

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА / TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1>

ОСОБЕННОСТИ ЭТАПОВ ПРЕДПРОЕКТНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ПОДГОТОВКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Научная статья

Толкачев Ю.А.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (ukushen13[at]gmail.com)

**Аннотация**

В статье проведено структурирование ключевых особенностей реализации модульных объектов на этапах предпроектной подготовки и проектирования. В статье представлены критерии проектов, в которых применение модульной технологии позволит увеличить эффективность будущего объекта. Большое внимание уделено значимости процесса взаимодействия проектной группы с производителями модульных конструкций, а также рассмотрена возможность применения технологии BIM для координирования всех участников проекта. Отмечено, что своевременное взаимодействие с производителем модулей позволит увеличить эффективность проекта и снизить возможность возникновения рисков. Освещается важная роль модульного строительства для достижения экоустойчивости строительных объектов.

**Ключевые слова:** модульное строительство, проектирование, предпроектная подготовка, проект.

SPECIFICS OF THE PRE-DESIGN AND PROJECT DEVELOPMENT STAGES IN THE IMPLEMENTATION OF MODULAR OBJECTS

Research article

Tolkachev Y.A.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation

\* Corresponding author (ukushen13[at]gmail.com)

**Abstract**

The article structures the key characteristics of implementing modular objects during the pre-design and project design phases. The article presents criteria for projects in which the use of modular technology will increase the efficiency of the future object. Much attention is paid to the importance of the process of interaction between the design team and manufacturers of modular structures, and also the possibility of BIM technology application for the coordination of all participants of the project is reviewed. It is noted that timely interaction with module manufacturer will increase project efficiency and reduce possible risks. The important role of modular construction in achieving eco-sustainability of construction projects is highlighted.

**Keywords:** modular construction, design, preliminary design, project.

**Введение**

В настоящее время возможность применения модульных систем для строительных объектов различного назначения вызывает все больше интереса у всех участников процесса реализации данных объектов.

Модули стали активно использовать при надстройке, пристройке и прочих видах реконструкции зданий. Также модульные здания массово применяются при возведении индивидуальных котельных, трансформаторных подстанций и прочих элементов инженерного обеспечения [1]. В России модульная технология используется при строительстве небольших павильонов, киосков, помещений общественного питания, а также при строительстве необходимых объектов социального назначения.

Однако большинство представителей строительной отрасли имеет крайне мало понимания о технологии модульного строительства, что негативно воздействует на принятие решения о возможности эффективного применения данной технологии. Поэтому решение о целесообразности реализации проекта модульного здания должны принимать люди, которые понимают ключевые особенности модульных технологий.

**Основная часть**

Изначально нужно понимать, какие особенности проекта позволят добиться наибольшего эффекта от применения модульной технологии вместо классической. К проектам, в которых применение модульного строительства являются наиболее перспективным, можно отнести:

- проекты, размещение которых необходимо выполнить в труднодоступных регионах или строительных площадках, а также в регионах с низкой продолжительностью строительных работ [2];
- проекты с регулярно повторяющимися однотипными элементами, а именно блоками (коридорные или блочные объемно-планировочные структуры) [3];
- проекты, в которых отсутствует необходимость организации открытых пространств и больших пролетов;
- проекты, в которых сокращение сроков производства работ и ускорение процесса выхода на рынок является ключевым критерием для Заказчика [4].

Конечно, стоит отметить, что даже если проект не подходит под вышеперечисленные критерии, применение модульной технологии также может иметь положительный эффект при его использовании, в сравнении с традиционными технологиями.

При выборе модульной технологии важно понимать, что модульное здание невозможно представить в виде обычного объекта, который разделили на отдельные блоки. Данная технология имеет множество особенностей, которые необходимо учитывать при разработке проекта [5]. Наиболее эффективным вариантом реализации модульной технологии в строительстве является выбор данного метода на начальном этапе проекта, а именно, на этапе разработки концепции. Это обосновывается тем, что принятие решения о применении модульной технологии, после разработки проекта, приведет к увеличению себестоимости отдельных элементов каждого модуля и модульного здания в целом. Внесение изменений в проект модульного здания, а именно в планировки, основные узлы, инженерное оборудование и инженерные сети, после начала производства основных элементов, имеет низкую эффективность и повлечет большие затраты, т.к. может потребоваться корректировка уже готовых строительных конструкций (см. рис. 1 и 2) [6].

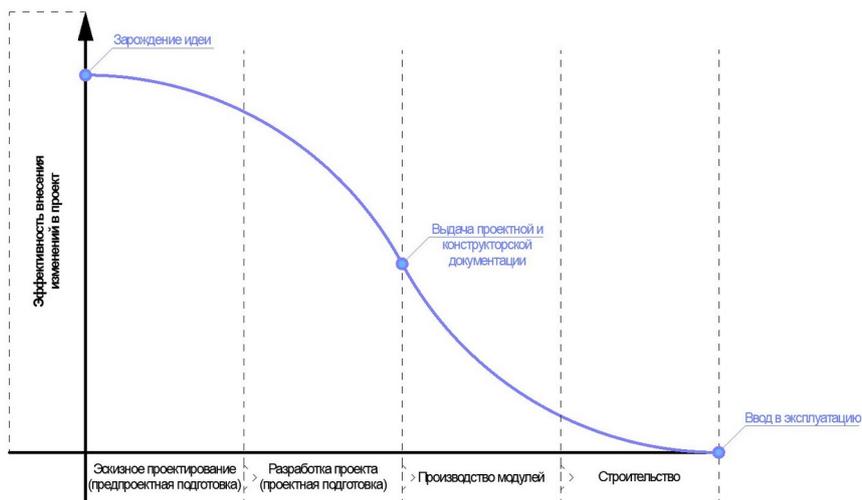


Рисунок 1 - Эффективность внесения изменений на различных этапах реализации модульного проекта  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1.1>

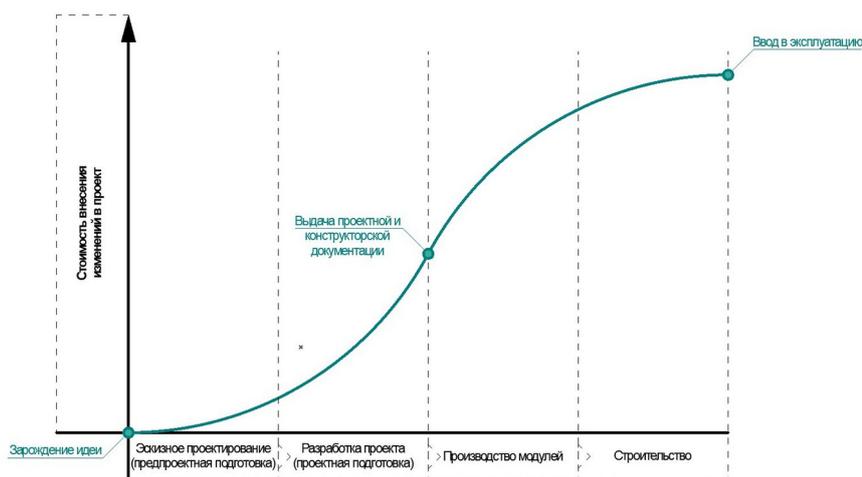


Рисунок 2 - Затраты от внесения изменений на различных этапах реализации модульного проекта  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1.2>

Чтобы избежать непредвиденных расходов при реализации модульного здания, необходимо принять решение о модульном производстве на этапе предпроектной подготовки, чтобы в дальнейшем учесть все особенности производства модульных элементов, их транспортировки и монтажа на строительной площадке.

Для решения этих проблем группе реализации проекта, которая еще не знакома с модульной технологией, необходимо постоянно консультироваться с различными производителями модульных зданий. Наибольший эффект будет достигнут при консультации с производителем, сразу после этапа проработки концептуальной схемы будущего

объекта. Это позволит на начальном этапе оценить перспективы применения данной технологии, а также выявить возможные риски и вовремя их устранить.

Кроме этого, консультация с производителем на этапе предпроектной подготовки позволит:

- оптимизировать схему расположения основных элементов и модулей, а также получить помощь в разработке проектных решений, что позволит снизить дальнейшие затраты при производстве и монтаже будущего объекта;
- использовать основные преимущества модульной технологии и грамотно проектировать планировку реализуемого объекта;
- снизить затраты на транспортировку модулей до строительной площадки за счет эффективного использования типовых решений производителей;
- обеспечить в проекте эффективное использование строительных материалов и сокращение количества производственных отходов.

При выборе производителя модульных конструкций для реализации будущего проекта необходимо учитывать, что данная компания должна иметь все необходимые разрешения, а также допуск СРО на проектирование (если это необходимо) и все виды работ, которые сопровождают модульное здание от этапа производства отдельных элементов до их монтажа на месте.

Лучшим решением при реализации модульного объекта является привлечение производителя модулей в качестве субподрядчика. В данном случае, производитель будет выполнять производство модулей на основании технического задания, что позволит снизить вероятность возникновения проблемы ответственности за низкое качество конечного изделия (модуля).

Отдельно стоит отметить сложности в реализации проекта с применением тендерной системы. Сейчас данная система используется повсеместно и модульное строительство не является исключением. Тендерная система подразумевает разработку проекта до проведения конкурсной процедуры. Это означает, что после проведения тендера будет невозможно оптимизировать проект под применение модульных технологий. Однако, как уже отмечалось ранее, включение производителей на этапе проектирования является основным фактором успешной реализации будущего проекта.

Эффективность реализации проекта также зависит от того, насколько грамотно и быстро будет происходить обмен информацией между участниками проекта. Особенно важно учесть координацию в обмене данными при взаимодействии производителей модулей, проектировщиков и руководителем строительной бригады [7].

Создание информационной модели модульного здания, посредством применения различных программных комплексов, позволяет упростить не только сам процесс проектирования, но и последующий обмен информацией между участниками проекта. Технологии BIM можно использовать для исключения коллизий, которые часто появляются в здании, собранном из отдельных модулей. Проектирование модульного здания должно производиться с четким представлением итогового здания, как системы состоящей из отдельных компонентов. Также, BIM позволит эффективно планировать последовательность производства работ и своевременно корректировать график производства работ, в случае возникновения непредвиденных ситуаций [8]. При этом крайне важно обеспечить единые стандарты BIM проектирования, которые будут соблюдать все участники данного проекта. Это позволит снизить вероятность возникновения ошибок, которые приведут к нарушению графика работ.

При проектировании модульного здания, необходимо совместно с производителем разработать схему расположения отдельных элементов. Наиболее эффективным решением является формирование здания из модулей, которые имеют максимально допустимые габариты, что снизит общее количество необходимых модулей [9]. Это позволит сократить будущие расходы на производство, транспортировку и монтаж модульного здания.

После разделения на модули необходимо проверить проект на наличие нестыковок и ошибок в местах сопряжения модулей, которые основаны на специфических аспектах модульного строительства. Основные нестыковки возникают при разработке инженерных сетей в модульном здании. Большинство производителей поставляют модульные здания в максимальной заводской готовности, которая включает в себя не только каркас, но и внутреннюю и наружную отделку, оборудование, освещение, сигнализацию, отопление, вентиляцию, кондиционирование и прочее [10]. Поэтому в случае необходимости поставки модулей с готовой инженерией, важно предусмотреть возможность соединения инженерных сетей отдельных модулей между собой.

Значительный вклад в высокую эффективность модульного строительства вносит возможность одновременного производства работ на строительной площадке и за ее пределами. Из этого возникает необходимость тщательной проработки вариантов закрепления элементов модульного здания к существующим конструкциям на месте возведения.

Проектировщикам необходимо использовать полученную от производителя информацию, для разработки узлов всех необходимых соединений, что позволит упростить процесс монтажа модульного здания.

Проектирование узлов соединения и крепления модулей является важным, но не единственным аспектом качественного проектирования модульного здания. Проектирование объекта с применением готовых модульных компонентов предполагает проработку решений по теплоизоляции и герметизации стыков модулей [11]. Наличие ошибки в узлах стыковки может привести к возникновению мостиков холода и образованию протечек внутри помещений. Разделение здания на компоненты, которые будут транспортироваться на строительную площадку в разобранном виде, подразумевает проработку решений по организации огнестойкости строительных конструкций в местах их сопряжения.

Большинство производителей модульных зданий имеют готовые типовые узлы для решения всех вышеперечисленных сложностей. Однако при разработке проекта необходимо адаптировать данные решения под собственный объект. Также важно решить вопрос заделки стыков соединений модульных элементов, чтобы это смотрелось эстетически в конечном итоге.

В завершении хочется отметить, что актуальной задачей ближайшего будущего, становится переход строительной отрасли к принципам замкнутого производства и замкнутой системе организационно технологических циклов [12]. Проект модульного здания может предусматривать демонтаж и последующее применение элементов модульного здания на другом объекте. В таком случае необходимо заранее проработать узлы стыковки таким образом, чтобы это позволило в дальнейшем изменить назначение объекта, реконструировать его или просто переместить на новую строительную площадку. Достижение экоустойчивости модульного объекта предполагает возможность доступа ко всем его соединениям, а также использования в качестве основы модулей нескольких типовых размеров, на основании которого и сформированы остальные. Проектирование с сохранением возможности будущего демонтажа и перемещения подразумевает достижение максимального количества строительных элементов, которые будут изготовлены производителем и доставлены на строительную площадку.

### Заключение

Большинство промышленных отраслей переходит на высокотехнологичные, автоматизированные процессы производства работ. Технология модульного строительства дает возможность строительной отрасли не отставать от данной тенденции. Успешное выполнение проектов будет гарантировано только в том случае, если все участники будут иметь понимание ключевых особенностей модульной технологии. Для достижения максимальной эффективности модульного производства необходимо организовать обмен информацией между участниками проекта. Благодаря этому отрасль будет продолжать развиваться и со временем перерастет в совершенно новое направление.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Пашкова Л.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова", Белгород, Российская Федерация, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова", Белгород, Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1.3>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

Pashkova L.A., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov", Belgorod, Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov", Belgorod, Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1.3>

### Список литературы / References

1. Захарова М.В. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии / М.В. Захарова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. — 2017. — Т. 8. № 1. — с. 148-155. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-stroitelstva-zdaniy-i-sooruzheniy-po-modulnoy-tehnologii/viewer> (дата обращения: 02.06.2023). — DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13.
2. Олейник П.П. Основные тенденции развития организации строительного производства. / П.П. Олейник // Строительное производство. — 2022. — № 2. — с. 21-25. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49190005> (дата обращения: 02.06.23). — DOI: 10.54950/26585340\_2022\_2\_21.
3. Кузнецова А.А. Современные архитектурно-планировочные способы моделирования зданий дошкольных организаций / А.А. Кузнецова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Т.16, № 2. — с. 221-225. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21275150> (дата обращения: 02.06.23).
4. Исходжанова Г.Р. Перспективы применения блочно-модульных структур зданий для условий высокогорья / Г.Р. Исходжанова // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. — 2013. — Т. 13, № 7. — с. 151-155. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20842441> (дата обращения: 02.06.23).
5. Широков В.С. Конструктивные особенности модульных зданий / В.С. Широков // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14, № 3. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49480218> (дата обращения: 02.06.23).
6. Романовски Е. Модульные-быстровозводимые здания / Е. Романовски, Н. Закусилова // Инженерный бизнес: Сборник материалов III Международной научно-практической конференции в рамках 20-й Международной научно-технической конференции БНТУ «Наука – образованию, производству и экономике»; под ред. О. С. Голубова. — Минск: Белорусский национальный технический университет, 2022. — с. 247-257. — URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/124742> (дата обращения: 02.06.23).
7. Скворцов М.Е. Потенциал модульного строительства. / М.Е. Скворцов // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. — 2021. — № 3. — с. 34-46. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47286258> (дата обращения: 02.06.23). — DOI: 10.52470/2224669X\_2021\_3\_34.
8. Цапко К.А. Применение автоматизированных систем удаленного управления в строительстве (BIM-управление). / К.А. Цапко, А.О.А. Алшехли // Перспективы науки. — 2020. — № 10 (133). — с. 210-212. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44472637> (дата обращения: 02.06.23).
9. Сычев С.А. Оптимизация технологических решений строительства на основе быстровозводимых систем. / С.А. Сычев, Ю.Н. Казаков // Вестник гражданских инженеров. — 2016. — № 3 (56). — с. 130-135. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26467969> (дата обращения: 02.06.23).

10. Лукьяненко Л.А. Модульное строительство как современное направление возведения доступного жилья. / Л.А. Лукьяненко, Ю.В. Артемьева, Н.И. Шайбакова // Фотинские чтения. — 2018. — № 1 (9). — с. 218-225. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844462> (дата обращения: 02.06.23).
11. Овсянников С.Н. Тепловая защита ограждающих конструкций быстровозводимых зданий на основе древесины. / С.Н. Овсянников, Т.А. Степанова, У. Топчубаев и др. // Строительные материалы. — 2017. — №6. — с. 52-54. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29452563> (дата обращения: 02.06.23).
12. Антонова Н.М. Экологизация экономики: практические аспекты перехода к «зеленой» (циклической) экономике на региональном уровне. / Н.М. Антонова, Э.В. Круглова, О.В. Ананьева // Вестник Екатеринбургского института. — 2020. — № 1 (49). — с. 29-34. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42733855> (дата обращения: 02.06.23).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Zakharova M.V. Opyt stroitelstva zdaniy i sooruzhenii po modulnoi tekhnologii [Experience in the Construction of Buildings and Structures Using Modular Technology] / M.V. Zakharova // Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture]. — 2017. — V. 8. № 1. — p. 148-155. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-stroitelstva-zdaniy-i-sooruzheniy-po-modulnoy-tehnologii/viewer> (accessed: 02.06.2023). — DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13. [in Russian]
2. Olejnik P.P. Osnovny'e tendencii razvitiya organizatsii stroitel'nogo proizvodstva [Main Trends in the Development of the Organization of Construction Production]. / P.P. Olejnik // Stroitel'noe proizvodstvo [Construction Production]. — 2022. — № 2. — p. 21-25. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49190005> (accessed: 02.06.23). — DOI: 10.54950/26585340\_2022\_2\_21. [in Russian]
3. Kuznetsova A.A. Sovremennie arkhitekturno-planirovochnie sposobi modelirovaniya zdaniy doskolnikh organizatsii [Modern Architectural and Planning Methods of Modeling Buildings of Preschool Organizations] / A.A. Kuznetsova // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. — 2014. — V.16, № 2. — p. 221-225. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21275150> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
4. Iskhodzhanova G.R. Perspektivi primeneniya blochno-modulnikh struktur zdaniy dlya uslovii visokogorya [Prospects for the Use of Block-modular Structures of Buildings for the Conditions of the Highlands] / G.R. Iskhodzhanova // Vestnik Kirgizsko-Rossiiskogo Slavyanskogo universiteta [Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University]. — 2013. — V. 13, № 7. — p. 151-155. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20842441> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
5. Shirokov V.S. Konstruktivnye osobennosti modulnikh zdaniy [Constructive Features of Modular Buildings] / V.S. Shirokov // Vestnik yevraziiskoi nauki [Bulletin of Eurasian Science]. — 2022. — V. 14, № 3. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49480218> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
6. Romanovski Ye. Modulnie-bistrovzvodimie zdaniya [Modular-prefabricated Buildings] / Ye. Romanovski, N. Zakusilova // Inzhenernyy biznes: Sbornik materialov III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkah 20-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii BNTU «Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu i ekonomike» [Engineering Business: Collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference within the framework of the 20th International Scientific and Technical Conference of BNTU "Science – Education, Production and Economy"]; edited by O. S. Golubova. — Minsk: Belarusian National Technical University, 2022. — p. 247-257. — URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/124742> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
7. Skvorcov M.E. Potencial modul'nogo stroitel'stva [The Potential of Modular Construction]. / M.E. Skvorcov // Vestnik Moskovskogo informacionno-tekhnologicheskogo universiteta – Moskovskogo arkhitekturno-stroitel'nogo instituta [Bulletin of the Moscow Information Technology University – Moscow Architectural and Construction Institute]. — 2021. — № 3. — p. 34-46. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47286258> (accessed: 02.06.23). — DOI: 10.52470/2224669X\_2021\_3\_34. [in Russian]
8. Czapko K.A. Primenenie avtomatizirovanny'x sistem udalennogo upravleniya v stroitel'stve (BIM-upravlenie) [Application of Automated Remote Control Systems in Construction (BIM management)]. / K.A. Czapko, A.O.A. Alshexli // Perspektivy' nauki [Prospects of Science]. — 2020. — № 10 (133). — p. 210-212. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44472637> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
9. Sy'chev S.A. Optimizatsiya tekhnologicheskix reshenij stroitel'stva na osnove by'strovzvodimy'x sistem [Optimization of Technological Solutions for Construction Based on Prefabricated Systems]. / S.A. Sy'chev, Yu.N. Kazakov // Vestnik grazhdanskix inzhenerov [Bulletin of Civil Engineers]. — 2016. — № 3 (56). — p. 130-135. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26467969> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
10. Luk'yanenko L.A. Modul'noe stroitel'stvo kak sovremennoe napravlenie vozvedeniya dostupnogo zhil'ya [Modular Construction as a Modern Direction of Affordable Housing Construction]. / L.A. Luk'yanenko, Yu.V. Artem'eva, N.I. Shajbakova // Fotinskie chteniya [Fotinsky Readings]. — 2018. — № 1 (9). — p. 218-225. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844462> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
11. Ovsyannikov S.N. Teplovaya zashhita ograzhdayushhix konstrukcij by'strovzvodimy'x zdaniy na osnove drevesiny' [Thermal protection of enclosing structures of prefabricated buildings based on wood]. / S.N. Ovsyannikov, T.A. Stepanova, U. Topchubaev et al. // Stroitel'ny'e materialy' [Building Materials]. — 2017. — №6. — p. 52-54. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29452563> (accessed: 02.06.23). [in Russian]
12. Antonova N.M. E'kologizatsiya e'konomiki: prakticheskie aspekty' perexoda k «zelenoj» (ciklicheskoj) e'konomike na regional'nom urovne [Ecologization of the Economy: Practical Aspects of the Transition to a "Green" (Cyclical) Economy at the Regional Level]. / N.M. Antonova, E'.V. Kruglova, O.V. Anan'eva // Vestnik Ekaterininskogo instituta [Bulletin of the

Catherine Institute]. — 2020. — № 1 (49). — p. 29-34. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42733855> (accessed: 02.06.23). [in Russian]