Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения

Е.А. Король, Н.С. Шушунова

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ); г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. В настоящее время недостаточно изучены проблемы, связанные с исследованием технологичности процессов при устройстве инновационных инженерных систем зданий. В научной статье приводится анализ различных вариантов устройства систем озеленения кровельных покрытий. Цель работы состоит в анализе технологических процессов, связанных с устройством различных видов систем озеленения на кровле, позволяющих минимизировать трудоемкость процессов за счет технологичности устройства кровельных покрытий. В соответствии с целью были поставлены и решены задачи: анализ исследований российских и зарубежных ученых в области «зеленого» строительства и технологий возведения кровельных покрытий; определение технологичности процессов эксплуатируемых кровельных покрытий с системами озеленения. Для обеспечения снижения общей трудоемкости при устройстве кровельных покрытий с зелеными насаждениями, так называемых «зеленых» кровель, возможно применять новые технологические решения, в том числе вариант устройства «зеленых» кровель модульного озеленения.

Материалы и методы. Применены методы сравнительного анализа, сетевого планирования и теории расписаний.

Результаты. Определили показатели технологичности для различных вариантов устройства систем озеленения кровельных покрытий: «зеленые» кровли сплошного озеленения (вариант А), «зеленые» кровли модульного озеленения (вариант Б).

Выводы. Имеется необходимость в разработке новых технологических показателей и дополнении положений нормативно-технической базы с соответствующим описанием организационно-технологических и конструктивно-технических характеристик применительно к устройству инновационных инженерных систем зданий, в частности, для различных вариантов устройства систем озеленения кровельных покрытий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: «зеленая» кровля, технологичность, технологии «зеленого» строительства, устойчивое развитие, кровельные покрытия с системами озеленения, организационно-технологическое моделирование, инженерные системы зданий

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Король Е.А., Шушунова Н.С. Сравнительная технологичность устройства кровельных покрытий с системами озеленения // Строительство: наука и образование. 2020. Т. 10. Вып. 1. Ст. 4. URL: <http://ns-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.1.4

Comparative technological efficiency of green roof systems

Elena A. Korol', Natalia S. Shushunova

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. The problem of efficiency of process technologies, invested into innovative building engineering systems, needs more attention. The co-authors of this research article have analyzed different options for the installation of green roof systems. The mission of the study is to analyze the engineering processes that encompass the installation of different green roof systems and to minimize their labour intensity by improving their efficiency. In pursuance of this mission, the co-authors set and achieved such objectives as the review of the researches completed by the Russian and foreign scholars specializing in green construction and roofing technologies, and the analysis of the technological efficiency of green roofing systems. New engineering solutions, such as modular rooftop gardens, can be applied to reduce the overall labour intensity of green roofing.

Materials and methods. The co-authors have used comparative analysis, network planning, and scheduling theory methods.

Results. The co-authors have performed this research to identify the efficiency criteria for the process of installation of green roof systems, such as continuous green roof systems (Option A) and modular green roof systems (Option B).

Conclusions. With regard to the findings of the study one can make a conclusion that there is a need for new engineering criteria to be developed and enacted. The description of their organizational, technological and structural characteristics must be provided in respect of the installation of innovative building engineering systems, including different types of green roof systems.

KEYWORDS: green roof, technological efficiency, green building technologies, sustainable development, green roof systems, process organization and technology simulation, building engineering systems

FOR CITATION: Korol' E.A., Shushunova N.S. Comparative technological efficiency of green roof systems. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2020; 10(1):4. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2020.1.4 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность в данной работе определяется тем, что в настоящее время формируются новые технологии строительства зданий с интегрированными системами озеленения с целью создания комфортной и здоровой урбанистической среды. В современной строительной практике применяются организационные и конструктивно-технологические модели устройства кровельных покрытий, в том числе с системами озеленения. Анализ технологических характеристик показал заметные результаты улучшения и повышения качества современного строительного производства и создания новых наукоемких разработок в области энергосберегающих мероприятий в строительстве [1–7, 14]. Интерес к новым технологиям, формирующим пространство качественно новой урбанистической среды с устройством систем озеленения кровли, возрастает с учетом развития глобальных климатических изменений и экологических проблем во всем мире [8]. Однако следует заметить, что исследований технологичности устройства кровельных покрытий с системами озеленения не приведено ни в отечественных, ни в зарубежных научно-исследовательских базах данных. Экспериментальные данные «зеленых» кровель, полученные в ходе исследований в развитых странах [9–13], показали, что пассивный эффект охлаждения вблизи энергоэффективных кровельных покрытий с системами озеленения приводит к уменьшению до 37 % тепловой энергии здания (рис. 1). По большей части такие исследования связаны с оценкой качества воздуха и его примесей вблизи «зеленых» кровельных покрытий, учета влияния параметров микроклимата, шумозащитных и иных характеристик [15–17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Применены методы сравнительного анализа, сетевого планирования и методы теории расписаний для оценки технологических процессов устройства системы кровельного покрытия с озеленением. В исследовании представлено несколько различных вариантов устройства кровли для оценки технологических решений:

- «зеленые» кровли сплошного озеленения — вариант А (рис. 2);
- «зеленые» кровли модульного озеленения — вариант Б (рис. 3).

К различным вариантам (А и Б) устройства многослойной кровельной конструкции для технологических процессов применялся поточный метод в две смены, при непрерывном выполнении работ (рис. 4).

Технологичность конструктивно-технологических решений устройства систем озеленения кровель является важным параметром. Несмотря на существующие исследования и разработки российских и зарубежных ученых в области «зеленого» строительства и технологий возведения кровельных покрытий, обоснование технологичности процессов кровельных покрытий с системами озеленения не приведено [18, 19].

Технологичность как совокупность комплексных характеристик технического устройства выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества. Для оценки конструктивно-технологических решений, применяемых в строительстве зданий с интегрированными системами озеленения, применяется показатель технологичности K_{tgr} — коэффициент технологичности устройства кровельного покрытия с системами озеленения:

Рис. 1. «Зеленые» здания с энергоэффективным кровельным покрытием

Рис. 2. Эксплуатируемая кровля с системами сплошного озеленения

Рис. 3. Эксплуатируемая кровля с модульными системами озеленения

Рис. 4. Циклограмма устройства многослойной кровельной конструкции (варианты А и Б): 1С — устройство уклонообразующего слоя; 2В — устройство цементно-песчаной стяжки; 3А — устройство гидроизоляции; 4А — укладка геотекстиля; 5В — устройство теплоизоляционного слоя; 6А — устройство дренажного слоя; 7В — подготовка основания под эксплуатируемое покрытие

$$K_{t_{gr}} = \frac{Q_{grk}}{Q_{mli} + Q_{grk}}. \quad (1)$$

Применяются следующие критерии оценки конструктивно-технологического решения (КТР) устройства кровельного покрытия с системами озеленения: если данный коэффициент $< 0,1$, то КТР является рациональным; если $K_{t_{gr}} = 0,1 \dots 0,2$, то КТР является допустимым; если $K_{t_{gr}} > 0,2$, тогда, соответственно, КТР нерациональны.

Коэффициент технологичности для устройства кровельного покрытия с системами озеленения предполагается использовать для определения рационального КТР из существующих альтернатив [20, 21].

Оценим технологичность различных вариантов устройства кровли:

- «зеленые» кровли сплошного озеленения — вариант А;

• «зеленые» кровли модульного озеленения — вариант Б.

$$K_{gr}^1 = \frac{Q_{grk}}{Q_{grav}} = \frac{3,42}{7,92} = 0,43 < 1, \text{ значит, обеспечи-}$$

вается снижение трудоемкости устройства «зеленых» кровель сплошного озеленения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Расчет коэффициента технологичности устройства «зеленых» кровель сплошного озеленения K_{gr}^1 показал, что данное КТР является рациональным:

$$K_{gr}^1 = \frac{Q_{grk}}{Q_{mli} + Q_{grk}} = 0,04 < 0,1.$$

Расчет коэффициента технологичности устройства «зеленых» кровель модульного озеленения K_{gr}^2 показал, что данное КТР является допустимым:

$$K_{gr}^2 = \frac{Q_{grk}}{Q_{mli} + Q_{grk}} = 0,13 - (0,1 \dots 0,2).$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, рассчитаны показатели технологичности для различных вариантов устройства систем озеленения кровельных покрытий. Для обеспечения снижения общей трудоемкости при устройстве кровельных покрытий с зелеными насаждениями, так называемых зеленых кровель, возможно применять новые технологические решения, в том числе вариант устройства «зеленых» кровель модульного озеленения. Данный результат достигается за счет снижения трудоемкости устройства многослойной кровельной конструкции. Расчет коэффициента технологичности «зеленых» кровель модульного озеленения показал, что такое решение является допустимым. При этом следует отметить, что имеется необходимость в разработке новых технологических показателей и дополнении положений нормативно-технической базы с соответствующим описанием организационно-технологических и конструктивно-технических характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Король О.А., Старостин А.Р. Сравнительный анализ технических параметров лифтового оборудования при замене на стадиях текущего и капитального ремонта объектов недвижимости // Недвижимость: экономика, управление. 2018. № 2. С. 64–68.
2. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. «Зеленая» стандартизация будущего — фактор экологической безопасности среды жизнедеятельности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 8. С. 90–97.
3. Король О.А. Исследования и наукоемкие разработки в области энергоэффективного строительного производства // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 13–15.
4. Strigin B.S. Domestic and foreign experience of using soft fitting structures in tent equipment // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 251. P. 06008. DOI: 10.1051/mateconf/201825106008
5. Лукинов В.А., Дьяков И.Г. Рейтинговая оценка энергосберегающих проектов с использованием технологий «зеленого строительства» // Недвижимость: экономика, управление. 2015. № 2. С. 26–29.
6. Синенко С.А., Славин А.М. К вопросу выбора оптимального организационно-технологического решения возведения зданий и сооружений // Научное обозрение. 2016. № 1. С. 98–103.
7. Borkovskaya V.G., Degaev E., Burkova I. Environmental economic model of risk management and costs in the framework of the quality management system // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 193. P. 05027. DOI: 10.1051/mateconf/201819305027
8. Король О.А., Кузнецов Г.С. Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 1. С. 57–61.
9. Catalano C., Laudicina V.A., Badalucco L., Guarino R. Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? // Ecological Engineering. 2018. Vol. 115. Pp. 15–26. DOI: 10.1016/j.ecoeng.2018.01.006
10. Moghbel M., Salim E.R. Environmental benefits of green roofs on microclimate of Tehran with specific focus on air temperature, humidity and CO2 content // Urban Climate. 2017. Vol. 20. Pp. 46–58. DOI: 10.1016/j.uclim.2017.02.012
11. Xiao M., Lin Ya., Han J., Zhang G. A review of green roof research and development in China // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. Vol. 40. Pp. 633–648. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.147
12. Renterghem T.V. Green Roofs for Acoustic Insulation and Noise Reduction. Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability, 2018. Pp. 167–179. DOI: 10.1016/b978-0-12-812150-4.00016-1
13. Viola S. Green roofs for built environment recovery: technological transitions // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 153. Pp. 592–599. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.052
14. Суэтина Т.А., Наназашвили И.Х., Плешивцев А.А. Организация строительства экологичных быстровозводимых зданий // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного

университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31–2 (50). С. 535–539.

15. Khabaz A. Construction and design requirements of green buildings' roofs in Saudi Arabia depending on thermal conductivity principle // *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 186. Pp. 1119–1131. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.07.234

16. Chen C.-F. Performance evaluation and development strategies for green roofs in Taiwan: A review // *Ecological Engineering*. 2013. Vol. 52. Pp. 51–58. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2012.12.083

17. Bevilacqua P., Mazzeo D., Bruno R., Arcuri N. Experimental investigation of the thermal performances of an extensive green roof in the Mediterranean area // *Energy and Buildings*. 2016. Vol. 122. P. 6379. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.03.062

18. Ланидус А.А., Жунин А.А. Моделирование и оптимизация организационно-технологических решений при возведении энергоэффективных ограж-

дающих конструкций в гражданском строительстве // *Вестник МГСУ*. 2016. № 5. С. 59–71.

19. Король Е.А., Каган П.Б. Расчет интегральных показателей инвестиций в энергосберегающие мероприятия на этапе технико-экономического обоснования строительства и реконструкции объектов недвижимости // *Инновационно-технические решения при экоустойчивости в строительстве и управлении городским жилищно-коммунальным хозяйством: сб. мат. VI Междунар. науч.-практ. конф.* 2014. С. 100–107.

20. Korol S.P., Shushunova N.S., Shushunova T.N. Innovation technologies in Green Roof systems // *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 193. P. 04009. DOI: 10.1051/mateconf/201819304009

21. Korol E.A., Shushunova N.S., Mayilyan A.L. Organizational and Technological Procuring of Roofing Devices with Greening Systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 753. P. 032059. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032059

Поступила в редакцию 14 января 2020 г.

Принята в доработанном виде 5 февраля 2020 г.

Одобрена для публикации 26 февраля 2020 г.

О Б АВТОРАХ: Елена Анатольевна Король — доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой жилищно-коммунального комплекса; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 678276, Scopus: 57197844794, ResearcherID: C-2635-2019, ORCID: 0000-0002-5019-3694; KorolEA@gic.mgsu.ru;

Наталья Сергеевна Шушунова — аспирант кафедры жилищно-коммунального комплекса, старший преподаватель кафедры комплексной безопасности в строительстве; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 798734, Scopus: 57192116976, ResearcherID: F-1412-2016, ORCID: 0000-0001-7511-2355; ICA_kbs@mgsu.ru.

INTRODUCTION

The relevance of this research is pre-determined by emerging advanced construction technologies used to make green roof systems contributing to a comfortable and healthy urban environment. Organizational, design and process models are applied to make roof systems, including green ones, in the present-day construction practice. The analysis of their engineering characteristics has identified a pronounced construction process quality improvement and emergence of new research-intensive energy-saving technologies in civil engineering [1–7, 15]. The interest in new technologies, focused on high-quality space planning in a new urban environment full of green roof systems, deepens due to the global climate change and environmental problems that tend to aggravate worldwide [8, 9]. However it is noteworthy that neither Russian, nor international research databases contain any research projects on the efficiency of roof

construction technologies designated for green systems. The experimental data on green roofs, obtained in the course of implementing research projects in the countries having advanced economies [10–14] have proven that the passive chilling effect identified in close proximity to energy efficient roofs, having green systems, reduces the building's thermal energy by 37 % (Fig. 1). Such research projects are primarily focused on air/admixture quality assessment near green roofs, and the influence of the micro-climate, noise control measures, etc. [16–18].

MATERIALS AND METHODS

The co-authors of this research article used comparative analysis, network planning, and the scheduling theory to assess the processes that constitute the engineering technology used to install a green roof system. The co-authors offer several construction options needed to assess the engineering solutions:

Fig. 1. Green buildings with energy-efficient roofs

- Option A: continuous green roofing systems (Fig. 2);
- Option B: modular green roofing systems (Fig. 3).

The construction of Option A and Option B multilayered roofs was performed in two shifts using the production line method of construction on condition of continuous work performance (Fig. 4).

The technological efficiency of structural and technological solutions applicable to the construction of green roof systems is an important factor. Despite the availability of domestic and international researches on green building and roofing technologies, no substantiation of the technological efficiency of roofing processes, encompassing green roof systems, has been performed [19, 20].

The technological efficiency, being an assembly of integrated characteristics of the process, comprises performability, serviceability and operability. $K_{t\,gr}$, the coefficient of the green roof system construction efficiency ("coefficient of efficiency"), is applied to assess the structural and technological solutions used in the construction of buildings, having integrated green roof systems:

$$K_{t\,gr} = \frac{Q_{gr}k}{Q_{mli} + Q_{gr}k}. \quad (1)$$

The following assessment criteria are applied to structural and technological solutions ("solution") invested into green roof systems: if this coefficient is < 0.1 , the solution is expedient; if $K_{t\,gr} = 0.1 \dots 0.2$, the

solution is acceptable; if $K_{t\,gr} > 0.2$, then the solution is irrational.

The coefficient of technological efficiency applicable to the construction of a green roof system is to be used to identify the most rational solution among the alternatives [21, 22].

Let's assess the technological efficiency of various roofing options:

- Option A: continuous green roofing systems;
- Option B: modular green roofing systems.

$$K_{t\,gr}^1 = \frac{Q_{gr}k}{Q_{grav}} = \frac{3.42}{7.92} = 0.43 < 1, \text{ meaning that the}$$

labour intensity of construction of continuous green roofing systems is reduced.

RESULTS

The calculation of the coefficient of technological efficiency $K_{t\,gr}^1$ applied to the construction of continuous green roofing systems has proven the expediency of this solution:

$$K_{t\,gr}^1 = \frac{Q_{gr}k}{Q_{mli} + Q_{gr}k} = 0.04 < 0.1.$$

The calculation of the coefficient of technological efficiency $K_{t\,gr}^2$ applied to the construction of modular green roofing systems has proven the acceptability of this solution:

$$K_{t\,gr}^2 = \frac{Q_{gr}k}{Q_{mli} + Q_{gr}k} = 0.13 - (0.1 \dots 0.2).$$

Fig. 2. A walkable roof having continuous green systems

Fig. 3. A walkable roof having modular green systems

Fig. 4. The timing diagram describing the construction of a multilayered roof (Options A and B): 1C — Construction of the sloping layer; 2B — Construction of the cement-sand screed; 3A — Arrangement of the waterproofing layer; 4A — Placement of geotextiles; 5D — Thermal insulation; 6A — Arrangement of the drainage layer; 7B — Preparation of the walkable roof base

CONCLUSIONS

In summary, the co-authors have calculated the coefficients of technological efficiency for different green roofing options. New technological solutions, including modular green roofs, can reduce the overall labour intensity of a building having a multilayered roof. The

calculation of the coefficient of technological efficiency for modular green rooftops has proven the acceptability of this solution. It is noteworthy that there is a need for new process parameters to be developed and for the provisions of effective legislation to be revised and supplemented by the description of organizational, technological and structural characteristics.

REFERENCES

1. Korol' O.A., Starostin A.R. Comparative analysis of technical parameters of elevator equipment when replacing the current and capital repairs of real estate. *Real Estate: Economics, Management*. 2018; 2:64-68. (rus.).
2. Telichenko V.I., Slesarev M.Yu. «Green» standardization of the future is a factor of ecological safety of the life environment. *Industrial and civil construction*. 2018; 8:90-97. (rus.).
3. Korol' O.A. Research and knowledge-intensive developments in the field of energy-efficient construction production. *Construction Materials*. 2015; 6:13-15. (rus.).
4. Strigin B.S. Domestic and foreign experience of using soft fitting structures in tent equipment. *MATEC Web of Conferences*. 2018; 251:06008. DOI: 10.1051/mateconf/201825106008
5. Lukinov V.A., D'yakov I.G. The rating of energy efficiency projects using technologies «green building». *Real Estate: Economics, Management*. 2015; 2:26-29. (rus.).
6. Sinenko S.A., Slavin A.M. On the issue of choosing the optimal organizational and technological solution of erection of buildings and constructions. *Scientific Review*. 2016; 1:98-103. (rus.).
7. Borkovskaya V.G., Degaev E., Burkova I. Environmental economic model of risk management and costs in the framework of the quality management sys-

- tem. *MATEC Web of Conferences*. 2018; 193:05027. DOI: 10.1051/mateconf/201819305027
8. Korol' O.A., Kuznetsov G.S. Multiple Criteria Analysis in Major Repair of Multi-Family Houses. *Real estate: economics, management*. 2017; 1:57-61. (rus.).
9. Catalano C., Laudicina V.A., Badalucco L., Guarino R. Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? *Ecological Engineering*. 2018; 115:15-26. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2018.01.006
10. Moghbel M., Salim E.R. Environmental benefits of green roofs on microclimate of Tehran with specific focus on air temperature, humidity and CO2 content. *Urban Climate*. 2017; 20:46-58. DOI: 10.1016/j.uclim.2017.02.012
11. Xiao M., Lin Ya., Han J., Zhang G. A review of green roof research and development in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014; 40: 633-648. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.147
12. Renterghem T.V. *Green Roofs for Acoustic Insulation and Noise Reduction*. Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability, 2018; 167-179. DOI: 10.1016/b978-0-12-812150-4.00016-1
13. Viola S. Green roofs for built environment recovery: technological transitions. *Journal of Cleaner Production*. 2017; 153:592-599. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.052
14. Suetina T.A., Nanazashvili I.KH., Pleshivtsev A.A. Organization of construction of environmentally friendly prefabricated buildings. *Bulletin of Volgograd State Architectural and Construction University. Series: Building and architecture*. 2013; 31-2(50):535-539. (rus.).
15. Khabaz A. Construction and design requirements of green buildings' roofs in Saudi Arabia depending on thermal conductivity principle. *Construction and Building Materials*. 2018; 186:1119-1131. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.07.234
16. Chen C.-F. Performance evaluation and development strategies for green roofs in Taiwan: A review. *Ecological Engineering*. 2013; 52:51-58. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2012.12.083
17. Bevilacqua P., Mazzeo D., Bruno R., Arcuri N. Experimental investigation of the thermal performances of an extensive green roof in the Mediterranean area. *Energy and Buildings*. 2016; 122:63-79. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.03.062
18. Lapidus A.A., Zhunin A.A. Modeling and optimization of organizational and technological solutions in the construction of energy efficient fencing structures in civil engineering. *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2016; 5:59-71. (rus.).
19. Korol' O.A., Kagan P.B. Calculation of integral indicators of investments in energy-saving measures at the stage of a feasibility study for the construction and reconstruction of real estate. *Innovative and technical solutions for environmental sustainability in the construction and management of urban housing and communal services: collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference*. 2014; 100-107. (rus.).
20. Korol S.P., Shushunova N.S., Shushunova T.N. Innovation technologies in Green Roof systems. *MATEC Web of Conferences*. 2018; 193:04009. DOI: 10.1051/mateconf/201819304009
21. Korol' E.A., Shushunova N.S., Mayilyan A.L. Organizational and Technological Procuring of Roofing Devices with Greening Systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 753:032059. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032059

Received January 14, 2020.

Adopted in a revised form on February 5, 2020.

Approved for publication February 26, 2020.

BIONOTES: **Elena A. Korol'** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Housing and Communal Utility; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 678276, Scopus: 57197844794, ResearcherID: C-2635-2019, ORCID: 0000-0002-5019-3694; KorolEA@gic.mgsu.ru;

Natalia S. Shushunova — postgraduate student of Department of Housing and Communal Utility, senior lecturer of the Department of Environmental Engineering; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 798734, Scopus: 57192116976, ResearcherID: F-1412-2016, ORCID: 0000-0001-7511-2355; ICA_kbs@mgsu.ru.