

Бидов Т.Х., Хубаев А.О., Шабанова А.А. Организационно-техническое моделирование комплексной системы производства бетонных работ в зимний период при возведении жилых зданий // *Construction and Geotechnics*. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 15–25. DOI: 10.15593/2224-9826/2021.2.02

Bidov T.K., Khubaev A.O., Shabanova A.A. Organizational and technical modeling of an integrated system of concrete work in the winter during the construction of residential buildings. *Construction and Geotechnics*. 2021. Vol. 12. No. 2. Pp. 15-25. DOI: 10.15593/2224-9826/2021.2.02



CONSTRUCTION AND GEOTECHNICS

Т. 12, № 2, 2021

<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>



DOI: 10.15593/2224-9826/2021.2.02

УДК 624.05

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Т.Х. Бидов, А.О. Хубаев, А.А. Шабанова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,  
Москва, Россия

### О СТАТЬЕ

Получена: 03 февраля 2021  
Принята: 24 мая 2021  
Опубликована: 13 июля 2021

#### Ключевые слова:

зимнее бетонирование, организационно-технологические решения, организационно-технологический потенциал, метод термоса, возведение монолитных конструкций.

### АННОТАЦИЯ

Объектом исследования являются процессы производства бетонных работ в зимний период. Целью – разработка методики по комплексной оценке организационно-технологических решений производства бетонных работ при возведении жилых монолитных зданий в зимний период.

В данной статье проведен обзор организационно-технических решений производства бетонных работ в зимний период при возведении монолитных конструкций жилых зданий. Проанализирована нормативно-правовая база, регламентирующая применение методов зимнего бетонирования. Рассмотрены производственные процессы, оказывающие влияние на выбор того или иного метода. Определены преимущества и недостатки основных методов бетонирования в зимний период.

Результаты анализа нормативно-правовой литературы показали, что сегодня отсутствуют четкие рекомендации по проектированию, технологии производства бетонных работ в зимний период с учетом особенностей объекта. Отсутствует комплексный подход к разработке организационно-технологических решений в рамках технологического проектирования. Полученные результаты исследования позволят в дальнейшем создать методику по выбору наиболее оптимальных организационно-технологических решений при возведении жилых монолитных зданий в зимний период.

© ПНИПУ

© Бидов Тембот Хасанбиевич – старший преподаватель, e-mail: tembot07@bk.ru.

Хубаев Алан Олегович – старший преподаватель, OrcidID: 0000-0002-0691-3797, e-mail: alan\_khubaev@mail.ru.

Шабанова Анастасия Александровна – студентка, e-mail: shabanovavip@yandex.ru.

Tembot K. Bidov – Senior Lecturer, e-mail: tembot07@bk.ru.

Alan O. Khubaev – Senior Lecturer, OrcidID: 0000-0002-0691-3797, e-mail: alan\_khubaev@mail.ru.

Anastasia A. Shabanova – Student, e-mail: shabanovavip@yandex.ru.

## **ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MODELING OF AN INTEGRATED SYSTEM OF CONCRETE WORK IN THE WINTER DURING THE CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS**

**T.K. Bidov, A.O. Khubaev, A.A. Shabanova**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation

---

### ARTICLE INFO

Received: 03 February 2021

Accepted: 24 May 2021

Published: 13 July 2021

#### *Keywords:*

winter concreting, organizational and technological solutions, organizational and technological potential, thermos method, construction of monolithic structures.

### ABSTRACT

The object of research is the production of concrete work in the winter. The goal is to develop a methodology for a comprehensive assessment of organizational and technological solutions for the production of concrete work during the construction of monolithic residential buildings in the winter.

We reviewed the organizational and technical solutions for the production of concrete work in the winter during the construction of monolithic structures of residential buildings. We have analyzed the regulatory framework that governs the application of winter concreting methods. The production processes that affect the choice of a particular method are considered, indicating the advantages and disadvantages. Advantages and disadvantages of the basic methods of concreting in the winter were identified.

The results of the analysis of the regulatory literature showed that today there are no clear recommendations on the design of concrete production technology in the winter, taking into account the features of the facility. There is no comprehensive approach to the formation of organizational and technological solutions within the framework of technological design. The results of the study will allow us to further create a methodology for choosing the most optimal organizational and technological solutions for the construction of monolithic residential buildings in the winter.

© PNRPU

---

## **Введение**

В настоящее время в нашей стране отмечается большой интерес к методам производства бетонных работ в зимний период в связи с географическим положением России и ее климатическими условиями. Учитывая, что большая ее территория расположена в средней полосе, где зимний период составляет 6–10 месяцев, выбор наиболее оптимальных способов возведения монолитных конструкций является актуальной задачей как для научного сообщества, так и для застройщиков.

Известно, что при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже +5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0 °С необходимо принимать специальные меры по выдерживанию уложенного бетона в конструкциях и сооружениях. При низких положительных температурах снижается скорость твердения бетонной смеси, а при отрицательных – прекращается гидратация цемента и рост прочности, а свободная вода, не вступившая в реакцию, кристаллизуется, увеличиваясь в размере, что разрушает структуру бетона.

Строительные технологии постоянно развиваются, и сейчас практически не наблюдается застоя в холодные периоды. Научным сообществом сегодня ведется много исследований по изучению способов защиты бетона от замерзания, но среди всего разнообразия отсутствует инструмент, который позволил бы, комплексно учитывая все факторы, влияющие на бетонирование в зимних условиях окружающей среды, определить единый, наиболее предпочтительный.

## Основная часть

Применяемые в современном строительстве методы производства работ в зимний период делят на две группы [1, 2]:

### 1. Безобогревные:

- метод термоса;
- применение бетонов с противоморозными добавками.

### 2. Обогревные:

- электропрогрев;
- применение предварительно разогретых бетонных смесей;
- форсированный разогрев уложенного в опалубку бетона с повторным уплотнением в разогретом состоянии;
- обогрев в электромагнитном поле;
- обогрев бетона инфракрасными лучами;
- прогрев бетона проводами;
- контактный прогрев.

Применение того или иного метода реализуется в рамках организационно-технологического проектирования. Еще на стадии проектирования осуществляется выбор в пользу того или иного метода с указанием последовательности выполнения организационных, технологических и технических процессов производства бетонных работ в зимний период. Основными документами, регламентирующими порядок выполнения организационно-технологических процессов, являются: проект организации строительства (ПОС), проект производства работ (ППР), технологическая карта [3]. Для их разработки используют: СП 48.13330.2011, МДС 12-81.2007, МДС 12-29.2006, СП 63.13330.2012. Проведенные исследования говорят о том, что сегодня составление данных документов носит типовой характер, без учета особенностей объекта, где будут производиться работы по бетонированию монолитных конструкций [4]. Происходит это в основном из-за отсутствия четких организационно-технологических рекомендаций в нормативной документации по выбору методов производства бетонных работ, в зависимости от учета множества факторов [5–8].

Много работ посвящено выбору организационно-технологических решений и связанных с ними процессов производства бетонных работ зимой [9–12]. Предлагаются различные способы совершенствования существующих методов выдерживания бетона в зимний период. Однако предложенные методики охватывают лишь определенный производственный процесс, в то время как для повышения эффективности конечных показателей качества монолитных конструкций необходим комплексный подход [13].

Проведенные исследования позволили выбрать наиболее подходящий инструмент, который даст возможность систематизировать все организационно-технологические решения [14–20]. Для выполнения поставленных задач и формирования организационно-технической системы производства бетонных работ в зимний период на первом этапе необходимо подробно проанализировать каждый из существующих методов и выявить их преимущества и недостатки.

## Метод термоса

Подразумевает бетонирование предварительно разогретой (за счет использования подогретой воды) бетонной смесью до 25–35 °С. Для бетона создают благоприятные температурные условия, используя помимо тепла, внесенного в бетон при изготовлении, тепло,

выделенное в бетоне вследствие гидратации цемента в период остывания. Важно, чтобы к моменту окончания формирования монолитной бетонной конструкции была набрана критическая прочность – минимальная прочность, по достижении которой замерзание бетона уже не оказывает отрицательных воздействий на структуру бетона, а бетон в нормальных условиях набирает нормируемую прочность.

Этот способ достаточно эффективен при бетонировании массивных конструкций, находящихся в грунте [21].

*Преимущества:*

- отсутствие специального оборудования;
- экономичность;

*Недостатки:*

- малая эффективность при температурах наружного воздуха ниже  $-10...15$  °С;
- невозможность использования для изделий сложной формы;
- малая площадь охлаждения.

### **Использование в приготовлении бетонного раствора добавок**

Применение данного метода позволяет понизить температуру замерзания воды в бетонной смеси и ускорить твердение бетона. У бетона с противоморозными добавками водоцементное соотношение становится меньше, чем обуславливается повышение прочности и морозостойкости. Однако очень важно подобрать оптимальное количество добавки: из-за недостатка примеси произойдет преждевременное замерзание, что приведет к разрушению конструкции, в то же время избыток модификатора повлечет за собой замедление твердения.

*Преимущества:*

- при отрицательных температурах – замораживание смеси [9];
- низкая стоимость материалов;
- низкие трудозатраты;
- отсутствие необходимости предусматривать на объекте дополнительное оборудование.

*Недостатки:*

- введение добавок вносит изменения в структуру бетона, что может отрицательно сказаться на качестве;
- увеличение времени достижения бетоном его расчетной прочности [10];
- понижение коррозионной стойкости арматуры (для хлоридных добавок);

Рассмотрим несколько способов электрообработки бетона, активно применяемых в настоящее время.

### **Электропрогрев**

Суть метода: расположить в только что уложенном бетоне стальные электроды, подключаемые к трансформатору, пропустить через них переменный ток и тем самым сделать бетон частью электрической цепи. Бетон начинает оказывать электрическое сопротивление, в результате увеличения которого смесь постепенно нагревается. Свежеуложенный бетон хорошо проводит электрический ток вследствие хорошей проводимости воды и высокого сопротивления вяжущих и заполнителей в сухом состоянии [22].

*Преимущества:*

- высокий коэффициент использования электроэнергии;
- простота монтажа;
- возможность прогрева любых конструкций.

*Недостатки:*

- неравномерность воздействия на поверхность бетона;
- необходимость применения мощного источника питания;
- невозможность полностью обеспечить целостность возводимых конструкций.

### **Применение предварительно разогретых бетонных смесей**

Применение предварительно разогретых электрическим током бетонных смесей при зимнем бетонировании представляет собой экономичный обогревный метод, позволяющий расширить границы метода «термоса», непригодного для ряда конструкций. Сущность его заключается в кратковременном электроразогреве бетонных смесей перед укладкой и далее – выдерживании без обогрева (при возведении конструкций при сильных морозах или с повышенным модулем поверхности применяется дополнительный обогрев) [23]. Применение предварительно разогретых электрическим током бетонных смесей способствует ускорению реакций гидратации и экзотерики цемента. Также ввиду уплотнения бетонной смеси в горячем состоянии исключается остаточное тепловое расширение бетона, обычно возникающее при других методах тепловой обработки конструкций, тем самым обеспечивается повышение качества бетона.

- Отсутствие теплового расширения, что обеспечивает повышение качества бетона.
- Возможность отказаться от подогрева до высоких температур заполнителей на заводе.
- Возможность не прогревать бетон в конструкциях, а выдерживать его по методу «термоса».

### **Форсированный разогрев уложенного в опалубку бетона с повторным уплотнением в разогретом состоянии**

Применение данного метода позволяет разогревать бетон до 100 °С, при этом исключаются потери тепла при транспортировании. Способ отличается эффективностью по методу твердения и экономичностью по расходу электроэнергии.

*Недостатки:*

- возможность применять только в неармированных конструкциях;
- затрудняется прогрев массивных монолитных конструкций.

### **Обогрев в электромагнитном поле**

Способ индукционного прогрева основывается на магнитной индукции. Армирование железобетонной конструкции в таком случае выступает в роли сердечника, а кабель, уложенный петлями вокруг, служит катушкой переменного тока. Данный метод чаще всего применяют для длинномерных армированных конструкций малой площади поперечного сечения: колонн, свай и др.

*Преимущества:*

- экономичность;
- возможность достижения равномерного прогрева.

*Недостатки:*

- сложные расчеты;
- ограничение по размерам конструкций.

### **Обогрев бетона инфракрасными лучами**

При применении данного метода инфракрасные лучи поглощаются телом бетона, трансформируясь в тепловую энергию, и тем самым обеспечивают мгновенную передачу тепла без использования дополнительных переносчиков теплоты. Далее прогрев происходит за счет собственной теплопроводности конструкции [24].

*Преимущества:*

- относительно малые энергозатраты;
- не требуется дополнительное оборудование;
- высокий КПД.

*Недостатки:*

- небольшая площадь воздействия и глубина прогрева одного излучателя;
- необходимость большого пространства для размещения установок.

### **Прогрев бетона проводами**

Обогрев бетона греющими проводами позволяет обеспечить передачу бетону энергии практически без потерь [11]. Данный метод в последние годы стал весьма популярным благодаря экономичности и простоте применения [1]. Для прогрева бетона используются специально выпускаемые для этой цели нагревательные провода. При таком способе тепло выделяется тонким линейным источником и передается с помощью теплопередачи, чем обуславливается трудность достижения требуемой равномерности температуры по объему монолита. Наиболее целесообразно применять этот способ для тонкостенных и густоармированных конструкций [25].

*Недостатки:*

- провод пригоден лишь для однократного применения;
- высокая трудоемкость укладки;
- возможность локального перегрева.

### **Контактный прогрев**

Применяется оборудованная электронагревателями опалубка. Контактным способом производят интенсивный и эффективный обогрев конструкции с возможностью создавать оптимальные условия для набора прочности бетоном. За счет теплопроводности тепло распространяется от поверхностей по всей конструкции.

*Преимущества:*

- возможность достижения равномерного прогрева;
- простота монтажа;

- высокая эффективность при низких температурах;
- способ применим при бетонировании стыков и швов;
- возможность неоднократного использования.

*Недостатки:*

- средний КПД;
- высокая стоимость;
- применимость лишь к типовым элементам;
- необходимость в большом количестве термощитов для поддержания высокого темпа строительства.

## **Заключение**

В данной статье проведен обзор существующих методов зимнего бетонирования. Каждый из методов обладает преимуществами, но при детальном рассмотрении становится ясно, что выбирать лучший вариант нужно индивидуально, принимая во внимание особенности производства бетонирования на отдельных объектах: его объемы, климатические условия района строительства и др. [26–31].

Прогрев бетона является эффективным методом только для массивныхстроек, где имеется возможность применять трансформаторы большой мощности. На рядовых же строительных площадках электросети недостаточно мощны, и для частного застройщика затраты на электроэнергию не оправданы.

Сформированная база обеспечит возможность в дальнейшем разработать механизм, который позволит выбирать наиболее предпочтительные из методов при производстве бетонных работ, с учетом множества индивидуальных факторов. В качестве инструмента, который комплексно позволит оценить возможности объекта, предлагается использовать потенциал организационно-технологических решений.

## **Библиографический список**

1. Копылов В.Д. Устройство монолитных бетонных конструкций при отрицательных температурах среды: монография. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 180 с.
2. Колчеданцев Л.М., Васин А.П., Осипенкова И.Г. Технологические основы монолитного бетона. Зимнее бетонирование: монография. – СПб.: Лань, 2018. – 280 с.
3. Олейник П.П., Бродский В.И. Система стандартизации организации строительного производства // Вестник МГСУ. – 2012. – № 6. – С. 119–125.
4. Lapidus A.A., Khubaev A.O. Creating organizational technological solutions for concreting methods at subzero temperatures // *Nauka I biznes: puti razvitija*. – 2017. – № 11 (77). – Р. 3–11.
5. Хубаев. А.О Бидов Т.Х. Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период // *Наука и бизнес: пути развития*. – 2018. – № 4. – С. 101–104.
6. Армирование как фактор, влияющий на организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля / А.О. Хубаев, Т.Х. Бидов, Э.И. Хобот, С.В. Сарычев // *Научные исследования и разработки 2018 года*. – Новосибирск, 2018. – С. 7–10.
7. Хубаев А.О. Описание эксперимента при расчете потенциала производства зимнего бетонирования // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2020. – № 2. – С. 247–252.

8. Хубаев А.О. Организационно-технологические решения, влияющие на конечный потенциал производства бетонных работ в зимний период // Перспективы науки. – 2018. – № 4 (103). – С. 57–61.
9. Быстров В.В. Зимнее бетонирование в гражданском строительстве // Оригинальные исследования. – 2018. – № 2. – С. 55–65.
10. Решетова М.М., Анненкова О.С. Анализ методов зимнего бетонирования и выбор вариантов в зависимости от условий производства работ // Ползунковый альманах. – 2017. – № 4. – С. 200–204.
11. Шеенко И.В. Анализ эффективности некоторых методов производства бетонных работ в зимних условиях // Инновационная наука. – 2018. – № 10. – С. 98–100.
12. Жадановский Б.В., Синенко С.А., Драган Д.Г. Эффективность способов выдерживания свежесушеного бетона при возведении монолитных конструкций // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 2. – С. 38–31.
13. Степанов А.Е. Анализ возможности сокращения сроков возведения монолитных конструкций // Наука и бизнес: Пути развития. – 2018. – № 6 (84). – С. 89–93.
14. Bidov T. Kh. Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций // Научное обозрение. – 2017. – № 13. – С. 54–57.
15. Лapidус А.А., Бидов Т.Х. Формирование производственно-технологических модулей, обосновывающих использование методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций гражданских зданий // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 1. – С. 31–36.
16. Бидов Т.Х., Аветисян Р.Т. Формирование производственно-технологических модулей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – № 12. – С. 496–498.
17. Lapidus A., Bidov T., Khubaev A. The study of the calibration dependences used when testing the concrete strength by nondestructive methods // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 117. – P. 00094. DOI: 10.1051/mateconf/201711700094
18. Lapidus A., Bidov T., Khubaev A. Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures // MATEC Web of Conferences. – 2019. – Vol. 251. – P. 05014.
19. Lapidus A., Khubaev A., Bidov T. Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 97. – P. 06037. DOI: 10.1051/e3sconf/20199706037
20. Lapidus A., Kangezova M., Bidov T. Systematization of organizational and technological aspects of scientific technical support of buildings and constructions over 100 m high // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 698. – P. 022091.
21. Злодеев А.В., Титов М.М., Волков М.С. Расчет технологии зимнего бетонирования по методу «Термос» с использованием критериев подобия // Известия вузов. Строительство. – 2015. – № 2. – С. 53–57.
22. Батура В., Котов Я.В., Карпова Т.С. Технико-экономическое сравнение трех вариантов бетонирования и простоя в зимний период // Материалы 59-й студенческой научно-технической конференции инженерно-строительного института ТОГУ. – 2019. – С. 359–363.
23. Basic applicability of an insulated gang form for concrete building construction in cold weather / Joon-Yuen Won, Sang-Hyun Lee, Tae-Won Park, Kyung-Yong Nam // Construction and Building Materials. – 2016. – № 125. – P. 458–464.

24. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Курилкин В.В. Тепловая обработка бетонной смеси в монолитных конструкциях // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2015. – № 1. – С. 15–19.
25. Шишкин В.В. Совершенствование метода зимнего бетонирования с применением нагревательных проводов // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2019. – № 5. – С. 51–58.
26. Павлов В.В., Хорьков Е.В. Обеспечение прочности стыка «колонна-перекрытие» монолитных железобетонных конструкций при зимнем бетонировании // *Вестник гражданских инженеров*. – 2018. – № 1 (66). – С. 83–87.
27. Пикус Г.А., Мозгалев К.М. Контроль параметров бетона, выдерживаемых в зимних условиях // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура»*. – 2015. – № 1. – С. 6–9.
28. Корсун В.И., Корсун А.В. Влияние масштабного фактора и повышенных температур на прочность и деформации высокопрочного модифицированного бетона // *Вестник МГСУ*. – 2014. – № 3. – С. 179–188.
29. Тринкер А.Б. Зимнее бетонирование и работы в условиях вечной мерзлоты // *Технологии бетонов*. – 2013. – № 2. – С. 42–44.
30. Афанасьев А.А. Технологии возведения сборно-монолитных каркасных зданий при отрицательных температурах // *Вестник МГСУ*. – 2012. – № 4. – С. 175–180.
31. Шпанко С.Н., Чиркунов Ю.А., Морозов В.В. Применение двойной многокритериальной оптимизации методов зимнего бетонирования при устройстве фундаментов зданий // *Известия вузов. Строительство*. – 2019. – № 7 (727). – С. 98–110.

## References

1. Kopylov V.D. *Ustroistvo monolitnykh betonnykh konstrukttsii pri otritsatel'nykh temperaturakh sredy* [Construction of monolithic concrete structures at sub-zero ambient temperatures]. Moscow, ASV, 2014, 180 p.
2. Kolchedantsev L.M., Vasin A.P., Osipenkova I.G. *Tekhnologicheskie osnovy monolitnogo betona. Zimnee betonirovanie* [Technological fundamentals of monolithic concrete. Winter concreting]. Saint Petersburg, Lan', 2018, 280 p.
3. Ole'nikov, P.P., Brodskii V.I. *Sistema standartizatsii organiza'tsii stroitel'nogo proizvodstva* [System of standartization of construction operations arrangement]. *Vestnik MGSU*, 2012, no. 6, pp. 119–125.
4. Lapidus A.A., Khubaev A.O. *Formirovanie potentsiala organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenii ispol'zovaniia metodov betonirovaniia v usloviakh otritsatel'nykh temperatur* [Creating organizational and technological solutions for concreting methods at subzero temperatures]. *Nauka i biznes: puti razvitiia*, 2017, no. 11 (77), p. 7–11.
5. Khubaev A.O., Bidov T.Kh. *Organizatsionno-tekhnologicheskii potentsial ispol'zovaniia metodov nerazrushaiushchego kontrolya pri proizvodstve betonnykh rabot v zimnii period* [Organizational and technological capacity of using non-destructive control methods for concrete works in the winter period]. *Nauka i biznes: puti razvitiia*, 2018, no. 4, pp. 101–104.
6. Khubaev A.O., Bidov T.Kh., Khobot E.I., Sarychev S.V. *Armirovanie kak faktor, vliiaiuushchii na organizatsionno-tekhnologicheskii potentsial ispol'zovaniia metodov nerazrushaiushchego kontrolya* [Reinforcement as a factor influencing the organisational and technological potential of non-destructive testing methods]. *Nauchnye issledovaniia i razrabotki 2018 goda*, Novosibirsk, 16 January – 09 February 2018, pp. 7–10.

7. Khubaev A.O. Opisanie eksperimenta pri raschete potentsiala proizvodstva zimnego betonirovaniia [Description of the experiment in calculating winter concreting production capacity]. *Izvestiia tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2020, no. 2, pp. 247–252.

8. Khubaev A.O. Organizatsionno-tekhnologicheskie resheniia, vliiaiuschie na konechnyi potentsial proizvodstva betonnykh rabot v zimnii period [Organizational and technological solutions influencing final capacity of concrete works in the winter period]. *Perspektivy nauki*, 2018, no 4 (103), pp. 57–61.

9. Bystrov V.V. Zimnee betonirovanie v grazhdanskom stroitel'stve [Winter concreting in civil engineering]. *Original'nye issledovaniia*, 2018, no. 2, pp. 55–65.

10. Reshetova M.M., Annenkova O.S. Analiz metodov zimnego betonirovaniia i vybor variantov v zavisimosti ot uslovii proizvodstva rabot [Analysis of winter concreting methods and choice of options depending on working conditions]. *Polzunkovyi al'manakh*, 2017, no. 4, pp. 200–204.

11. Sheenko I.V. Analiz effektivnosti nekotorykh metodov proizvodstva betonnykh rabot v zimnikh usloviakh [Analysis of the efficiency of some concrete work methods in winter conditions]. *Innovatsionnaia nauka*, 2018, no. 10, pp. 98–100.

12. Zhadanovskii B.V., Sinenko S.A., Dragan D.G. Effektivnost' sposobov vyderzhivaniia svezheulozhennogo betona pri vozvedenii monolitnykh konstruksii [Effectiveness of fresh concrete curing methods in the construction of monolithic structures]. *Tekhnologiia i organizatsiia stroitel'nogo proizvodstva*, 2014, no. 2, pp. 31–38.

13. Stepanov A.E. Analiz vozmozhnosti sokrashcheniia srokov vozvedeniia monolitnykh konstruksii [Analysis of the possibility of shortening the time required to erect monolithic structures]. *Nauka i biznes: Puti razvitiia*, 2018, no. 6 (84), pp. 89–93.

14. Bidov T.Kh. Organizatsionno-tekhnologicheskie i upravlencheskie resheniia ispol'zovaniia metodov nerazrushaiushchego kontroliia pri vozvedenii monolitnykh konstruksii [Organizational-technological and management solutions in using non-invasive control methods during the erection of monolithic structures]. *Nauchnoe obozrenie*, 2017, no. 13, pp. 54–57.

15. Lapidus A.A., Bidov T.Kh. Formirovanie proizvodstvenno-tekhnologicheskikh modulei, obosnovyvaiushchikh ispol'zovanie metodov nerazrushaiushchego kontroliia pri vozvedenii monolitnykh konstruksii grazhdanskikh zdanii [Formation of production and technological modules justifying the use of non-destructive testing methods in the construction of monolithic structures in civil buildings]. *Nauka i biznes: puti razvitiia*, 2019, no. 1, pp. 31–36.

16. Bidov T.Kh., Avetisian R.T. Formirovanie proizvodstvenno-tekhnologicheskikh modulei [Formation of production and technology modules]. *Izvestiia Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2019, no. 12, no. 496–498.

17. Lapidus A., Bidov T., Khubaev A. The study of the calibration dependences used when testing the concrete strength by nondestructive methods. *MATEC Web of Conferences*, 2017, vol. 117, pp. 00094. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700094>.

18. Lapidus A., Bidov T., Khubaev A. Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures. *MATEC Web of Conferences*, 2019, vol. 251, pp. 05014.

19. Lapidus A., Khubaev A., Bidov T. Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods. *E3S Web of Conferences*, 2019, vol. 97, pp 06037. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706037>.

20. Lapidus A., Kangezova M., Bidov T.. Systematization of organizational and technological aspects of scientific technical support of buildings and constructions over 100 m high. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 698, pp 022091.

21. Zlodeev A.V., Titov M.M., Volkov M.S. Raschet tekhnologii zimnego betonirovaniia po metodu "Termos" s ispol'zovaniem kriteriev podobiiia [Calculation of winter concreting technology using the "Thermos" method using similarity criteria]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*, 2015, no. 2, pp. 53–57.

22. Batura V., Kotov Ia.V., Karpova T.S. Tekhniko-ekonomicheskoe sravnenie trekh variantov betonirovaniia i prostoia v zimnii period [Technical and economic comparison of three options for concreting and winter downtime]. *Materialy 59-i studencheskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii inzhenerno-stroitel'nogo instituta TOGU*, 2019, pp. 359–363.

23. Joon-Yuen Won, Sang-Hyun Lee, Tae-Won Park, Kyung-Yong Nam. Basic applicability of an insulated gang form for concrete building construction in cold weather. *Construction and Building Materials*, 2016, no. 125, pp. 458–464.

24. Svintsov A.P., Nikolenko Iu.V., Kurilkin V.V. Teplovaia obrabotka betonnoi smesi v monolitnykh konstruktssiakh [Heat treatment of concrete mixture in monolithic structures]. *Pro-myshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 1, pp. 15–19.

25. Shishkin V.V. Sovershenstvovanie metoda zimnego betonirovaniia s primeneniem naregrevatel'nykh provodov [Improving the winter concreting method with heating cables]. *Pro-myshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 5, pp. 51–58.

26. Pavlov V.V., Kyor'kov E.V. Obespechenie prochnosti styka "kolonna-perekrytie" monolitnykh zhelezobetonnykh konstruktssii pri zimnem betonirovanii [Ensuring the strength of the column-slab joint of monolithic reinforced concrete structures during winter concreting]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2018, no. 1 (66), pp. 83–87.

27. Pikus G.A., Mozgalev K.M. Kontrol' parametrov betona, vyderzhivaemykh v zimnikh usloviikh [Control of the parameters of concrete cured in winter conditions]. *Vestnik YuUrGU. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2015, no. 1, pp. 6–9.

28. Korsun V.I., Korsun A.V. Vliianie masshtabnogo faktora i povyshennykh temperatur na prochnost' i deformatsii vysokoprochnogo modifitsirovannogo betona [Influence of scale factor and elevated temperatures on strength and deformation of high strength modified concrete]. *Vestnik MGSU*, 2014, no. 3, pp. 179–188.

29. Trinker A.B. Zimnee betonirovanie i raboty v usloviikh vechnoi merzloty [Winter concreting and work in permafrost]. *Tekhnologii betonov*, 2013, no. 2, pp. 42–44.

30. Afanas'ev A.A. Tekhnologii vozvedeniia sborno-monolitnykh karkasnykh zdani pri otritsatel'nykh temperaturakh [Technology for prefabricated frame buildings in sub-zero temperatures]. *Vestnik MGSU*, 2012, no. 4, pp. 175–180.

31. Shpanko S.N., Chirkunov Iu.A., Morozov V.V. Primenenie dvoinei mnogokriterial'noi optimizatsii metodov zimnego betonirovaniia pri ustroistve fundamentov zdani [Application of double multi-criteria optimisation of winter concreting methods for building foundations]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*, 2019, no. 7 (727), pp. 98–110.