

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Технология строительного производства»

С.Н. Леонович  
В.Н. Черноиван  
Н.В. Черноиван

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»

Часть 1

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области строительства и архитектуры*

Минск  
БНТУ  
2019

УДК 69.05 (075.8)

ББК 38.6я7

Л47

**Р е ц е н з е н т ы:**

доктор технических наук, профессор кафедры архитектуры  
Брестского государственного технического университета *В.Н. Деркач*;  
кандидат технических наук, заведующий испытательной лабораторией  
филиала РУП «Институт БелНИИС» «Научно-технический центр»  
*В.А. Самкевич*

**Леонович, С. Н.**

Л47 Эффективные технологии возведения зданий и сооружений:  
учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство» : в 2 ч. / С.Н. Леоно-  
вич, В.Н. Черноиван, Н.В. Черноиван. – Минск : БНТУ, 2019. – Ч. 1. –  
340 с.  
ISBN 978-985-583-282-0 (Ч. 1).

В первой части пособия изложены эффективные технологии выполнения обще-  
строительных работ нулевого и надземного циклов при возведении промышленных  
и гражданских зданий и сооружений. Даны основные конструктивные решения и тех-  
нология устройства ленточных фундаментов монолитной фундаментной плиты.

В разделе, посвященном возведению надземного цикла зданий и сооружений,  
изложены технология и организация производства работ по возведению наружных стен  
и перегородок из штучных искусственных материалов.

Рассматривается возведение надземного цикла зданий и сооружений из конст-  
рукций заводского изготовления, даны конструктивные решения и технология возве-  
дения зданий из сборных железобетонных конструкций, металлических конструкций,  
в том числе из ЛСТК, структурных конструкций покрытий. Приведена технология  
возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Пособие адресовано студентам специальности «Промышленное и гражданское  
строительство». Может быть использовано также студентами колледжей и инженер-  
но-техническими работниками, занятыми в строительстве.

**УДК 69.05 (075.8)**

**ББК 38.6я7**

**ISBN 978-985-583-282-0 (Ч. 1)**

**ISBN 978-985-583-284-4**

© Леонович С.Н., Черноиван В.Н.,  
Черноиван Н.В., 2019

© Белорусский национальный  
технический университет, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>Раздел I. ВОЗВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ</b> .....	8
<b>Глава 1. Ленточные фундаменты из сборных     железобетонных блоков</b> .....	8
Общие положения .....	8
1.1. Устройство котлованов .....	9
1.2. Предохранение грунтов оснований от водонасыщения .....	11
1.3. Искусственное закрепление грунтов .....	20
1.4. Технология устройства котлованов .....	24
1.5. Монтаж ленточных фундаментов .....	29
1.6. Обратная засыпка пазух грунтом и его уплотнение .....	36
1.7. Основные факторы, влияющие на снижение эффективности возведения ленточных фундаментов .....	37
<b>Глава 2. Монолитная железобетонная     фундаментная плита</b> .....	40
Общие положения .....	40
2.1. Конструктивное решение монолитной железобетонной фундаментной плиты .....	40
2.2. Организация и технология производства работ .....	42
Заключение по разд. I .....	54
<b>Раздел II. ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ ШТУЧНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	56
<b>Глава 3. Производство работ при возведении     кирпичной кладки стен зданий и сооружений</b> .....	56
Общие положения .....	56
3.1. Эксплуатационные характеристики кирпичной кладки .....	57
3.2. Организация производства работ .....	59
3.3. Технология производства работ .....	72
<b>Глава 4. Возведение наружных несущих стен</b> .....	77
4.1. Многослойная кирпичная кладка с плитным утеплителем .....	77

4.2. Двухслойная кирпичная кладка с плитным утеплителем .....	83
4.3. Возведение стен из блоков керамических поризованных пустотелых .....	88
4.4. Возведение стен из легкобетонных блоков .....	91
<b>Глава 5. Устройство перегородок</b> .....	96
5.1. Кирпичные перегородки .....	96
5.2. Перегородки из блоков ячеистого бетона .....	99
5.3. Перегородки из плит гипсовых пазогребневых .....	102
<b>Глава 6. Производство каменных работ при отрицательных температурах наружного воздуха</b> .....	112
6.1. Особенности производства каменных работ при отрицательной температуре .....	112
6.2. Каменная кладка методом замораживания кладочных растворов .....	116
6.3. Кладка на растворах с химическими добавками и последующим оттаиванием .....	118
6.4. Кладка с прогревом .....	120
6.5. Мероприятия, проводимые в период оттаивания зимней кладки .....	121
Заключение по разд. II .....	127

### **Раздел III. ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА** .....

Общие положения .....	128
<b>Глава 7. Возведение зданий и сооружений из сборных железобетонных конструкций</b> .....	129
7.1. Монтаж бескаркасных крупнопанельных зданий .....	129
7.2. Монтаж одноэтажных промышленных зданий .....	141
7.3. Монтаж многоэтажных каркасно-панельных зданий .....	154
7.4. Возведение высотных зданий .....	162
7.5. Технология устройства монтажных соединений элементов сборных железобетонных конструкций .....	167
<b>Глава 8. Возведение зданий и сооружений из металлических конструкций</b> .....	182
Общие положения .....	182

8.1. Одноэтажные производственные здания .....	182
8.2. Арочные покрытия зданий .....	206
8.3. Здания из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).....	210
8.4. Структурные конструкции покрытий .....	221
8.5. Купольные покрытия зданий и сооружений.....	228
8.6. Вантовые покрытия.....	231
8.7. Сооружения из листовой стали.....	233
8.8. Технология выполнения болтовых и сварных соединений элементов металлических конструкций.....	246
<b>Глава 9. Возведение зданий и сооружений</b>	
<b>из монолитного железобетона .....</b>	<b>254</b>
Общие положения .....	254
9.1. Технологический процесс возведения монолитных железобетонных конструкций.....	281
9.2. Бетонные работы при отрицательных температурах.....	288
9.3. Специальные методы бетонирования .....	294
9.4. Возведение монолитных каркасных зданий .....	304
Заключение по разд. III.....	333
<b>Список рекомендуемой нормативной литературы.....</b>	<b>335</b>

## ВВЕДЕНИЕ

При возведении зданий и сооружений используется большая номенклатура материальных элементов (строительные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия) и средств технологического обеспечения строительных процессов (строительные машины, механизмы и оборудование, оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления).

Учитывая, что строительная продукция и условия ее изготовления существенно отличаются от технологического регламента, разработанного на изготовление большинства видов продукции, каждый возводимый объект (даже строящийся по типовому проекту) необходимо рассматривать, как индивидуальную (штучную) продукцию. В связи с этим для изготовления строительной продукции требуемого качества с соблюдением требований охраны труда на возведение каждого объекта разрабатывают проект производства работ (ППР), в состав которого обязательно входят технологические карты, где представляются эффективные методы производства строительных работ, выполняемых при возведении того или иного объекта.

Разработано большое количество типовых технологических карт на выполнение отдельных строительных процессов, которые принимались в качестве базы для разработки ППР. Однако большинство из этих карт разработано до развала СССР (20 – 25 лет тому назад). Очевидно, что их большая часть уже потеряла свою практическую ценность, так как строительные материалы, конструкции, машины, механизмы, оборудование, технологическая оснастка, применяемые сегодня, существенно отличаются от заложенных в типовых технологических картах советского периода.

Учебная литература из фондов технических библиотек вузов и из Интернета не отражает изменений (введение в действие ТНПА Республики Беларусь), произошедших в технологии возведения зданий и сооружений.

Уменьшение на год срока обучения студентов строительных специальностей означает новые требования к составу, содержанию и объему материала учебной литературы, которая должна быть рекомендована к изложению.

Очевидно, что специалист, который будет востребован в строительной отрасли завтра, должен в первую очередь знать современ-

ные строительные материалы и область их эффективного применения; основные строительные машины, механизмы, оборудование, технологическую оснастку, применяемые сегодня; уметь, используя приобретенные теоретические знания, разрабатывать эффективную технологию возведения зданий и сооружений с учетом индивидуальности данного объекта.

Учитывая круг задач, который должен будет решать молодой специалист на производстве, авторы данного пособия считают, что из ранее изучаемого курса «Технология строительного производства» необходимо вычленить курс «Технология возведения зданий и сооружений» и преподавать его.

**Курс «Технология возведения зданий и сооружений»** определяет теоретические основы и регламенты практической реализации выполнения отдельных видов строительных, монтажных и специальных работ, их взаимосвязи в пространстве и времени с целью получения продукции в виде зданий и сооружений.

В данном учебно-методическом пособии описаны эффективные технологии, рекомендуемые при возведении зданий и сооружений. Под термином «эффективные технологии» подразумеваются – наряду с современными (новыми) технологиями (возведение зданий из ЛСТК, кровли из ПВХ-мембран и др.) – известные технологии (оштукатуривание стен, устройство ленточных фундаментов и др.), которые апробированы на практике.

С учетом того, что общестроительные работы, выполняемые при возведении зданий и сооружений, принято группировать по стадиям, которые называются циклами (подземный, надземный и отделочный), при изложении материала была принята следующая структура.

**В состав подземного цикла** была включена технология производства работ по отрывке котлованов, устройству фундаментов, обратной засыпке пазух и уплотнению грунта в них.

**Надземный цикл** включает возведение (монтаж) несущих и ограждающих конструкций; устройство перегородок; кровельные работы.

**Отделочный цикл** – заключительная стадия возведения зданий (сооружений). Соответственно в пособии описаны технологии штукатурных, облицовочных и малярных работ, устройства потолков и полов.

## Список рекомендуемой нормативной литературы

1. ТКП 45-1.01-159-2009. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

2. ТКП 45-5.03-130-2009. Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 25 с.

3. ТКП 45-5.03-131-2009. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 20 с.

4. ТКП 45-5.03-23. Опалубочные системы. Правила устройства. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 66 с.

5. ТКП 45-1.03-44-2006. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2007. – 33 с.

6. ТКП 45-5.02-82-2010. Каменные и армокаменные конструкции. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 98 с.

7. ТКП EN 1996-2-2009 (02250) Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Ч. 2. Проектные решения, выбор материалов и выполнение каменных конструкций. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 25 с.

8. ТКП 45-5.04-41-2006. Стальные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2006. – 26 с.

9. ТКП 45-5.06-136-2009. Легкие ограждающие конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 6 с.

10. ТКП 45-1.03-161-2009. Организация строительного производства. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 29 с.

11. ТКП 45-1.03-109-2008. Высотные здания из монолитного железобетона. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 43 с.

12. ТКП 45-5.05-64-2007. Деревянные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 12 с.

13. ТКП 45-5.03-20-2006. Монолитные каркасные здания. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 56 с.

14. ТКП 45-5.03-21-2006. Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха. Правила производства. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 103 с.

15. СТБ 1076-97. Конструкции бетонные и железобетонные фундаментов. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

16. СТБ 1164.0-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Контроль качества и приемка работ. Параметры контроля и состав контролируемых показателей. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 34 с.

17. СТБ 1958-2009. Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 15 с.

18. СТБ 1959-2009. Строительство. Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций. Контроль качества работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

19. П16-03 к СНБ 5.01.01-99. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 52 с.

20. ГОСТ 16504. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 1981. – 26 с.

21. СТБ 1160-99. Кирпич и камни керамические. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 44 с.

22. СТБ 1228-2000. Кирпич и камни силикатные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

23. СТБ 1307-2012. Смеси растворные и растворы строительные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

24. СТБ 17190-2007. Блоки керамические поризованные пустотелые. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 10 с.

25. СТБ 1786-2007. Плиты гипсовые пазогребневые для перегородок. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 19 с.

26. СТБ 1117-98. Блоки стеновые из ячеистого бетона. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

27. СТБ 1437-2004. Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2004. – 11 с.

28. СТБ 1995-2009. Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 16 с.

29. СТБ 1103-98. Арматура стеклопластиковая. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 14 с.

30. СТБ 2087-2010. Строительство. Возведение каменных и армокаменных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 24 с.

31. СТБ EN 1745-2008. Каменная кладка и изделия для каменной кладки. Метод определения расчетных значений теплозащитных свойств. – Минск : Госстандарт, 2008. – 15 с.

32. СТБ EN1015-2-2013. Методы испытаний раствора для каменной кладки. – Часть 2. Отбор проб раствора и приготовление испытываемого раствора. – Минск : Госстандарт, 2013. – 19 с.

33. СТБ EN 1015-10-2013. Методы испытаний раствора для каменной кладки. – Часть 10. Определение плотности в сухом состоянии затвердевшего раствора. – Минск : Госстандарт, 2013. – 24 с.

34. СТБ EN 998-2-2008 Требования к растворам для каменных работ. – Часть 2. Раствор кладочный. – Минск : Госстандарт, 2008. – 19 с.

35. СТБ 1178-99. Колонны железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия. – Ч. 1. – Минск : Госстандарт, 2000. – 10 с.

36. СТБ 1646-2006. Колонны стальные одноступенчатые для зданий с мостовыми электрическими кранами общего назначения гру-

зоподъемностью до 50 т. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 8 с.

37. СТБ 1318-2002. Балки подкрановые железобетонные предварительно напряженные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2002. – 6 с.

38. СТБ 1328-2002. Балки подкрановые стальные для мостовых кранов общего назначения грузоподъемностью до 50 т. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2002. – 5 с.

39. СТБ 1186-99. Балки стропильные и подстропильные ригели и прогоны железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2000. – 9 с.

40. СТБ 1396-2003. Фермы стропильные стальные для производственных зданий. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 12 с.

41. СТБ 2075-2010. Фермы железобетонные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2010. – 17 с.

42. СТБ 1383-2003. Плиты покрытий и перекрытий железобетонные для зданий и сооружений. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 19 с.

43. СТБ EN 13224-2009. Изделия железобетонные сборные. Плиты перекрытий ребристые. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 24 с.

44. СТБ 1989-2009. Плиты перекрытий и покрытий, панели для внутренних стен и перегородок из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия. – Минск : Госстандарт, 2009. – 37 с.

45. СТБ 1237-2000. Плиты балконов и лоджий железобетонные. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2001. – 11 с.

46. СТБ 1143-99. Блоки железобетонные объемные для зданий. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2000. – 17 с.

47. СТБ 1151-99. Панели стеновые внутренние и блоки вентиляционные бетонные и железобетонные для зданий. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 19 с.

48. СТБ 1185-99. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2000. – 22 с.

49. СТБ 1806-2007. Панели металлические трехслойные с утеплителем из пенополистирольных плит. Технические условия. – Минск : Госстандарт, 2007. – 9 с.

50. СТБ 1808-2007. Панели металлические трехслойные с утеплителем из минераловатных плит. Технические условия. – Минск : Госстандарт, 2007. – 11 с.

51. СТБ 1749-2007. Строительство. Конструкции стальные. Контроль качества работ. – Минск : Госстандарт, 2009. – 15 с.

52. СТБ 1959-2009. Строительство. Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций. Контроль качества работ. – Минск : Госстандарт, 2009. – 16 с.

53. СТБ 1958-2009. Строительство. Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ. – Минск : Госстандарт, 2009. – 37 с.

54. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 139 с.

55. СТБ 1035. Смеси бетонные. Технические условия. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 12 с.

56. НЗТ сборник № 1. Внутрипостроечные транспортные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 40 с.

57. ЕНиР сборник Е2. Земляные работы. – Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Стройиздат, 1988. – 224 с.

58. НЗТ сборник № 2. Земляные работы. – Выпуск 1. Ручные земляные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 50 с.

59. НЗТ сборник № 3. Каменные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 48 с.

60. НЗТ сборник № 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 98 с.

61. НЗТ сборник № 5-1. Монтаж металлоконструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 33 с.

62. НЗТ сборник № 22-1. Сварочные работы. – Вып. 1. Конструкции зданий и промышленных сооружений. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 47 с.

63. НЗТ сборник № 25. Такелажные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 69 с.

64. НЗТ сборник № 27. Кислотоупорные и антикоррозионные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 1998. – 64 с.

65. НЗТ сборник № 41. Арматурные работы. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2009. – 21 с.

Учебное издание

**ЛЕОНОВИЧ** Сергей Николаевич  
**ЧЕРНОИВАН** Вячеслав Николаевич  
**ЧЕРНОИВАН** Николай Вячеславович

**ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»

Часть 1

Редактор *Т. В. Мейкшане*  
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 26.02.2019. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 19,76. Уч.-изд. л.15,45. Тираж 500. Заказ 756.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.