

М.А. Выставкина¹, Н.А. Пчелина¹, М.А. Разаков^{1,2}, М.Т. Сергеев¹

¹ Московский энергетический институт

² Российский биотехнологический университет

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Приведены основные результаты концептуального планирования современных многофункциональных зданий и сооружений. Рассмотрен новый взгляд на развитие градостроительной политики городов и населенных пунктов, который учитывает высокую комфортность для населения. Представлено проектное решение многофункционального здания, состоящее из десяти функциональных зон, которое возможно реализовать в пределах населенных пунктов или микрорайонов с численностью населения не менее 10 000 человек. Эскиз был подготовлен с помощью современных программных комплексов на базе кафедры энергетических и гидротехнических сооружений Московского энергетического института. Проект включает все современные тенденции в развитии зданий гражданского назначения в комплексе городской среды. Особое внимание уделено экологической составляющей конструктивных элементов здания. В эскизном варианте сооружения была запроектирована кровельная конструкция с озеленением, которая снижает тепловые потери через крышу и способствует повышению экологичности района строительства. Рассмотрена возможность использования естественного источника освещения в помещении лестничной клетки. Также в проекте учтена энергетическая обеспеченность здания, которая включает как комплекс возобновляемых источников энергии, так и энергии, получаемой от естественных ископаемых видов топлива (природный газ, уголь, мазут) с помощью современных городских энергетических систем. В проектом решении многофункционального здания предусмотрены возможности по изменению характеристик тепловой защиты зданий посредством дополнительного утепления или использовании местных природных строительных материалов. Данная опция позволяет учитывать особенности климатического района предполагаемого региона строительства и позволяет использовать разработанный проект на всей территории Российской Федерации.

Ключевые слова: строительство, градостроительство, здание, многофункциональное здание, характеристики здания, проектные решения, градостроительная политика развития.

Современный архитектурный образ здания состоит из множества элементов, которые находятся во взаимосвязи друг с другом. Помимо связей между внутренними составляющими, существуют и не менее важные части, например единение с природой или высокая комфортность для человека. Текущие мировые исследования и новаторские проектные решения направлены на экологичность архитектурных решений [1, 2]. Приоритет-

ными направлениями являются следующие элементы: высокая энергетическая и экономическая эффективность решений; рециркуляция основных ресурсов; повышенная долговечность; низкая эмиссия вредных выбросов; подобие природных экосистем [3–5].

Одним из наиболее популярных решений является строительство пассивных жилых домов с низкими показателями энергопотребления тепловой и электрической энергий [6]. К сожалению, мало внимания уделяется общественным зданиям, которые также являются неотъемлемой частью образа любой местности. Конечно, существуют эффективные решения для офисных зданий или образовательных учреждений, но их количество пока что невелико [7]. Поэтому необходим комплексный подход к архитектурному образу и градостроительной политике как основных объектов жилого сектора, так и иных сопутствующих сооружений инфраструктуры города и любого малого населенного пункта.

Многофункциональные здания могут частично решить проблемы с большим количеством индивидуальных проектов при экологической модернизации зданий и сооружений, которые отличаются друг от друга как функциональным назначением, так и текущим состоянием объектов. Для каждого типа объекта необходимы комплексные исследования о возможности применения различных видов инженерных решений в области зеленого строительства. Сегодня существуют проекты многофункциональных зданий, которые состоят из гостиницы и спортивного комплекса, офисного центра и футбольного стадиона, торговых помещений и жилого многоквартирного дома [8, 9]. Для новых типов многофункциональных зданий остается также открытым вопрос энергообеспечения объекта. Для этого проводятся различные исследования энергетических характеристик и создаются новые методики их расчета для прогнозирования энергопотребления [10, 11].

Жилому сектору уделяется больше внимания, чем иным видам зданий. Этот процесс связан в первую очередь с устареванием жилого фонда. В отечественной истории данная проблема стояла настолько остро, что был проект многоквартирного дома с большим количеством жителей (более 5 тыс. человек), но он не был реализован [12].

Материалы и методы исследования. Для разработки эскизных решений цифрового двойника экологичного многофункционального здания использовались современные отечественные и мировые программные комплексы для BIM-моделирования (AutoCAD, Revit, «Компас», Renga), которые были предоставлены кафедрой энергетических и гидротехнических сооружений Московского энергетического института с соответствующим типом лицензии.

Результаты и их обсуждение. Разработанный проект является альтернативой централизованной градостроительной концепции развития населенных пунктов с численностью менее 100 000 человек. Для него был разработан многофункциональный комплекс в населенном пункте Новосибирской области. Данный регион был выбран в связи с перспективным направлением развития городов в Сибирском регионе на период от 2020 до 2030 гг. Идея может быть использована для населенных пунктов, расположенных и в иных территориальных субъектах Российской Федерации, с учетом климатических, ресурсных и иных возможностей региона.

Основное направление при планировании инфраструктуры современных населенных пунктов СНГ, США и иных стран сводится к расположению основных объектов социального обеспечения граждан в малоэтажных зданиях на главной улице или к их централизации в районных городских центрах. Разработанная концепция характерна для децентрализации объектов социальной инфраструктуры в рамках региона. Сооружение разработано с учетом современных требований, обеспечивающих надлежащий доступ для лиц с ограниченными возможностями, а также отвечающим нормам экологичности. Отличительной особенностью разработанного многофункционального комплекса от типовых сооружений гражданского назначения является уникальная планировка здания. Она включает в себя несколько функциональных зон, которые являются отдельными базовыми социальными объектами обеспечения населения, которое гарантирует государство. На рис. 1, 2 представлены эскизные проекты планировки многофункционального комплекса, который был разработан авторами статьи. Красным цветом выделены функциональные зоны, которые были включены и, на наш взгляд, являются основными при обеспечении населения комфортными условиями проживания.

Здание состоит из следующих типовых блоков:

- здравоохранение;
- ветеринария;
- служба главного энергетика района;
- администрация;
- столовая;
- органы охраны правопорядка;
- почта и МФЦ;
- банк;
- нотариус;
- библиотека-музей и архив.

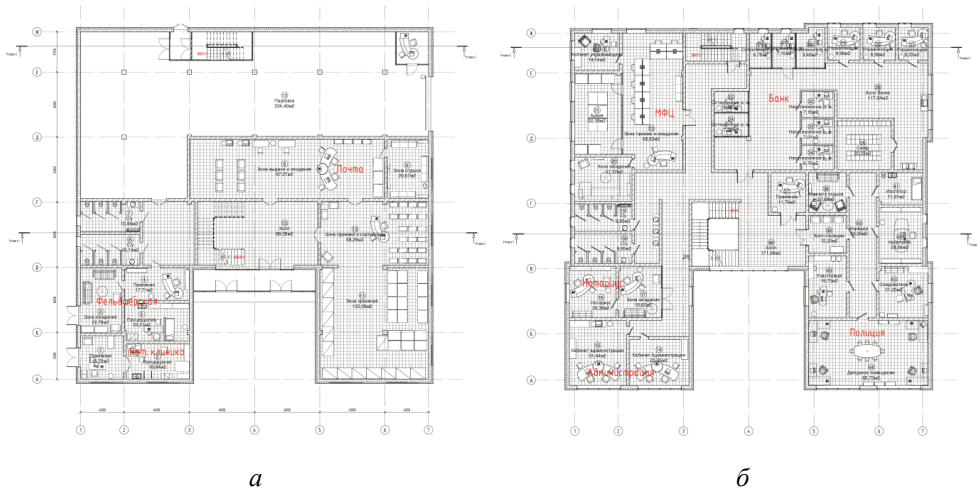


Рис. 1. Планы первого (а) и второго (б) этажей здания

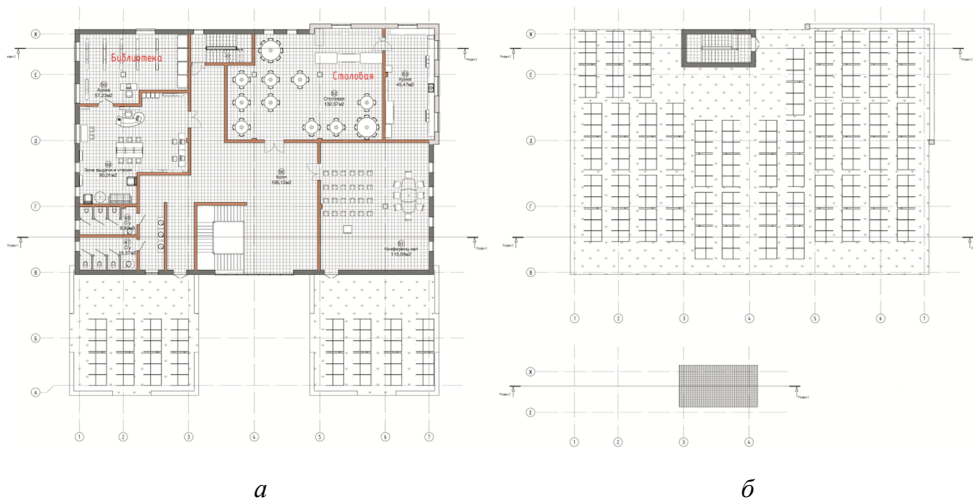


Рис. 2. Планы третьего этажа (а) и кровли (б) здания

Разработка проектного решения выполнена согласно действующим нормам проектирования. Для определения площади помещений различных функциональных зон использовались рекомендации СП 118.13330 «Общественные здания и сооружения». При проектировании кровельной конструкции с озеленением использовались общие рекомендации в рамках национальных «Зеленых» стандартов, а именно ГОСТ Р 58875–2020 «“Зеленые” стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования» и ГОСТ 28329–89 «Озеленение городов. Термины и определения». При оценке класса энер-

гоэффективности здания использовались данные из СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей». В табл. 1 приведены основные показатели объемно-планировочного решения здания.

Таблица 1

Технические показатели здания

Характеристика	Значение показателя
Площадь здания, м ²	1800
Объем здания, м ³	8100
Количество функциональных зон	10
Внутренняя штукатурка, м	0,005

При эксплуатации разработанные чертежи и модели будут способствовать повышению качества ремонтных работ в связи с высокой детализацией сооружения [13, 14]. На рис. 3 приведена модель внешнего вида здания. На рис. 4 представлен разрез последнего этажа.

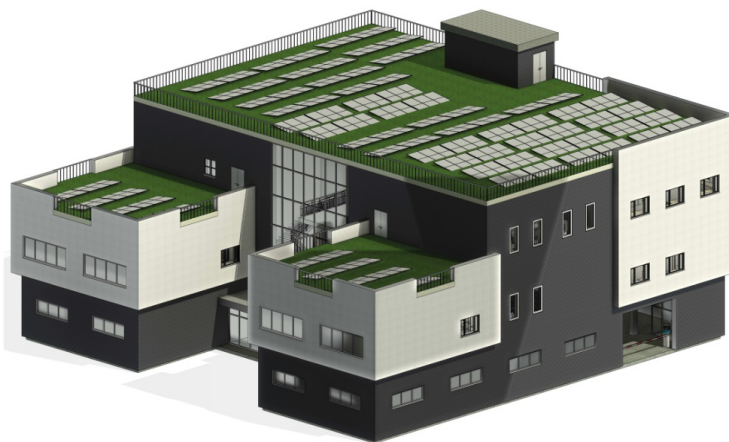


Рис. 3. Внешний вид цифрового двойника разработанного проектного решения

Здание имеет форму, близкую к идеальному кубу, с небольшими выступами и защищенной от ветра входной группой. Аэродинамические коэффициенты для первичных расчетов ветровых нагрузок и тепловых потерь возможно принять как для параллелепипеда. При расчете теплового режима входной группы частично возможно использование методики расчета крытых дворов [15].

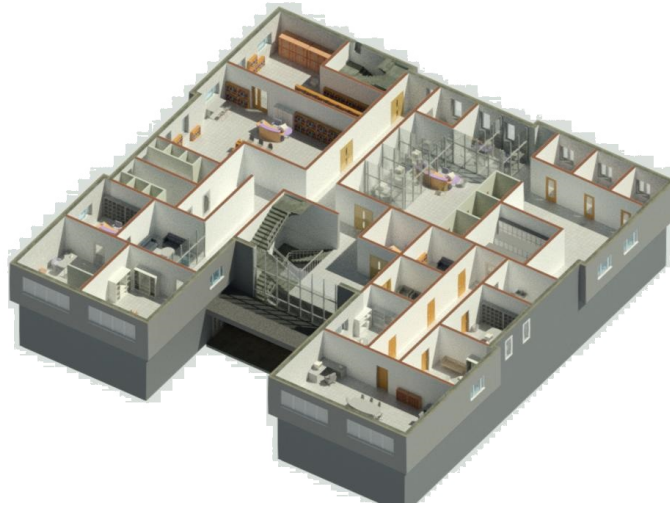


Рис. 4. Разрез помещений 3-го этажа

Ограждающие конструкции (наружные стены и перекрытия) были выполнены из типовых строительных материалов, которые являются довольно распространенными на всей территории Российской Федерации. В табл. 2 приведена информация об элементах наружной стены. Возможно дополнительное утепление сооружения или использование региональной сырьевой базы экологичных природных строительных материалов для внутренней и внешней отделки ограждающих конструкций (природные камни для отделки или экоштукатурки).

Таблица 2

Характеристики принятой ограждающей конструкции

Наименование элемента ограждающей конструкции	Толщина элемента ограждающей конструкции, м
Наружная штукатурка	0,005
Минераловатные плиты	0,15
Железобетон	0,25
Внутренняя штукатурка	0,005

Отличительной характеристикой разработанного здания является наличие экологичной кровли с озеленением. На рис. 5 представлен разрез принятой конструкции кровли. В табл. 3 приведены подробные характеристики каждого элемента крыши.

В качестве растительного покрова возможно использование растений типа «молодило русское» или «молодило кавказское». Они могут распо-

лагаться на кровельной конструкции со сплошным озеленением или на модульных «зеленых» элементах отечественного производства. С некоторыми современными типами кровельных конструкций с озеленением можно ознакомиться в работе Е.А. Король и Н.С. Шушуновой [16].

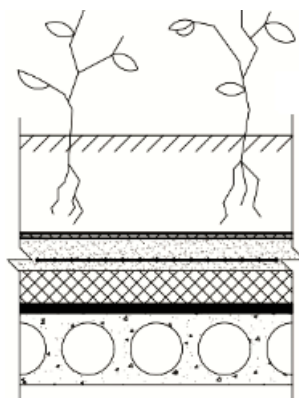


Рис. 5. Принципиальная схема принятой кровельной конструкции с озеленением

Таблица 3

Характеристики принятой кровельной ограждающей конструкции

Наименование элемента ограждающей конструкции	Толщина элемента ограждающей конструкции, м
Грунт	0,3
Фильтрующая мембрана	0,0005
Дренажная система с корневым и гидроизоляционным барьером	0,01
Полиэтиленовая пленка	0,0003
Известково-песчаная стяжка	0,1
Жесткие минераловатные плиты	0,1
Рубероид	0,003
Пустотная железобетонная панель	0,22

Энергообеспечение объекта предполагается с помощью солнечных модулей, которые установлены на кровле здания. Для кровельной конструкции возможна частичная замена солнечных панелей на светопрозрачные конструкции с целью увеличения потока солнечной инсоляции в помещение библиотеки или столовой, а также использование солнечных коллекторов для расширения возможности применения тепловой энергии.

Проект был выполнен в рамках факультативной деятельности со студентами строительного направления подготовки Московского энергетиче-

ского института и был направлен на развитие их творческого потенциала. Студенты получили опыт коллективной разработки решений с имитацией работы нескольких отделов в проектной организации (отделы: архитектура, теплопотребляющие и электропотребляющие инженерные системы, дизайн, моделирование) для развития образовательных компетенций и понимания системы управления процессами деятельности в строительной индустрии.

Выводы. Применение многофункциональных зданий в населенном пункте способствует уменьшению отдаленности различных объектов социальной инфраструктуры. Для проектирования зданий данного типа необходим комплексный подход к конструированию и проектированию их объемно-планировочных решений. Для различных регионов возможно использование типовых ограждающих конструкций, в том числе и кровельных конструкций с озеленением, которые будут способствовать повышению уровня экологии и физического состояния человека при отсутствии резкого антропогенного воздействия на природу.

Благодарности. Авторы выражают благодарность кафедре энергетических и гидротехнических сооружений Московского энергетического института за предоставленные программные комплексы, в которых были выполнены архитектурные решения многофункционального комплекса.

Библиографический список

1. Application of High-tech Solutions in Ecodevelopment / O. Korol, N. Shushunova, D. Lopatkin, A. Zanin, T. Shushunova // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 251. – P. 06002. DOI: 10.1051/mateconf/201825106002
2. Greening technology organization of multi-storey buildings, in the reconstruction of architectural and planning solutions with the use of modern building materials / S.B. Yazyeva, L.A. Seferyan, A.Y. Golubeva, L.A. Oparina // Materials Science Forum. – 2018. – Vol. 931. – С. 883–888. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.883
3. Kasaev B., Petrovskaya M., Kasaev M. Innovative approaches to business managing functional areas in a territory // Industrial Engineering & Management Systems. – 2019. – Vol. 18, № 3. – P. 440–453.
4. Environmental factors of energy saving for buildings with green roofs at Russian cities / E. Syssoeva, A. Benuzh, M. Gelmanova, A. Bogachev // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 175. – P. 14021. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514021
5. Telichenko V.I., Benuzh A.A., Rud N.S. Indoor Air Quality Requirements For Civil Buildings in Russian Regulations in Comparison With International Green Standards // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2021. – Vol. 17, № 1. – P. 98–107. DOI: 10.22337/2587-9618-2021-17-1-98-107
6. Experimental Passive House of the Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine / B. Basok, M. Novitska, S. Goncharuk, M. Moroz, A. Tymoshchenko // IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). – 2019. – P. 108–111. DOI: 10.1109/ESS.2019.8764182
7. Самосудова Н.В., Манухина О.А., Шушунова Н.С. Современные пути развития экостроительства на примере реализации в г. Москве проекта «Зеленого (живого) офиса» WWF // Недвижимость: экономика, управление. – 2013. – № 2. – P. 137–140.

8. The distribution of capital investments in the construction process for multifunctional buildings / M. Razakov, A. Gorbenko, S. Sartekenova, R. Razakova // *Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2022. – Vol. 231. – P. 415–423. DOI: 10.1007/978-3-030-96206-7_43
9. Стадион ЦСКА Футбольный стадион «АРЕНА ЦСКА» «Парк Яуза» – пример устойчивого развития городской Среды // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2017. – № 7. – С. 22.
10. Mammadov N., Yurin O. Control of Thermal Energy Consumption Mode for Multifunctional Buildings // *Lecture Notes in Civil Engineering*. – 2022. – Vol. 181. – P. 273–281. DOI: 10.1007/978-3-030-85043-2_26
11. Prokhorov V.I. Calculation method of heat consumption for buildings life support systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – Vol. 365. – P. 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/365/2/022023
12. Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Афанасьева И.Н. Вычислительная аэродинамика в задачах строительства. – М.: АСВ, 2017. – 720 с.
13. Guskova E., Ovchinnikov A., Volkov V. Approaches to the structuring of the information model of the cycle stages of a construction object // *E3S Web of Conferences*. – 2019. – Vol. 97. – P. 01002. DOI: 10.1051/e3sconf/20199701002
14. Volkov A. Digital Models in Construction: Classification Paradigm // *MATEC Web of Conferences*. – 2018. – Vol. 251. – P. 03066. DOI: 10.1051/mateconf/201825103066
15. Rymarov A. Energy saving in the formation of covered courtyards // *E3S Web of Conferences*. – 2019. – Vol. 100. – P. 00072. DOI: 10.1051/e3sconf/201910000072
16. Korol E., Shushunova N. Innovative modular greening system for modern buildings // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2021. – Vol. 1030. – P. 012062. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012062

References

1. Korol O., Shushunova N., Lopatkin D., Zanin A., Shushunova T. Application of High-tech Solutions in Ecodevelopment. *MATEC Web of Conferences*, 2018, Vol. 251, p. 06002. DOI: 10.1051/mateconf/201825106002.
2. Yazyeva S.B., Seferyan L.A., Golubeva A.Y., Oparina L.A. Greening technology organization of multi-storey buildings, in the reconstruction of architectural and planning solutions with the use of modern building materials. *Materials Science Forum*, 2018, Vol. 931, 2018. pp. 883-888. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.883.
3. Kasaev B., Petrovskaya M., Kasaev M. Innovative approaches to business managing functional areas in a territory. *Industrial Engineering & Management Systems*, 2016, no. 18 (3), pp. 440–453.
4. Sysoeva E., Benuzh A., Gelmanova M., Bogachev A. Environmental factors of energy saving for buildings with green roofs at Russian cities. *E3S Web of Conferences*, 2020, Vol. 175, p. 14021. DOI: 10.1051/e3sconf/202017514021.
5. Telichenko V.I., Benuzh A.A., Rud N.S. Indoor Air Quality Requirements For Civil Buildings in Russian Regulations in Comparison With International Green Standards. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 2021, no. 17 (1), pp. 98-107. DOI: 10.22337/2587-9618-2021-17-1-98-107.
6. Basok B., Novitska M., Goncharuk S., Moroz M., Tymoshchenko A. Experimental Passive House of the Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine. *IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*. 2019. pp. 108-111, DOI: 10.1109/ESS.2019.8764182.
7. Samosudova, N.V., Manuhina, O.A., Shushunova, N.S. Sovremennyye puti razvitiya ekostroitel'stva na primere realizatsii v g. Moskve proyekta "zelenogo (zhivogo) ofisa" WWF [The modern way of development by implementing green buildings in Moscow of the "Green (live) office" WWF]. *Real Estate, Economics, Management*, 2013, no. 2, pp. 137-140. (In Russ.).
8. Razakov M., Gorbenko A., Sartekenova S., Razakova R. The distribution of capital investments in the construction process for multifunctional buildings. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2022, Vol. 231, pp. 415–423. DOI: 10.1007/978-3-030-96206-7_43.
9. Stadion CSKA futbol'nyy stadion "Arena CSKA" "Park Yauza" - primer ustoychivogo razvitiya gorodskoy sredy [Soccer Stadium "CSKA Arena" "Yauza Park" – is the example of sustainable development of the urban environment]. *Industrial and Civil construction*, 2017, no. 7, p. 22. (In Russ.).

10. Mammadov N., Yurin O. Control of Thermal Energy Consumption Mode for Multifunctional Buildings. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2022, Vol. 181, pp. 273-281. DOI: 10.1007/978-3-030-85043-2_26.
11. Prokhorov V.I. Calculation method of heat consumption for buildings life support systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, Vol. 365. p. 022023. DOI: 10.1088/1757-899X/365/2/022023.
12. Belostocky A.M., Akimov P.A., Afanasyeva I.N. Vichislitel'naya aerodinamika v zadachah stroitel'stva [Computational aerodynamics in construction problems]. Moscow, ASV Publ., 2017, 720 p. (in Russ.).
13. Gusakova E., Ovchinnikov A., Volkov V. Approaches to the structuring of the information model of the cycle stages of a construction object. *E3S Web of Conferences*, 2019, Vol. 97, p. 01002.
14. Volkov A. Digital Models in Construction: Classification Paradigm. *MATEC Web of Conferences*, 2018, Vol. 251, p. 03066. DOI: 10.1051/mateconf/201825103066.
15. Rymarov A. Energy saving in the formation of covered courtyards. *E3S Web of Conferences*, 2019, Vol. 100, p. 00072. DOI: 10.1051/e3sconf/201910000072.
16. Korol E., Shushunova N. Innovative modular greening system for modern buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021, Vol. 1030, p. 012062. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/012062.

M. Vistavkina, N. Pchelina, M. Razakov, M. Sergeev

MULTIFUNCTIONAL BUILDINGS AS CONCEPT OF CITY PLANNING

Authors presented the main results of modern multifunctional buildings and structures conceptual planning in this paper. Researchers have a new view on the development of the urban cities and towns which takes into account the high comfort for human. There are the design solutions for a multifunctional building. It consists of 10 functional zones. This building could be built in settlements or microdistricts with at least 10 000 people population. The blueprints were prepared with modern software systems which are installed in Energy, Hydraulic Structures Department of NRU MPEI by authors of this article. The project includes all modern trends in the development of civil buildings in the urban environment. Authors have paid particular attention to the environment component of the building structures elements. Researchers designed the sketch version of structures which consist of roof structures with landscaping. It reduces heat losses through the roof and increase the environmental friendliness of the construction area. Authors considered the possibility of a natural light source use in ladder room. There is the information of building energy security in this project too. It includes a complex of renewable energy sources and energy from natural fuels (natural gas, coal, liquid fuel) which have used in modern urban energy systems. Authors provide thermal protection changes in different characteristics at the designed solutions of a multifunctional building. It could be done by adding the extra insulation or use of local natural building materials. This option allows the difference between climatic of regions and helps to use the proposed construction in Russian Federation.

Keywords: construction, city planning, building, multifunctional building, building characteristics, designed project, city planning direction.

Выставкина Мария Алексеевна (Москва, Россия) – студент, Московский энергетический институт (Москва, 111250, ул. Красноказарменная, 14, e-mail: VystavkinaMA@mpei.ru).

Пчелина Наталия Александровна (Москва, Россия) – студент, Московский энергетический институт (Москва, 111250, ул. Красноказарменная, 14, e-mail: PchelinaNA@mpei.ru).

Разаков Мухаммет Азатович (Москва, Россия) – преподаватель-исследователь, старший преподаватель, Московский энергетический институт (Москва, 111250, ул. Красноказар-

менная, 14), Российский биотехнологический университет (Москва, 125080, Волоколамское шоссе, 11, e-mail: RazakovMA@mpei.ru).

Сергеев Михаил Тихонович (Москва, Россия) – студент, Московский энергетический институт (Москва, 111250, ул. Красноказарменная, 14, e-mail: SergeevMT@mpei.ru).

Mariya Vistavkina (Moscow, Russian Federation) – Student, Moscow Power Engineering Institute (14, Krasnokazarmennaya str., 111250, Moscow, e-mail: VystavkinaMA@mpei.ru).

Nataly Pchelina (Moscow, Russian Federation) – Student, Moscow Power Engineering Institute (14, Krasnokazarmennaya str., 111250, Moscow, e-mail: PchelinaNA@mpei.ru).

Muhammet Razakov (Moscow, Russian Federation) – Researcher, Lecturer, Moscow Power Engineering Institute (14, Krasnokazarmennaya str., 111250, Moscow), Russian Biotechnological University (11, Volokolamskoe highway, 125080, Moscow, e-mail: RazakovMA@mpei.ru).

Mihail Sergeev (Moscow, Russian Federation) – Student, Moscow Power Engineering Institute (14, Krasnokazarmennaya str., 111250, Moscow, e-mail: SergeevMT@mpei.ru).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов равноценен.

Поступила: 26.03.2023

Одобрена: 03.04.2023

Принята к публикации: 07.04.2023

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Многофункциональные здания как фактор развития градостроительной политики / М.А. Выставкина, Н.А. Пчелина, М.А. Разаков, М.Т. Сергеев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2023. – № 1. – С. 30–40. DOI: 10.15593/2409-5125/2023.01.03

Please cite this article in English as: Vistavkina M., Pchelina N., Razakov M., Sergeev M. Multi-functional buildings as concept of city planning. *PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development*, 2023, no. 1, pp. 30-40. DOI: 10.15593/2409-5125/2023.01.03