

УДК 613.16:69.00.5

Ю. С. Черятова¹

И. К. Ошерова²

Создание «зеленых кладбищ»: экологический аспект

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

e-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru

² ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

e-mail: osherova.ik@gmail.com

Аннотация. В статье изложены теоретические основы перспективы создания «зеленых кладбищ» в крупных городах. Показано, что традиционные кладбища являются опасными источниками загрязнения окружающей среды и создают большую угрозу для здоровья населения. Рассмотрены перспективные технологии экологичного захоронения усопших: погребение в биоурне и Капсуле Мунди. В отличие от классических урн для праха, сделанных из металла и пластика, биоурны и Капсулы Мунди состоят из легко и быстро разлагаемых материалов, при разрушении не приносящие ущерба природе. Посещение мемориального дерева и «зеленого кладбища» не только эстетично, но и формирует уверенность в продолжение жизни близкого человека. Создание «зеленых кладбищ» позволит решить ряд региональных проблем, связанных с урбанизацией.

Ключевые слова: «зеленые кладбища», захоронение, загрязнение окружающей среды, экология, биоурны, Капсула Мунди.

Введение

Рост современных городов провоцирует ряд экологических проблем, связанных с захоронением. Кладбища и крематории являются основными способами похорон, используемыми в настоящее время во всем мире. В последние годы похоронная индустрия привлекла внимание научного сообщества к потенциальному загрязнению окружающей и городской среды. Согласно всемирной статистике, ежегодно на нашей планете умирает около 60 миллионов человек. Бесчисленные места упокоения разрастаются, и продолжают занимать огромные территории. Поэтому проблема нехватки территорий для мест для захоронения на сегодня приобретает глобальные масштабы.

В процессе разложения тела человека образуется 0,4-0,6 л фильтрата на 1 кг массы тела. Фильтрат содержит патогенные бактерии и вирусы, которые могут влиять на бактериологию и вирусологию подземных вод, загрязнять подземные воды и вызывать заболевания при их использовании для питья. До сих пор эта тема исследовалась лишь в нескольких странах мира (главным образом в Бразилии, Австралии, Южно-Африканской Республике, Португалии, Великобритании и Польше). Однако в последнее время этому вопросу уделяется все больше внимания во всем мире [1]. В связи с вышесказанным, целью данной

работы являлось всестороннее рассмотрение проблемы экологических методов захоронения путем создания «зеленых кладбищ».

Материалы и методы

Поиск путей решения проблемы негативного влияния традиционного захоронения на окружающую среду осуществлялось на основе применения общенаучных методов анализа отечественной и зарубежной литературы. Опираясь на современные научные литературные данные, был проведен логистический анализ альтернативных методов экологичного захоронения.

Результаты и обсуждение

Городские кладбища в глобальном масштабе вызывают озабоченность из-за их способности концентрировать различные уровни опасных загрязнителей в почвах из-за неестественной концентрации захоронений в ограниченном пространстве. Для обеспечения экологической устойчивости крайне важно, чтобы проектировщики будущих кладбищ учитывали это, чтобы свести к минимуму осаждение и перемещение этих загрязняющих веществ в почвенном профиле [2].

Недавние научные исследования определили кладбища как потенциальные экологические резервуары патогенных бактерий с множественной устойчивостью, которые могут загрязнять источники подземных вод, создавая большую угрозу для здоровья населения. Таким образом, кладбища являются потенциальными источниками загрязнения грунтовых вод микробами и антибиотиками, особенно в районах с неглубоким уровнем грунтовых вод. Поэтому выбор участков для использования в качестве кладбищ должен соответствовать требованиям гидрогеологических характеристик выбранного участка [3].

На сегодняшний день отмечается интенсивное увеличение загрязнения среды, вызванное кладбищами и крематориями по всему миру. Традиционное захоронение приводит к образованию ионов в виде органических и тяжелых металлов, бактерий, грибков и вирусов, которые распространяются вместе с почвой и водой. Крематории производят мелкие частицы, следы газов (SO_x, NO_x, CO) и токсичные органические летучие вещества. Сточные воды, образующиеся при обоих методах, могут привести к ряду экологических проблем и еще больше угрожать здоровью человека. Текущее решение для кладбищ заключается в разработке системы, в которой сточные воды, образующиеся в результате традиционных захоронений, собираются и обрабатываются перед тем, как попасть в окружающую среду. В дополнение к этому альтернативой должно быть «зеленое захоронение», поскольку труп не проходит процесс бальзамирования, что исключает присутствие любых нежелательных химических веществ, которые в дальнейшем выщелачиваются в окружающую среду. В силу того, что промышленное развитие и урбанизация требуют эффективного постоянного мониторинга и эффективного удаления основных загрязнителей окружающей среды, необходимо изучить возможность проектирования и создания «зеленых кладбищ», а также оптимизацию и дальнейшее развитие процесса очистки газа крематориев [4].

Кремация человеческих останков и трупов становится все более распространенной во всем мире альтернативой захоронениям, которые увеличили

их стоимость и сократили места на кладбищах. Как и другие процессы сжигания, кремация производит выбросы загрязняющих веществ, которые способствуют ухудшению качества воздуха в современных городах [5]. Прах кремированного человеческого тела (останки) переносят в урну и чаще всего закапывают в землю. Недавние исследования ученых показали, что накопление какого-либо элемента (например, свинца и олова) в почве увеличивалось с более высокой степенью деградации урн. Таким образом, было установлено, что выбросы металлов таких как хром, цинк, медь, никель и свинец в почву кладбища происходят как из останков, так и из материала урн [6].

При классическом погребении вместе с телом человека в почву попадают различные металлы, пластик, тканевые материалы и токсичные продукты химии. При экономном варианте захоронения гробы производятся из строганых досок, и часто внутри них закладываются добавочные текстильные материалы и ритуальные украшения. Покойным нередко отдают в последний путь предметы личного пользования, не подлежащие гниению. Во многих случаях дерево покрывают лаком, используют отдельные железные элементы. В тех случаях, когда тела нуждаются в транспортировке за рубеж, применяются воздухонепроницаемые гробы из цинка. Токсичные соли, являющиеся продуктами распада металлов, также причиняют огромный ущерб окружающей среде.

Бальзамирование призвано приостановить гниение путем введения специфических препаратов в тело. Раствор для бальзамирования включает в себя различные составы и вещества, в том числе формалин, сулема, спирт, хлористый цинк, глицерин и прочее. Формалин токсичен, что доказывалось многочисленными исследованиями, а также несет высокую вероятность появления онкологии у людей, постоянно находящихся с ним в непосредственном контакте. На бальзамирование одного усопшего по усредненному показателю требуется 3 или 4 литра раствора. Для наиболее эффективного решения проблем, вызванных традиционным методом захоронения, составлен ряд мер. Они позволяют обеспечить захоронение с минимальным негативным влиянием на окружающую среду, а также решают территориальный вопрос, актуальный в высокоурбанизированных городах с высокой численностью и плотностью населения. Первостепенное значение для решения поставленных нами задач, имеют исследования, непосредственно направленные на изучение технологий посадок на территориях эко-кладбищ (зеленых кладбищ).

В настоящее время существует две проверенные технологии экологичного захоронения усопших. Они отличаются способом обработки тела, но несут в себе одну идею. При экопогребении не теряется символизм ритуала: из усопшего прорастает дерево и рождается жизнь, за которой близкие упокоенного смогут ухаживать многие годы спустя.

Погребение в биоурне. В 1997 году Жерар Молине создал первый образец естественно разлагаемой урны для погребения праха, а через некоторое время она стала доступна на рынке, открыв, таким образом, новые возможности для ритуальных компаний. Исходный дизайн явно уступает современному, который используется в наше время. Но главная идея была заложена ранее и с тех времен не изменилась: прах мертвого человека помещается в биоразлагаемый сосуд из переработанной бумаги, лущеной койры, околоплодника кокоса и прочих экологичных материалов. Над капсулой с прахом размещается секция с питательной средой и семенами растений (рис. 1).

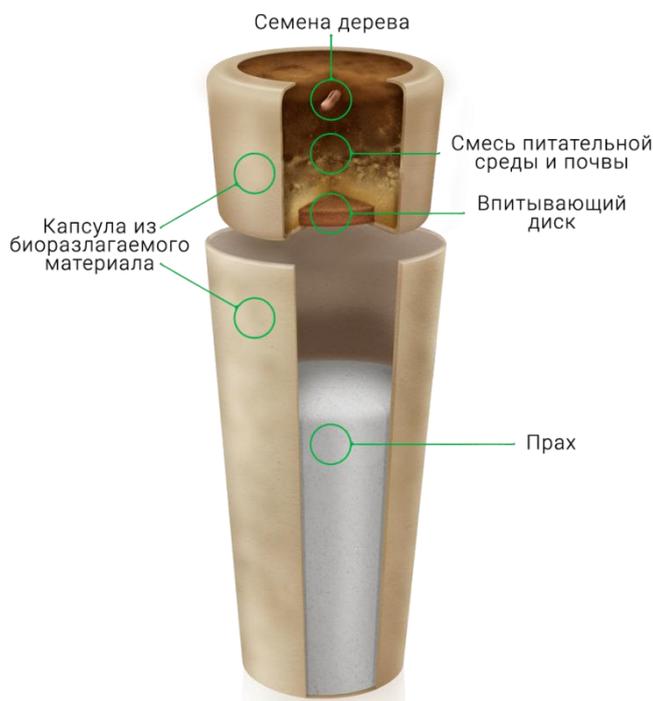


Рис. 1. Строение биоурны (Bios Urn) для праха.
Источник [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<https://shop.ritual.ru/catalog/biourny/>

Для высадки в биоурну подойдут деревья и кустарники, рекомендованные для выращивания в данном регионе [7, 8]. Размещение биоурны осуществляется на расстоянии 3-5 см от поверхности почвы. После погребения урны, капсула с семенами обеспечивает их прорастание, а когда побег окрепнет, его корневая система разрастается до праха, подпитываясь им, разламывают урну. Таким образом, из преимуществ биоурн можно выделить:

1. Деревья, выросшие из биоурны, могут простоять столетия, не отягощая родственников покойного уходом за ними;

2. Посещение мемориального дерева и «зеленого кладбища» успокаивает, а также дает уверенность в продолжение жизни близкого человека, в отличие от традиционных кладбищ, посещение которых часто сопряжено скорбью;

3. На погребение биоурны не накладываются санитарные сроки. Погребение можно организовать в любое подходящее время;

4. Вместо семян деревьев допускается использование семян кустарников, садовых цветов. Питательная среда биоурн не ограничивает родственников покойного в выборе растений, потому что подходит для абсолютно любого климата;

5. Посадка памятного дерева или кустарника более экономична, нежели традиционный гранитный монумент;

6. В отличие от классических урн для праха, сделанных из металла и пластика, биоурны состоят из легко и быстро разлагаемых материалов, и при разрушении не приносят вред окружающей среде.

Однако даже такую альтернативу классическому погребению нельзя назвать полностью экологичной. Так как в биоурну закладывается прах, тело должно пройти через крематорий. Во время сожжения тела образуются вредоносные вещества, содержащие диоксин, двуокись серы и углекислый газ, которые непосредственно влияют на климат. В процессе сожжения одного усопшего в атмосферу выделяется около 320 кг CO₂, не считая токсичных примесей, появление которых вызвано нарушением технологии кремации (в том числе, ртуть из зубных пломб). Стоит также учитывать негативное влияние этих токсичных веществ на работников крематория. Однако, такой вариант захоронения действительно является более экологичным по отношению к традиционному.

Неповторимый метод захоронения - **Капсулу Мунди** (Capsula Mundi) придумали итальянские художники Рауль Бретцель и Анна Чителли. Концепция дизайнеров заключается в реконструкции обычных кладбищ в священные поминальные леса и парки. Покойного укладывают в позу эмбриона и помещают в особую биоразлагаемую капсулу, которая крепится к корням саженца дерева, впоследствии капсула закладывается в обусловленном месте глубоко в почву с персональными GPS-координатами (рис. 2).



Рис. 2. Строение Капсулы Мунди.

*Источник [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<https://invlab.ru/tehnologii/zelyonye-tehnologii/>*

После гниения и разложения, органические вещества становятся питательной средой для дерева, прорастающего корнями вглубь почвы. Благодаря этому методу, человек после кончины может стать частицей природы. Капсула Мунди является более традиционным способом захоронения в сравнении с

биоурнами, так как тело усопшего не подлежит кремации. Это также благоприятно влияет на экологию, так как тело предварительно не обрабатывается формалином и прочими токсичными веществами, препятствующими преждевременному разложению.

Резюмируя, следует сказать, что замена могильных плит на живые деревья поможет изменить отношение людей к кладбищам, на которых уже не будет такой траурной, мертвой обстановки, а также решит острый на сегодняшний день территориальный вопрос. Подобные «зеленые кладбища», не оказывающие негативное влияние на экологию, можно располагать даже в черте города. Однако при проектировании «зеленых кладбищ» обязательно следует придерживаться ряда общепринятых правил по озеленению территорий. Посадка древесно-кустарниковых пород должна производиться согласно рекомендованной схеме размещения [9, 10].

Выводы

Таким образом, проблему угрозы окружающей среды, вызванную повсеместным расширением площадей, отчуждаемым под традиционные кладбища, можно решить путем альтернативного захоронения, создания «зеленых кладбищ». Рассматриваемые в данной работе технологии погребения при проектировании «зеленых кладбищ» не только положительно повлияют на экологию нашей планеты, но и смогут облегчить боль от потери человека его родным и близким. Однако следует отметить, что на сегодняшний день во многих государствах «зеленые кладбища» и погребение в биоурнах запрещены на законодательном уровне. Поэтому, идея массового создания эко-кладбищ является исключительно концепцией, к воплощению которой большая доля населения Земли ещё психологически не готова.

Литература

1. Zychowski J., Bryndal T. Impact of cemeteries on groundwater contamination by bacteria and viruses - a review // *Journal of Water and Health*. 2015. Vol. 13(2). P. 285-301. doi: 10.2166/wh.2014.119.
2. Neckel A., Korcelski C., Kujawa H.A. Hazardous elements in the soil of urban cemeteries; constructive solutions aimed at sustainability // *Chemosphere*. 2021. Vol. 262. P. 28248. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128248.
3. Abia A.L.K., Alisoltani A., Ubomba-Jaswa E. Microbial life beyond the grave: 16S rRNA gene-based metagenomic analysis of bacteria diversity and their functional profiles in cemetery environments // *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 655. P. 831-841. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.302.
4. Franco D.S., Georgin J., Villarreal Campo L.A. The environmental pollution caused by cemeteries and cremations: A review // *Chemosphere*. 2022. Vol. 307. P. 136025. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.136025.
5. González-Cardoso G., Hernández-Contreras J.M., Valle-Hernández B.L. Toxic atmospheric pollutants from crematoria ovens: characterization, emission factors, and modeling // *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27(35). P. 43800-43812. doi: 10.1007/s11356-020-10314-0.

6. Mordhorst A., Zimmermann I., Fleige H. Environmental risk of (heavy) metal release from urns into cemetery soils // *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 15. P. 152817-152952. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.152952.
7. Коновалова Т. Ю., Шевырева Н. А. Атлас декоративных деревьев и кустарников. Москва: Фитон XXI, 2018. 336 с.
8. Чекменева Ю. В., Дорофеева В. Д. Дендрология с основами декоративной дендрологии. Покрытосеменные. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. 220 с.
9. Черятова Ю.С. Особенности развития *Oenothera fruticosa* L. на разных площадях питания // *Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова*. 2015. № 2. Вып. 39. С. 88- 94.
10. Черятова Ю. С., Евсигнеева И. К. Особенности проектирования групповых посадок древесно-кустарниковых растений // *Архитектон: известия вузов*. 2022. № 4(80). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://archvuz.ru/2022_4/28/. doi: 10.47055/1990-4126-2022-4(80)-28

Yu. S. Cheryatova¹
I. K. Osherova²

Creation of «green cemeteries»: environmental aspect

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation
e-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation
e-mail: osherova.ik@gmail.com

Abstract. *The paper outlines the theoretical foundations for the prospect of creating «green cemeteries» in large cities. It is shown that traditional cemeteries are dangerous sources of environmental pollution and pose a great threat to public health. Perspective technologies of ecological burial of the deceased are considered: burial in biourn and Capsule Mundi. Unlike classical urns made of metal and plastic, biourns and Mundi Capsules consist of easily and quickly degradable materials that do not harm nature when destroyed. A visit to the memorial tree and the «green cemetery» is not only aesthetically pleasing, but also forms confidence in the continuation of the life of a loved one. The creation of "green cemeteries" will solve a number of regional problems associated with urbanization.*

Keywords: *«green cemeteries», burial, environmental pollution, ecology, biourns, Capsule Mundi.*

References

1. Zychowski J., Bryndal T. Impact of cemeteries on groundwater contamination by bacteria and viruses - a review // *Journal of Water and Health*. 2015. Vol. 13(2). P. 285-301. doi: 10.2166/wh.2014.119.
2. Neckel A., Korcelski C., Kujawa H.A. Hazardous elements in the soil of urban cemeteries; constructive solutions aimed at sustainability // *Chemosphere*. 2021. Vol. 262. P. 28248. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128248.