Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2025, Том 17, № 2 / 2025, Vol. 17, Iss. 2 https://esj.today/issue-2-2025.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/56SAVN225.pdf

2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**
Нелина, Д. В. Проблемы организации и проведения подрядных конкурсов (торгов) при строительстве с применением аддитивных технологий / Д. В. Нелина, П. А. Молоткова, А. П. Шехоботкин // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/56SAVN225.pdf.

**For citation:**
Nelina D.V., Molotkova P.A., Shekhobotkin A.P. Problems of organising and conducting contractual tenders (bidding) in construction with the use of additive technologies. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(2): 56SAVN225. Available at: https://esj.today/PDF/56SAVN225.pdf. (In Russ., abstract in Eng.).

**УДК 69.001.5**

**Нелина Дарья Владимировна**
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
Старший преподаватель
E-mail: ShishkunovaDV@mgsu.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8929-3417
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=829102

**Молоткова Полина Александровна**
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
E-mail: polhammer.ph@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-8488-8872
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1288929

**Шехоботкин Александр Павлович**
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
E-mail: shekhobotkin.ap@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-4989-242X

# Проблемы организации и проведения подрядных конкурсов (торгов) при строительстве с применением аддитивных технологий

**Аннотация.** В статье рассматривается специфика организации и проведения подрядных конкурсов (торгов) при возведении зданий с применением строительной 3D-печати. Проведён сравнительный анализ различных видов подрядных конкурсов в зависимости от ограничений по цене контрактов. В научной работе был осуществлён экспертный опрос в целях оценки влияния различных факторов на элементы организации и проведения подрядных конкурсов. В результате опроса была сформирована таблица априорного ранжирования с указанием персональных рангов экспертов. Вычислен коэффициент конкордации Кэнделла, а также получено расчётное значение критерия Пирсона. Проведена проверка гипотезы о неслучайности экспертного согласия. Представлена априорная диаграмма рангов, демонстрирующая основные 10 факторов, которые в наибольшей степени влияют на механизм проведения подрядных конкурсов: отсутствие нормативной документации, ограничения в части значения начальной максимальной цены контракта, нехватка компетентных

специалистов, непредоставление дополнительных документов или их отсутствие, возможные ошибки при выборе победителя конкурса, отсутствие единой системы организационного обеспечения подготовки к проведению конкурсов, трудности подготовительного процесса к проведению конкурсов и их осуществления, различия объёмов подготавливаемой конкурсной документации, незаинтересованность в участии, а также нарушение условий разработки, согласования, утверждения конкурсной документации. В рамках научного исследования представлены возможные методы оптимизации данных факторов, влияющих на элементы осуществления подрядных конкурсов при строительстве с применением аддитивных технологий.

**Ключевые слова:** строительство; 3D-печать; аддитивные технологии; торги; подрядные конкурсы; организация проведения торгов

За последнее десятилетие наблюдается активное внедрение 3D-печати в строительную отрасль [1; 2]. Благодаря увеличению объёмов строительного рынка использование аддитивных технологий, позволяющих снизить затраты на производство, а также сократить время возведения новых зданий, становится в один ряд с наиболее перспективными направлениями в строительной индустрии [3; 4].

При строительстве с применением 3D-печати выбор проектной организации, подрядной компании, а также организации, выполняющей функцию поставщика оборудования, производится в конкурсном формате методом проведения конкурсов (торгов).

Подрядные конкурсы (торги) — способ размещения заказов в форме конкурса в инвестиционно-строительной сфере на различных стадиях выполнения проекта с целью заключения контракта на выполнение работ (СМР, проектирование, поставка оборудования, материалов) [5–6].

Механизм проведения конкурсов включает в себя следующие этапы:

1. Назначение ответственного за организацию конкурсов, определение предмета и объекта конкурсов, объявление о подрядных конкурсах (торгах).
2. Разработка проекта конкурсов, подготовка к их проведению, деловые встречи и переговоры, выполнение проверки комплекта документации, посещение строительной площадки, внесение задатка.
3. Проведение подрядных конкурсов, анализ поступающих предложений, выбор генподрядной организации, выбор субподрядных организаций, контроль документов.
4. Подготовка контракта (договора), заключение контрактов генподряда и субподряда, публикация информации о заключённом контракте с победителем.

В настоящее время система по организации и развитию конкурсов остаётся не до конца совершенна. Для повышения эффективности механизма подрядных конкурсов необходимо выявление и изучение проблем, возникающих между заказчиком и подрядными организациями. Данные участники конкурсов подряда стремятся достичь разные цели: если мотивация заказчика заключается в выборе наиболее выгодного предложения относительно цены и других технических или коммерческих условий, то подрядчик преследует цель получения подряда на возведение выгодного объекта.

Размещение подряда в конкурсном формате позволяет учитывать уже на начальном этапе при отборе претендентов возможности финансирования строительства по этапам и установления «твёрдой цены», устанавливающейся на момент подписания договора и не подлежащей изменению при её введении в исполнение [7].

Сумма, от которой проводятся конкурсы подряда, зависит от типа проведения конкурса и вида заключаемого контракта. Более подробная информация приведена в таблице 1.

**Таблица 1**

**Виды проведения подрядных торгов**

| № п/п | Вид проведения подрядных торгов | Описание | Ограничение по цене |
|---|---|---|---|
| 1 | Запрос котировок | В данной форме контракт заключается с участником, который предложил наименьшую цену выполнения своих функций по контракту. Публикация информации происходит в открытом формате, на платформе Единой Информационной Системы | НМЦК не более 7 млн рублей |
| 2 | Открытый конкурс | Форма торгов с возможностью участия всех желающих физических и юридических лиц. Как правило, определение победителя конкурсов (торгов) подряда происходит в отсутствие претендентов | НМЦК не более 50 млн рублей для муниципального объекта; НМЦК не более 150 млн рублей для федерального объекта |
| 3 | Контракт с единственным поставщиком | Данный вид проведения подрядных конкурсов характеризуется тем, что заключение контракта происходит без процедуры выбора подрядчика — с определённым физическим или юридическим лицом | НМЦК не более 100 тыс. рублей |
| 4 | Конкурс с ограниченным участием | Публикация конкурса производится на портале Единой Информационной Системы, при этом к конкурсантам предъявляются дополнительные требования помимо единых | НМЦК не ниже 50 млн рублей для муниципального объекта; НМЦК не ниже 150 млн рублей для федерального объекта |
| 5 | Двухэтапный конкурс | Данный вид конкурса характеризуется тем, что для победы участникам необходимо пройти два этапа и, следовательно, по результатам второго этапа предложить наилучшие условия выполнения контракта | НМЦК не более 50 млн рублей для муниципального объекта; НМЦК не более 150 млн рублей для федерального объекта |
| 6 | Закрытые конкурсы и закрытые аукционы | Конкурс проводится в закрытом формате, ограниченному кругу физических/юридических рассылается приглашение для участия. Данный вид конкурсов проводится в следующих случаях:<br>— обеспечение государственной тайны;<br>— необходимость в обеспечении федеральных нужд | Ограничения отсутствуют |
| 7 | Запрос предложений | Неограниченному кругу физических/юридических лиц рассылается приглашение для участия. Победитель конкурсов (торгов) — участник, направивший наиболее оптимальное предложение для заказчика | НМЦК не более 15 млн рублей |
| 8 | Электронный аукцион | Данная форма характеризуется её проведением в электронном формате | НМЦК не более 10 млн рублей |

*Составлено авторами*

Можно утверждать, что механизм конкурсов подряда является процессом интеграции интересов подрядчика и заказчика. При строительстве с применением 3D-печати особенности проведения конкурсов подряда, а также специфика заключения контрактов приводят к возникновению определённых сложностей. В связи с этим был составлен перечень факторов, влияющих на механизм проведения торгов. В рамках исследования был проведён экспертный опрос для оценки влияния данных факторов на аппарат подрядного конкурса. Эксперты должны были дать свои оценки методом априорного ранжирования. В настоящем исследовании каждому фактору было присвоено условное обозначение (табл. 2).

**Таблица 2**

**Факторы, влияющие на механизм проведения торгов**

| Условное обозначение фактора | Наименование фактора |
|---|---|
| F1 | **Ограничения в части значения начальной максимальной цены контракта.** Напечатанные здания относятся к уникальным объектам, следовательно в отношении их должен проводиться конкурс с ограниченным участием, при заключении муниципального контракта НЦМК должна быть не ниже 50 млн рублей, при заключении федерального — не ниже 150 млн рублей |
| F2 | **Отсутствие нормативной документации.** По причине отсутствия нормативной документации на организацию и технологию выполнения строительно-монтажных работ с применением 3D-печати у подрядчиков возникает проблема обоснования выбранных проектных решений [8; 9] |
| F3 | **Различия объёмов подготавливаемой конкурсной документации.** Зависит от этажности, габаритных размеров в плане, архитектурного облика |
| F4 | **Неисполнение условий договора по окончании подрядного конкурса.** Появляется необходимость повторного проведения торгов |
| F5 | **Нарушение условий разработки, согласования, утверждения конкурсной документации** |
| F6 | **Неполная комплектация документации** |
| F7 | **Некорректное ТЗ.** Уточнение непонятных аспектов конкурсной документации требует дополнительного времени |
| F 8 | **Увеличение срока подачи заявки в случае внесения изменений в конкурсную документацию.** Участникам требуется дополнительное время для подготовки предложений |
| F9 | **Трудности подготовительного процесса к проведению конкурсов и их осуществления.** Возникает возможность появления большого количества альтернативных предложений реализации проекта, из чего следует, что комитет тендера обязан владеть методами оценки данных предложений [10] |
| F10 | **Незаинтересованность в участии.** Низкий спрос на участие в конкурсе принуждает создавать дополнительные условия для привлечения организаций |
| F11 | **Нехватка компетентных специалистов.** При проведении конкурса с ограниченным участием претендентам могут предъявляться дополнительные требования, такие как определённое число сотрудников с подтверждённой документально квалификацией. По причине редкого применения технологии строительной 3D-печати существует проблема нехватки компетентных специалистов в данной сфере [11; 12] |
| F12 | **Непредоставление дополнительных документов или их отсутствие.** Ввиду отсутствия нормативной документации на организацию и технологию строительства с применением 3D-печати может понадобиться разработка специальных технических условий, а также проведение дополнительных испытаний с составлением протокола [13; 14] |
| F13 | **Несвоевременное подписание контракта** |
| F14 | **Длительный промежуток времени между проведением конкурса и выполнением работ по договору.** При отсутствии в контракте возможности рассмотрения изменений возможно возникновение разногласий между заказчиком и подрядной организацией, требующих дополнительного времени |
| F15 | **Сбои в информационной сфере, обеспечивающей участие в конкурсе.** Сбои в работе Интернета, технические проблемы сервера |
| F16 | **Невозможность внесения изменений в условия контракта** |
| F17 | **Отсутствие обратной связи от заказчика или её несвоевременность** |
| F18 | **Возможные ошибки при выборе победителя конкурса.** При выборе с кем заключать договор, заказчик может акцентировать внимание на наименьшей цене контракта, а не на профессионализме и качестве выполнения работ организации, что в свою очередь влечёт за собой дополнительные риски |
| F19 | **Риск возникновения коррупции** |
| F20 | **Отсутствие единой системы организационного обеспечения подготовки к проведению конкурсов** |

*Составлено авторами*

В таблице 3 представлено априорное ранжирование с распределением персональных рангов.

**Таблица 3**

**Априорное ранжирование**

| Условное обозначение фактора | Условные номера экспертов, n | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Персональные ранги оценки, $a_{km}$ | | | | | | |
| F1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| F2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| F3 | 9 | 6 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 |
| F4 | 12 | 12 | 11 | 10 | 11 | 12 | 11 |
| F5 | 10 | 10 | 9 | 11 | 10 | 11 | 10 |
| F6 | 14 | 16 | 16 | 14 | 16 | 15 | 14 |
| F7 | 13 | 13 | 14 | 13 | 13 | 10 | 12 |
| F8 | 15 | 14 | 13 | 16 | 14 | 14 | 16 |
| F9 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 |
| F10 | 8 | 7 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| F11 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| F12 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 5 |
| F13 | 17 | 19 | 18 | 18 | 18 | 19 | 20 |
| F14 | 16 | 15 | 17 | 17 | 20 | 16 | 15 |
| F15 | 20 | 18 | 20 | 20 | 19 | 20 | 19 |
| F16 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 |
| F17 | 19 | 17 | 19 | 19 | 17 | 18 | 17 |
| F18 | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 |
| F19 | 18 | 20 | 15 | 15 | 15 | 17 | 18 |
| F20 | 6 | 9 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 |

*Составлено авторами*

В таблице 4 представлена оптимизированная информация о персональных рангах оценки после их стандартизации.

**Таблица 4**

**Априорное ранжирование после стандартизации рангов оценки**

| Условное обозначение фактора | Условные номера экспертов, n | | | | | | | Сумма рангов, $\Delta_k$ | Отклонение суммы рангов, ($\Delta'_k$ | $(\Delta'_k)^2$ | Занимаемое место, N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| | Персональные ранги оценки, $a_{km}$ | | | | | | | | | | |
| F1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 16 | -57,5 | 3 306,25 | 2 |
| F2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 12 | -61,5 | 3 782,25 | 1 |
| F3 | 9 | 6 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 | 56 | -17,5 | 306,25 | 8 |
| F4 | 12 | 12 | 11 | 10 | 11 | 12 | 11 | 79 | 5,5 | 30,25 | 11 |
| F5 | 10 | 10 | 9 | 11 | 10 | 11 | 10 | 71 | -2,5 | 6,25 | 10 |
| F6 | 14 | 16 | 16 | 14 | 16 | 15 | 14 | 105 | 31,5 | 992,25 | 15 |
| F7 | 13 | 13 | 14 | 13 | 13 | 10 | 12 | 88 | 14,5 | 210,25 | 13 |
| F8 | 15 | 14 | 13 | 16 | 14 | 14 | 16 | 102 | 28,5 | 812,25 | 14 |
| F9 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 51 | -22,5 | 506,25 | 7 |
| F10 | 8 | 7 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 59 | -14,5 | 210,25 | 9 |
| F11 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1 | 20 | -53,5 | 2 862,25 | 3 |
| F12 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 5 | 25 | -48,5 | 2 352,25 | 4 |
| F13 | 17 | 19 | 18 | 18 | 18 | 19 | 20 | 129 | 55,5 | 3 080,25 | 19 |
| F14 | 16 | 15 | 17 | 17 | 20 | 16 | 15 | 116 | 42,5 | 1 806,25 | 16 |
| F15 | 20 | 18 | 20 | 20 | 19 | 20 | 19 | 136 | 62,5 | 3 906,25 | 20 |
| F16 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 84 | 10,5 | 110,25 | 12 |
| F17 | 19 | 17 | 19 | 19 | 17 | 18 | 17 | 126 | 52,5 | 2 756,25 | 18 |
| F18 | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 4 | 34 | -39,5 | 1 560,25 | 5 |
| F19 | 18 | 20 | 15 | 15 | 15 | 17 | 18 | 118 | 44,5 | 1 980,25 | 17 |
| F20 | 6 | 9 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 43 | -30,5 | 930,25 | 6 |
| ∑ | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | **1 470** | | **31 507** | |

*Составлено авторами*

Сумма рангов вычисляется по формуле:

$$\Delta_F = \Sigma^F{}_{F=1} = 1\ 470.$$

Средняя сумма рангов вычисляется по формуле:

$$\Delta = \frac{\Sigma^F{}_{F=1}\Delta_k}{F} = \frac{1\ 470}{20} = 73{,}5.$$

В целях определения согласованности мнений экспертов считается коэффициент конкордации Кэнделла:

$$W = \frac{12S}{n^2 \times (F^3 - F)} = \frac{12 \times 31\ 507}{7^2 \times (20^3 - 20)} = 0{,}97.$$

Далее для проверки неслучайности согласия экспертов вычисляется расчётное значение критерия Пирсона:

$$X^2{}_p = W \times n \times (F - 1) = 0{,}97 \times 7 \times 19 = 105{,}07.$$

По таблице критерия Пирсона сравниваем нормативное значение с полученным.

$$\chi^2_m = 36{,}19.$$

Выполняется условие:

$$\chi^2_P > \chi^2_T.$$

Следовательно, подтверждается гипотеза о неслучайности экспертного согласия. Так, полученный результат может использоваться в исследовании. Сформирована априорная диаграмма рангов, представленная на рисунке 1.

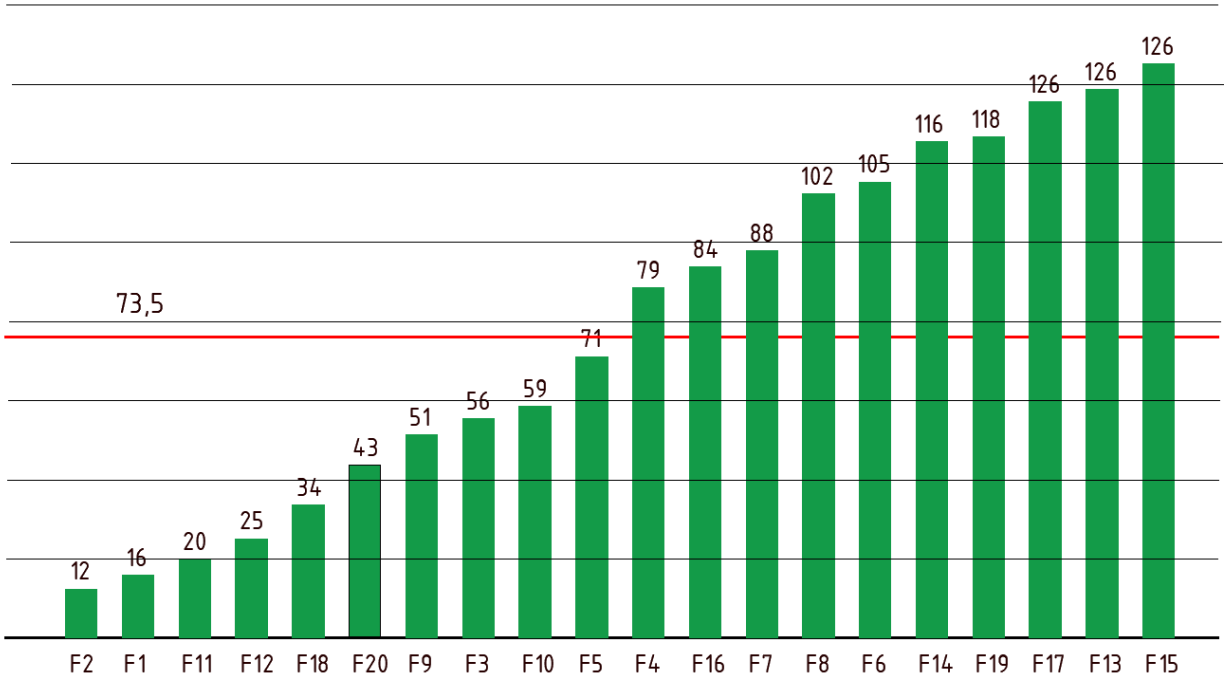


***Рисунок 1.*** *Априорная диаграмма рангов (составлено авторами)*

По итогам проведения анализа априорной диаграммы рангов можно сделать выводы, что на механизм организации и проведения подрядных конкурсов в большей степени оказывают влияние 10 факторов, сумма рангов которых ниже средней.

Варианты решения данных проблем подрядных конкурсов для строительного производства с применением 3D-печати представлены в таблице 5.

**Таблица 5**

**Альтернативные решения проблем подрядных конкурсов при строительстве 3D-печатью**

| Условное обозначение фактора | Наименование проблемы | Вариант решения |
|---|---|---|
| F2 | Отсутствие нормативной документации | Для обоснования проектных решений конкурсантам возможно предоставлять СТУ (специальные технические условия), которые разрабатываются под конкретный проект, а также различные лабораторные заключения [15–17] |
| F1 | Ограничения в части значения начальной максимальной цены контракта | Для решения данной проблемы следует проводить совмещённый вид торгов: закрытый конкурс с ограниченным участием либо заключение контракта с определённым подрядчиком без определения победителя среди конкурсантов |
| F11 | Нехватка компетентных специалистов | Для решения данной проблемы следует проводить совмещённый вид торгов: закрытый конкурс с ограниченным участием либо заключение контракта с определённым подрядчиком без определения победителя среди конкурсантов |
| F12 | Непредоставление дополнительных документов или их отсутствие | Внесение к требованиям конкурсной документации дополнительные пункты: разработка СТУ и проведение определённых лабораторных испытаний |
| F18 | Возможные ошибки при выборе победителя конкурса | Одним из потенциальных вариантов решения может быть формирование в регионах центров, имеющих в штате сотрудников — экспертов, которые специализируются на объективной оценке участников конкурса |
| F20 | Отсутствие единой системы организационного обеспечения подготовки к проведению конкурсов | Одним из возможных вариантов решения этой проблемы — привлечение экспертов (консультантов), которые специализируются на организации конкурсов. В функции консультантов будут входить грамотная организация конкурса и исключение коррупционных схем |
| F9 | Трудности подготовительного процесса к проведению конкурсов и их осуществления | Одним из потенциальных вариантов решения может быть формирование в регионах центров, имеющих в штате сотрудников — экспертов, которые специализируются на объективной оценке участников конкурса. В функции консультантов также будут входить отсеивание недобросовестных подрядчиков на стадии подачи документации. Данные центры должны заниматься обслуживанием разных заказчиков в зависимости от направления деятельности и уровня бюджета |
| F3 | Различия объёмов подготавливаемой конкурсной документации | Заключение контракта с определённым подрядчиком без определения победителя среди конкурсантов |
| F10 | Незаинтересованность в участии | Заключение контракта с определённым подрядчиком без определения победителя среди конкурсантов |
| F5 | Нарушение условий разработки, согласования, утверждения конкурсной документации | Одним из потенциальных вариантов решения может быть формирование в регионах центров, имеющих в штате сотрудников — экспертов, которые специализируются на объективной оценке участников конкурса. В функции консультантов также будут входить отсеивание недобросовестных подрядчиков на стадии подачи документации |

*Составлено авторами*

В результате выполненного анализа можно сделать выводы, что на сегодняшний день механизм проведения конкурсов подряда в 3D-печатном строительном производстве не отрегулирован в полном объёме и нуждается в дополнительной коррекции [18; 19]. Предложенные альтернативные варианты решения проблем организации конкурса могут послужить началом для формирования единой системы, регламентирующей подрядные конкурсы при строительстве с применением аддитивных технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лунева Д.А. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития / Д.А. Лунева, Е.О. Кожевникова, С.В. Калошина — DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.08. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. — 2017. — Т. 8, № 1. — С. 90–101.
2. Пустовгар А.П. Технология и организация аддитивного строительства / А.П. Пустовгар, А.О. Адамцевич, А.А. Волков // Промышленное и гражданское строительство. — 2018. — № 9. — С. 12–20.
3. Абрамян С.Г. Современные аддитивные строительные технологии. Часть 1 / С.Г. Абрамян, А.Б. Илиев // Инженерный вестник Дона. — 2018. — № 1. — URL: https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4755 (дата обращения: 01.07.2024).
4. Харитонов В.А. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений. — Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. — 342 с.
5. Басалаев Д.Э. Оценка конкурентоспособности потенциальных подрядчиков строительных работ и принятие управленческих решений по их выбору // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. — 2017. — № 1(1). — С. 99–108.
6. Barbera S. Voting under Constraints / S. Barbera, J. Masso, A. Neme // Journal of Economic Theory. — 1997. — Vol. 76. — P. 298–321.
7. Константинов И.И. Инновационная сущность универсальной методики оценки и сравнения заявок при проведении конкурсов в строительстве // Интеллектуальный потенциал 21 века: Ступени познания. — 2015. — № 26. — С. 121–125.
8. Лапидус А.А. Технологические процессы в строительстве / А.А. Лапидус, М.Н. Ершов. — Москва: АСВ, 2016. — С. 1–20.
9. Иноземцев А.С. Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве / А.С. Иноземцев, Е.В. Королев, З.Т. Куй // Вестник МГСУ. — 2018. — Т. 13, № 7(118). — С. 863–876.
10. Bos F.P. Additive manufacturing of concrete in construction / F.P. Bos, R.J. Wolfs, Z.Y. Ahmed, T.A. Salet- DOI: 10.1080/17452759.2016.1209867 // Virtual and Physical Prototyping. — 2016. — № 11. — С. 209–225
11. Gosselin C. Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete — a new processing route for architects and builders / C. Gosselin, R. Duballet, Ph. Roux [et al.] — DOI: 10.1016/j.matdes.2016.03.097 // Materials & Design. — 2016. — Vol. 100. — P. 102–109.
12. Османов С.Г. К вопросу о возможностях и области рационального применения технологии 3D-печати строительных конструкций / С.Г. Османов, М.А. Колотиенко // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 9. — URL: https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6222 (дата обращения: 01.07.2024).
13. Мухаметрахимов Р.Х. Технология и контроль качества строительной 3D-печати / Р.Х. Мухаметрахимов, Л.В. Зиганшина — DOI: 10.52409/20731523_2022_1_64 // Известия КГАСУ. — 2022. — № 1(59). — С. 64–79.
14. Weng Y. Investigation of interlayer adhesion of 3D printable cementitious material from the aspect of printing process / Y. Weng, M. Li, D. Zhang [et al.] // Cement and Concrete Research. — 2021. — Vol. 143. — P. 106386.

15. Boton C. The Challenge of Level of Development in 4D/BIM Simulation Across AEC Project Lifecyle. A Case Study / C. Boton, S. Kubicki, G. Halin // Procedia Engineering. — 2015. — No. 123. — P. 59–67. — URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815031598 (дата обращения: 01.07.2024).

16. Фиговский О. Материалы для 3D-печати: реферативный обзор патентов / О. Фиговский, Н. Бланк // Инженерный вестник Дона. — 2024. — № 10. — URL: https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2024/9526 (дата обращения: 01.07.2024).

17. Мухаметрахимов Р.Х. Совершенствование технологии аддитивного строительного производства регулированием продолжительности перерывов в процессе 3D-печати / Р.Х. Мухаметрахимов, Л.В. Зиганшина // Инженерный вестник Дона. — 2024. — № 4. — URL: https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9125 (дата обращения: 01.07.2024).

18. Балашов А.В. Исследование структуры и свойств изделий, полученных 3D-печатью / А.В. Балашов, М.И. Маркова // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 1. — URL: https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5618 (дата обращения: 01.07.2024).

19. Ищенко А.В. Способы армирования конструкций при строительной 3D-печати зданий и сооружений / А.В. Ищенко, П.А. Молоткова — DOI: 10.33622/0869-7019.2024.0580-84 // Промышленное и гражданское строительство. — 2024. — № 5. — С. 80–84.

**Nelina Daria Vladimirovna**
National Research Moscow State Construction University, Moscow, Russia
E-mail: ShishkunovaDV@mgsu.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8929-3417
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=829102

**Molotkova Polina Alexandrovna**
National Research Moscow State Construction University, Moscow, Russia
E-mail: polhammer.ph@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-8488-8872
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1288929

**Shekhobotkin Aleksandr Pavlovich**
National Research Moscow State Construction University, Moscow, Russia
E-mail: shekhobotkin.ap@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-4989-242X

# Problems of organising and conducting contractual tenders (bidding) in construction with the use of additive technologies

**Abstract.** The article deals with the specifics of organising and conducting contract tenders (bidding) in the construction of buildings with the use of construction 3D printing. A comparative analysis of different types of contract tenders depending on the restrictions on the price of contracts is carried out. In the scientific work an expert survey was carried out in order to assess the impact of various factors on the elements of the organisation and conduct of contract tenders. As a result of the survey a table of a priori ranking was formed with the indication of personal ranks of experts. Candell's coefficient of concordance was calculated and the calculated value of Pearson's criterion was obtained. The hypothesis of non-randomness of expert agreement was tested. An a priori ranking diagram is presented, showing the main 10 factors that most affect the mechanism of contract tenders: lack of regulatory documentation, restrictions in terms of the value of the initial maximum contract price, lack of competent specialists, failure to provide additional documents or their absence, possible errors in selecting the winner of the tender, the lack of a unified system of organisational support for the preparation for the tenders, and the lack of a single system of organisational support for the preparation of the tender. The research presents possible methods of optimisation of these factors affecting the elements of implementation of contract tenders in construction with the use of additive technologies.

**Keywords:** construction; 3D printing; additive technologies; tenders; contract tenders; organisation of tenders