа детей в количестве 145 человек в возрасте от 6 до 11 лет, учащихся в классах обеих школ. Всего было сделано не менее 1160 измерений.

Исследования проводились по специально разработанной методике экологического управления внутренней средой учебных помещений методами МЭФ-дизайна, которая состоит из трех стадий [5]. Первая стадия включала исследование объекта. На этой стадии проводился гигиенический мониторинг параметров среды (температуры, влажности, скорости движения воздуха, освещенности, КОЕ).

Система мониторинга предусматривала наблюдение за параметрами ВСП в зонах закрепленных в нормативных документах и зонах размещения фитокомпозиций [1, 2]. Такой подход обеспечивал выявление недостатков конкретного помещения и способствовал оптимальному подбору ассортимента растений под сложившиеся условия ВСП.

Параллельно проводился медико-экологический мониторинг, который включал оценку параметров функциональных систем человека, адаптивных реакций и перестроек. При этом использовались современные методы диагностики функциональных систем организма человека по методу Накатани с применением компьютерного комплекса «Диаконс», тестирование, медицинские заключения и т.д. [6].

Вторая стадия заключалась в разработке проекта МЭФ-дизайна ВСП. По результатам оценки состояния внутренней среды помещения, медико-экологического мониторинга, эстетических предпочтений учащихся и учителей и с использованием информации обо всех исследованных ранее способностях растений корректировать параметры внутренней среды помещений производится индивидуальный выбор видового состава растений для фитокомпозиций. Разработка проекта МЭФ-дизайна выбранного помещения осуществлялась при помощи современного программного обеспечения Arcion Home, Adob Photoshop, 3Dmax.

Третья стадия подразумевала реализацию и сопровождение МЭФ-дизайна помещения. В заключении проводилось повторное исследование объекта, по результатам которого судилось об эффективности оздоровительных мероприятий и принималось решение о необходимости корректировки проекта. Для оценки эффективности применения методов МЭФ-дизайна изучали данные гигиенического и медико-экологического мониторингов до и после применения методов МЭФ-дизайна, в опытном и контрольном классах. Количественной мерой оценки изменений во внутренней среде помещений явилась эффективность, которая показывает: степень достижения определенного уровня комфорта, выведение показателя в область допустимых или же оптимальных значений, снижение или увеличение параметра после применения методов МЭФ-дизайна.

Эколого-экономический эффект, полученный от реализации медико-экологического проекта в учебных помещениях, был рассчитан как разность между выгодами и затратами

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^T B^t - \sum_{t=1}^T Z^t,$$

где \mathcal{E} – эколого-экономический эффект, полученный от реализации МЭФ-проекта; T – период существования проекта, $t = \overline{1, T}$; Z – затраты на МЭФ-

проект; В – прибыль, полученная от МЭФ-проекта в результате сокращения пропущенных дней по причине болезни ребенка.

Прибыль, полученная от реализации проекта, была выражена как разность между количеством пропущенных дней по причине болезни ребенка в контрольном D_2 и опытном D_1 классах, умноженная на среднюю заработную плату за день одного члена семьи за расчетный период A_t ,

$$B = (D_2 - D_1) \cdot A_t.$$

Суммарная эффективность воздействия МЭФ-проекта на качество внутренней среды учебного помещения рассчитывалась при помощи метода экспертных оценок. Суммарная эффективность МЭФ-проекта представляет собой сумму эффективностей каждого воздействия на количество воздействий n : $\mathcal{E} = \sum \mathcal{E}_{\text{возд}} / n$.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования были выявлены зависимости изменения параметров микроклимата и освещенности помещения от времени года, суток и расстояния от источников света и тепла, и получены их минимальные и максимальные значения. В исследуемом помещении температура изменяется в диапазоне от 16 до 23 °С, влажность 30...40 %, освещенность 180...45000 лк.

Анализ результатов медико-экологического и гигиенического мониторингов показал, что температура воздуха не соответствует оптимальным значениям, влажность воздуха находится в диапазоне допустимых значений, и освещенность соответствуют нормам СанПиН. По периметру помещения была выделена умеренно неблагоприятная зона.

Опираясь на полученные результаты, был разработан проект МЭФ-дизайна школьных помещений, в котором использовались растения оптимально подходящие для создания медико-экологических фитокомпозиций. Так, для **повышения влажности воздуха** во всем помещении использовали растения тропической зоны с большой площадью поверхности листовой пластины, увеличивающие влажность воздуха: *Anthurium andreanum*, *Aglaonema commutatum*, *Spathiphyllum wallisii*, *Monstera deliciosa*, *Hedera helix*, *Aechmea fasciata*, *Begonia Cleopatra*, *Coffea arabica*, *Howea belmoreana* и др.

Для устранения или **нейтрализации химических веществ и вредных газов** использовали растения биофильтры: *Chlorophytum comosum vittatum*, *Ficus benjamina*, *Bromeliaceae*.

Для **улучшения иммунного статуса, стимуляции работоспособности и снижения утомляемости сотрудников** и учащихся вводили растения: *Laurus nobilis*, *Pelargonium graveolens hort.*

Для **уменьшения бактериальной обсемененности воздуха** учебного помещения использовали следующие растения: *Hippeastrum hybrida*, *Clivia miniata*, *Rhoicissus rhomboidea*, *Saintpaulia*, *Gloxinia*, *Dracaena marginata*, *Chlorophytum comosum*, *Hoya carnosa*, *Peperomia obtusifolia*, *Codiaeum variegatum*, *Citrus limon* и др.

Существующее архитектурно-планировочное решение выбранного учебного помещения позволило использовать при создании медико-экологических фитокомпозиций весь периметр помещения, исключая рабочие места и зоны активного перемещения детей. Были намечены основные места расположения фитокомпозиций (рис. 1).

Все предложенные фитокомпозиции были построены по законам гармонии. Было учтено сочетание разных форм, ступенчатости по вертикали и горизонтали. Угловые фитокомпозиции были построены по принципу треугольника и имеют один центр, представленный растением, выделяющимся по высоте, объему или окраске. Остальные растения «соподчиненные», группировались вблизи центрального растения.

Проведенные авторами повторные исследования в опытном фитоклассе, а также исследования, проводимые по схеме «опыт – контроль», позволили выявить изменения параметров ВСП под действием МЭФ-проекта.

По результатам исследований установлено, что после реализации проекта МЭФ-дизайна в фитоклассе параметры микроклимата изменились. Температура воздуха осталась на прежнем уровне, а относительная влажность воздуха увеличилась с 35 до 45 %, вблизи угловых фитокомпозиций, с увлажняющей функцией, влажность воздуха достигла отметки в

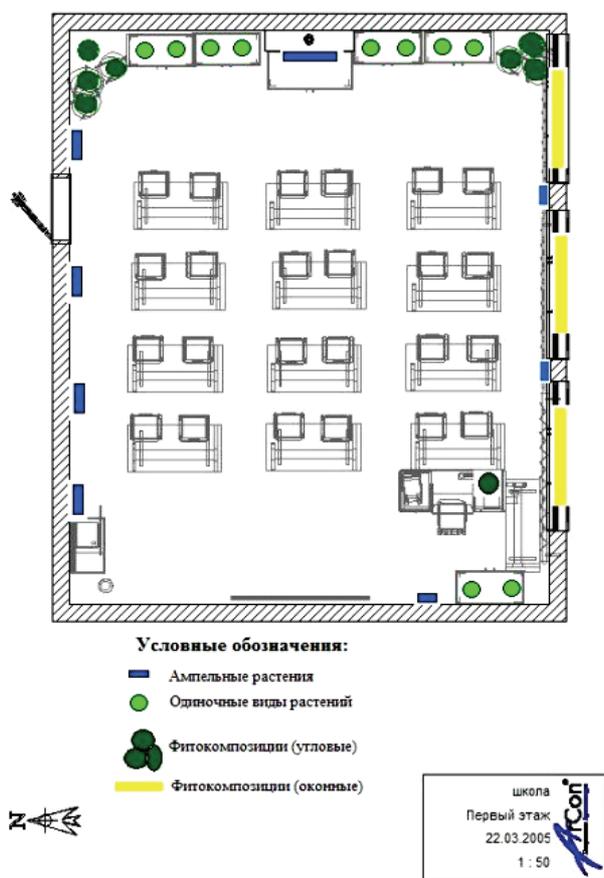


Рис. 1. Схема МЭФ-дизайна учебного помещения школы № 1086

50 %. Таким образом, относительная влажность воздуха учебного помещения после реализации проекта МЭФ-дизайна увеличилась в среднем на 10 %, что связано с процессом транспирации влаги с поверхности листьев введенных растений.

Анализ микробной обсемененности воздуха показал, что микрофлора воздуха обоих классов была представлена преимущественно как грамм-положительными, так и грамм-отрицательными микроорганизмами. После реализации проекта МЭФ-дизайна, создания фитокласса, количество бактерий и грибов в нем сократилось примерно в два раза и составило в среднем 1900 ± 170 КОЕ/м³ и 1200 ± 100 КОЕ/м³ (рис. 2). Количество бактерий и грибов в контрольном классе осталось на прежнем уровне.

В результате эксперимента было установлено, что снижение общего количества бактериальной микрофлоры воздуха в учебном помещении после введения растений составило 56 %, а грибов – 70 %, что вероятно обусловлено выделением растениями летучих фитоорганических веществ, в том числе и фитонцидов.

При оценке визуальной среды учебного помещения было выявлено наличие незадекорированных прямых углов и небольшой процент гомогенных поверхностей. После реализации проекта МЭФ-дизайна визуальная среда может характеризоваться как комфортная. Были полностью устранены гомогенные поля, прямые углы, и компенсированы гладкие однородные поверхности.

Исследования функционального состояния организма школьников, а именно сравнительный анализ карт «Диакосм» до и после МЭФ-дизайна показал, что средний ток пришел в комфортную норму. Сохранились доминирующие отклонения в эндокринной и пищеварительной системах, незначительно снизилась активность сосудистой системы и сердца. Наряду с этим возросла общая функциональная активность организмов школьников, увеличилась адаптационная способность организмов, на это указывает нормализация активности мочевого пузыря и поджелудочной железы/селезенки.

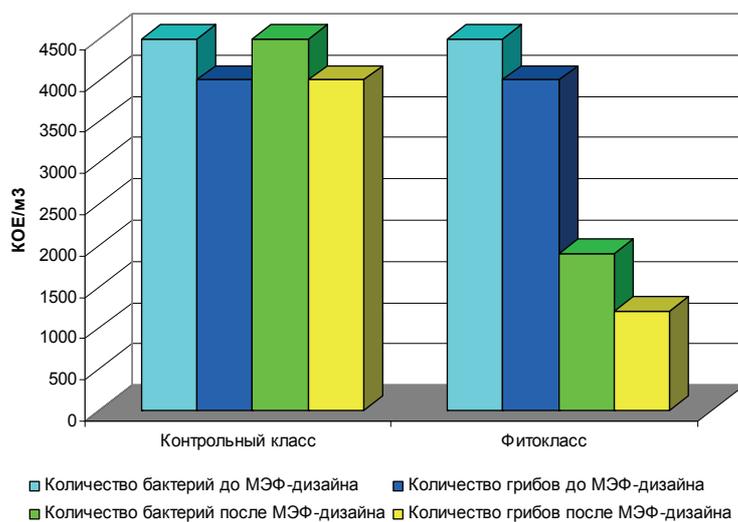


Рис. 2. Влияние медико-экологического фитодизайна на микрофлору воздуха

Отмечено, что значения показателей лимфатической и сосудистой систем, тонкой кишки и сердца, желудка и поджелудочной железы, мочевого пузыря и почек нормализовались. Произошло перераспределение структурно-функциональных уровней: интеллектуальный и эмоциональный уровни пришли в норму (рис. 3). Улучшился в 2 раза энергетический баланс и энергообеспечение организма.

Анализ заболеваемости детей проводился по медицинским справкам, предоставляемым классному руководителю и в медицинский кабинет школы. Было установлено, что заболеваемость детей в контрольном классе на 16 % выше, чем в фитоклассе. Кроме того, в контрольном классе отмечается большее число случаев заболеваний ОРЗ или ОРВИ, протекающих с осложнениями, такими как бронхит, энтерит, ларинготрахеит и др. (рис. 4).

Оценка продолжительности болезни у детей обоих классов выявила, что дети в фитоклассе болеют на 1–2 дня меньше при ОРЗ и ОРВИ, чем дети в контрольном классе.

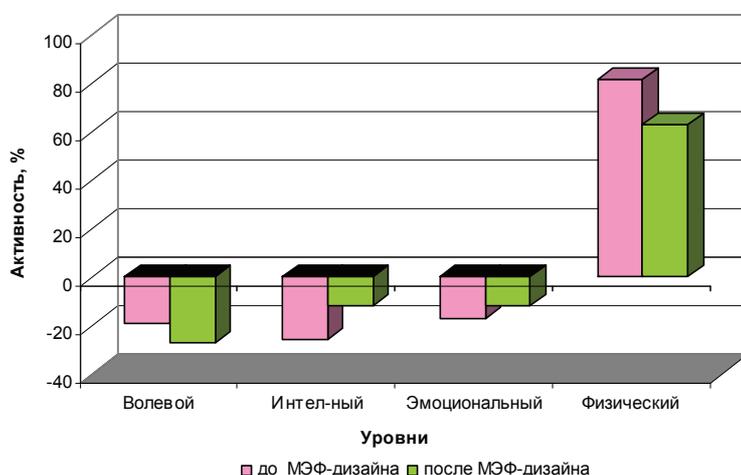


Рис. 3. Сравнительная характеристика уровней активности до и после МЭФ-дизайна

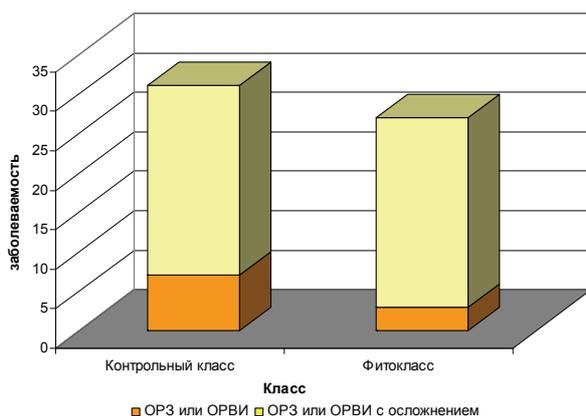


Рис. 4. Заболеваемость детей в контрольном классе и фитоклассе

Для выявления способности растений поглощать или выделять химические вещества был проведен хромато-масс-спектрометрический анализ до и после введения растений в учебное помещение. До проведения МЭФ-дизайна в воздухе учебного помещения были обнаружены следующие вещества: альфа-пинен, альфа-терпинен, бета-пинен, 2-бутоксизтанол, гексан, гептан, гексаналь и т.п. После реализации проекта в воздухе фито-класса было отмечено наличие веществ, которые не содержались на момент начала проекта. К ним относятся: ацетофенон, ангидрид фталевой кислоты, ангидрид фталевой кислоты, пентадекан бензол, бутилацетат, 1,3-диметилбензол, 1,2-диметил-4-этилбензол, деканаль, 6,10-диметил-5,9-ундекадиен-2-он, дибутилфталат, нонан, изопропилбензол, пропилбензол, изопропилтолуол, октаналь, этилацетат, этилбензол, 1,8-цинеол, 2-этил-1,4-диметилбензол, 3-пропилтолуол. Можно предположить, что данные вещества выделяются именно растениями в процессе их жизнедеятельности. По литературным данным, наличие этих веществ и определило фитонцидную активность растений, задействованных в проекте. Необходимо отметить, что концентрации этих веществ в воздухе не превышают предельно допустимых.

Оценка эффективности рекомендаций МЭФ-дизайна по подбору ассортимента растений под условия внутренней среды учебного помещения показала, что средний прирост растений в МЭФ-проекте составил 37,6 %, в модуле аэрофитотерапевтическом типовом (МАФТ-проекте) 26 % (рис. 5). На наш взгляд, причиной разницы в приросте является более длительный период активного роста растений в МЭФ-проекте, растения накапливают больше органического вещества, нежели растения в МАФТ-проекте. Так же в проекте МЭФ-дизайна отмечено большее число случаев цветения растений. В помещении МЭФ-проекта растения, входящие в фитокомпозиции, не потеряли в основной своей массе декоративных качеств (см. рис. 5). Применение приема группировки растений с учетом их экологических потребностей позволило компенсировать воздействие неблагоприятных факторов ВСП на растения в помещении МЭФ-проекта. В помещении МАФТ-проекта декоративность сохранили 35 % растений.



Рис. 5. Средний прирост, цветение и декоративность растений в помещениях с МАФТ и МЭФ-проектами

В фитоклассе МЭФ-проекта за время существования предложенных фитокомпозиций количество выпавших прихотливых и не прихотливых растений составило по 3 % от общего количества растений, в то время как в фитоклассе МАФТ-проекта погибло 41,3 % растений, из них 11,8 % неприхотливых.

Небольшой процент выпавших растений в фитоклассе МЭФ-проекта может свидетельствовать об эффективном подборе ассортимента растений по разработанным авторами рекомендациям.

Эффективность применения методов МЭФ-дизайна была выражена через изменение площадей зон комфорта. По результатам исследований параметров ВСП до применения МЭФ-дизайна в опытном учебном помещении была выделена *умеренно неблагоприятная зона*. После реализации проекта умеренно неблагоприятная зона полностью перешла в *условно комфортную*.

Эколого-экономическая эффективность от реализации стандартного МЭФ-проекта в школе № 1086 составила за 4 года работы 108 822 рубля, при затратах в 13 682 рубля.

Исходя из предложенной методики, оценка суммарной эффективности воздействия МЭФ-дизайна на параметры микроклимата может быть определена в 50 баллов, на микрофлору воздуха – в 70 баллов, на визуальную среду помещения – в 100 баллов, на функциональное состояние организма – в 30 баллов, на заболеваемость – в 50 баллов, на химический состав воздушной среды – в 50 баллов. Таким образом, суммарная эффективность МЭФ-проекта учебного помещения может быть оценена в 60 баллов.

Выводы

В результате проведенного исследования показана эффективность влияния метода МЭФ-дизайна на параметры ВСП. Был разработан и реализован «типовой» проект медико-экологического фитодизайна учебных помещений, реализация которого выявила способность растений увеличивать влажность воздуха на 10 %, снижать уровень общей бактериальной обсемененности воздуха на 60 %, поглощать и выделять химические вещества и улучшать визуальную среду помещений. Было показано положительное влияние МЭФ-проекта на функциональное состояние организма школьников. Удалось снизить заболеваемость детей ОРЗ и ОРВИ на 16 %, уменьшить продолжительность болезни на 1 – 2 дня и возникновение числа осложнений. Полученные результаты показывают перспективность использования и позволяют рекомендовать дальнейшее расширение применения медико-экологического фитодизайна.

Список литературы

1. Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрав России, 2003. – 51 с.

2. ГОСТ 30494–96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 20 с.
3. Гродзинский, А.М. Фитонциды в эргономике / А.М. Гродзинский, Ч.М. Макарчук. – Киев, 1986.
4. Использование интерьерных растений для санации воздуха в закрытых помещениях (медицинский фитодизайн) / Н. В. Казаринова [и др.] // Информационное письмо. – Новосибирск, 1997.
5. Крестинина, Н.В. Медико-экологический фитодизайн учебных помещений / Н.В. Крестинина, М.А. Некрасова // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. трудов. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – Вып. 3, ч. 2. – 478 с.
6. Некрасова, М.А. Методы экологического управления. Медико-экологический фитодизайн : учеб. пособие / М.А. Некрасова, Н.В. Крестинина. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – 160 с.
7. Снежко, В.В. Фитонцидные растения в интерьерах / В.В. Снежко, В.В. Кривенко, Н.М. Макарчук, А.К. Сгибнев // Аллелопатия в естественных и искусственных фитоценозах : сб. науч. тр. ; под ред. Д.М. Гродзинского. – Киев, 1982. – С. 122.
8. Токин, Б.П. О роли фитонцидов в природе / Б.П. Токин // Фитонциды и их роль в природе. – Л., 1957. – С. 5–21.
9. Цыбуля, Н.В. Фитодизайн как метод улучшения среды обитания человека / Н.В. Цыбуля, Н. В. Казаринова // Растительные ресурсы. – 1998. – Том 34, вып. 3. – С. 112–129.

Application of Medical Ecological Phytodesign to Improve the Quality of Interior Environment

N.V. Krestinina, M.A. Nekrasova

Russian University of People's Friendship, Moscow

Key words and phrases: interior environment; home plants; medical ecological monitoring; air microflora; neutralization of chemical substances and harmful gases; air humidity increase; fatigability elimination.

Abstract: Peculiarities of using the method of medical ecological phytodesign to improve the quality of classroom environment are considered. The results of introduction of typical project of medical ecological phytodesign for classroom environment are discussed; the evaluation of its ecological and economic effectiveness is given.

© Н.В. Крестинина, М.А. Некрасова, 2007