

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2022**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.
канд. техн. наук, доцент Шевченко Р.А.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 446 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, строительства, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

Стеновые железобетонные панели нашли широкое применение в строительстве.

Библиографический список

1. Цай, Т. Н. Строительные конструкции. Железобетонные конструкции. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 464 с. – ISBN 978-5-8114-1314-0. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168532> (дата обращения: 12.02.2022).
2. Анпилов, С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона : учебное пособие. – Москва : АСВ, 2019. – 574 с. – ISBN 978-5-93093-590-5. – URL: <https://www.studentlibrary.ru /book/ISBN9785930935905.html> (дата обращения: 12.02.2022).
3. Воробьев В.С. Устройство железобетонного междуэтажного перекрытия по металлическим балкам в старом корпусе / Воробьев В.С., Платонова С.В. // Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации". Материалы Инновационного конвента. Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области. - 2019. - С. 21-23.
4. Платонова С.В. Актуальные проблемы развития малоэтажного строительства // Социально-экономические аспекты современного развития России. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза, 2009. - С. 87-89.
5. Платонова С.В. Моделирование системы «здание – основание» в расчетном программном комплексе ЛИРА-САПР с применением системы ГРУНТ / Платонова С.В., Александрова Е.А. // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью. Материалы VI Международной научно-практической конференции . - 2020. - С. 267-274.
6. Шишкин, Р.Г. Сборные железобетонные конструкции одноэтажных промышленных зданий / Р.Г. Шишкин. – 2-е изд., перераб. – Москва : Стройиздат, 1971.

УДК 500.51

КОНСОЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мешкова А.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье представлена информация о консольных оболочках, таких как большие купола, которые были самыми сложными для проектирования и измерения, когда компьютеры еще не существовали. Исследование включало в себя два этапа: во-первых, отбор и анализ некоторых наиболее актуальных консольных оболочек и, во-вторых, сравнительный анализ их конструк-

тивных систем. Анализ показал, что инженеры-первопроходцы использовали различные системы проектирования. Результат показывает различные пути, которые использовали для проектирования и создания своего соответствующего наследия, которое в настоящее время принадлежит международному наследию модернистской архитектуры.

Ключевые слова: консольные конструкции, бетонные конструкции, железобетонная оболочка, бетон, железобетон.

Технологическое и формальное совершенствование бетонных конструкций неотделимо от развития армированного и предварительно напряженного бетона. Первые своды и бетонные купола были построены в конце XI. Это были прецеденты тонких бетонных оболочек. В результате толстые бетонные своды и купола превратились в панцирные сооружения, которые эволюционировали, становясь все больше, тоньше и стройнее.

Консольные конструкции из дерева, использовались в зданиях на протяжении всей истории. Использование больших консольных конструкций, было открытием новых материалов с высокой прочностью на изгиб и жесткостью, таких как железо и армированный и предварительно напряженный бетон.

Это факт, что появление первых оболочечных конструкций из железобетона во втором десятилетии 20 века открыло новые возможности "полета". Тонкие и стройные бетонные оболочки, обладают большой сложностью конструкции и привлекательностью. Мы собираемся проанализировать некоторые выбранные пионерские консольные бетонные оболочки.

Спроектированные и построенные несколькими мастерами и раскрывающие различные системы проектирования, которым они следовали для достижения своих результатов.

Исследование включало два этапа. Первый этап - выбор и анализ консольных бетонных оболочек, разработанных с использованием: метода исторической графической статики, системы числовых измерений и физической приведенной модели.

Второй этап - проведен сравнительный анализ консольных оболочечных конструкций, получивших различные устойчивые формы и консольные системы жесткости.

Мы проанализировали их, как они были сконструированы во время "приключения бетонных снарядов". Хорошо известно, что конструкции в значительной степени основаны на моменте крутящего момента и вращательном равновесии. Грузы, должны быть сбалансированы на консольной секции. Они должны быть жесткими и самыми легкими.

Способ получения жестких оболочек заключается в использовании набора ребристых балок. Именно по этой причине большинство первых консольных бетонных оболочек были спроектированы с глубинными ребрами жесткости.

Пьер Луиджи Нерви (1871-1979) в 1929 году, один из наиболее значимых героев пионерского "приключения бетонных снарядов", запроектировал

футбольный стадион — Джовани Бета (1956) или как сегодня его называют стадион Артемио Франки. Он был торжественно открыт в 1932 году. Это шедевр консольной бетонной оболочки, пионерское здание модернистской архитектуры и икона во всем мире (см. рисунок 1).

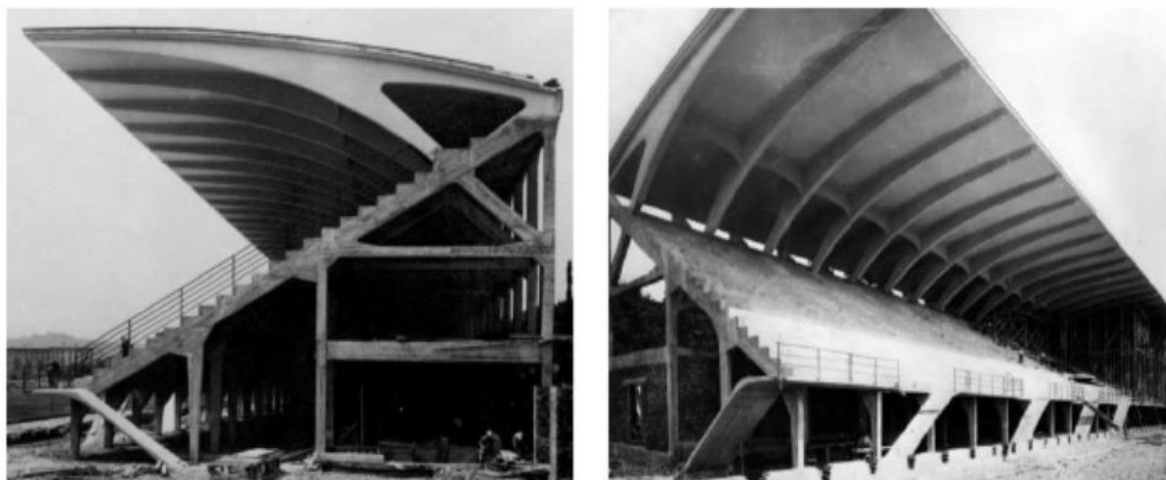


Рисунок 1 – Стадион Артемио Франки

Структура трибуны и ее консольная крыша образуют гениальное устойчивое единство, сделана из железобетона со сценографическим изображением звучащей и обнаженной современности. Крыша представляет пионерскую консольную ребристую оболочку и состоит из 23 сформированных бетонных модулей на 8 столбах разной высоты опираются 2 наклонные балки и 2 консольных изогнутых ребра жесткости, которые имеют аэродинамическую форму, общей длиной 22 м и свесом - 17 м от точки пересечения двух наклонных опор. На них для опоры предусмотрен легкий лист керамического материала. Изогнутые ребра имеют шокирующую геометрическую форму, которая служит для уравнивания конструкции, установленной большой наклонной ногой, которая пересекает наклонную балку к задней стойке. В этом отношении трибуны выступают в качестве опоры, противостоящей опрокидывающему моменту.

В то время Эдуардо Торроха, еще один выдающийся инженер-строитель XX века, отмечал, что невозможно спроектировать новую бетонную оболочку только с помощью численных расчетов. В тот момент они использовали сложную и ручную систему расчета, разработанную Францем Дишингером (1928). Торроха в 1934 году начал строительство. Кантилевер представляет собой тонкую и непрерывную железобетонную оболочку без ребер или складок. Это создает впечатление тонкой волнистой ткани, которая парит в воздухе над трибунами (рисунок 2).

Ипподром Зарсуэла имеет три трибуны, с двумя внешними 60-метровыми сооружениями по бокам от центральной трибуны длиной 30 метров. Блоки состоят из поперечных порталных рам, расположенных на расстоянии 4,88 м, образованных оболочкой двойной консоли, одной продольной

12,75 м и одной поперечной 2,44 м, поддерживаемой стойкой. Эдуардо Торроха выбрал для своей конструкции геометрическую форму секторов, которую описал в своей книге "структуры Эдуардо Торрохи" (1958). Он не любил использовать ребра, он всегда думал о непрерывных оболочках, устойчивых из-за их геометрической структурной формы. Резьбовая стальная стяжка, расположенная сзади, обеспечивает баланс для этих смелых структурных форм. Он напоминает огромную скульптуру кальдера. Когда дует ветер, вы можете видеть его легкое движение в шарнирных опорах на столбах. Оболочка имеет толщину 5 см по внешнему краю и 14 см над опорой.



Рисунок 2 – Ипподром Зарсуэла

В случае ипподрома в Зарсуэле Эдуардо Торроха провел испытание на натурной физической модели., где он верифицировал не только структурное поведение, но и сложный процесс конструирования этой инновационной структурной консольной формы. Ввиду сложности построения соединения между двумя лепестками он решил сделать между ними прямое соединение. Таким образом, конечная структурная геометрическая форма только похожа, но не идентична пересечению двух секторов гиперболоидов. Эти прямые соединения имеют переменную ширину, будучи шире над стойкой и больше циновок в конце кантилевера. Он проверил структурное поведение модуля под нагрузками. Он был испытан в условиях дедвейта и снеговых нагрузок, и результаты показали, что он имеет в три раза большее сопротивление, чем необходимо.

Стадион Овьедо (Испания) спроектирован испанским инженером Санчесом дель Рио (1898-1980) был открыт в 1932 году. Конструкция представляет собой консольную бетонную ребристую оболочку. Учитывая трудности, присущие проектированию этих зарождающихся тонких оболочек, в 1920-х годах он разработал свою собственную систему проектирования. Она была основана на использовании геометрических фигур, которые могли быть спроектированы, измерены и построены простым способом, поэтому бетонные оболочки были образованы набором одинаковых ребер (балок или арок), поверх которых были построены легкие бетонные элементы.

Одним из самых оригинальных аспектов этой крыши было то, что ее кантилевер не был изогнут, а состоял из переменного плоского сечения с ре-

брами длиной 15 м и шириной 1 м. Подобно конструкции Пьера Луиджи Нерви, конструкция наклонной трибуны и ее консольной крыши образовывали устойчивое единство, которое гарантировало равновесие, бетонная оболочка состояла из набора бетонных плоских ребер с закрепленными на них легкими куполообразными сборными плитами (Уралита). Вес и стоимость крыши при этом были оптимизированы.

С 1925 года Санчес дель Рио использовал эту систему для строительства многих бетонных зонтиков. Таким образом, в 1972 году был открыт животноводческий рынок в поле-де-Сьеро-Эль-Парагвас. Это была восьмиугольная бетонная оболочка зонтика диаметром 40 м, что означает 20 м кантилевера толщиной всего 3,5 см. Размер никогда не превышал железобетонный зонт нигде в мире. Чтобы узнать структурное поведение, экспериментальный тест был сделан Институтом, основанным Эдуардо Торрохой. Он имеет 8 радиальных ребер квадратного сечения. Бетонные ребристые оболочки свисают со средней части ребер.

В 1950-х годах архитектор Феликс Кандела (1910-1997) основал в Мексике собственную компанию. За два десятилетия он построил самое большое количество бетонных оболочек, когда-либо построенных.

Феликс Кандела использовал полномасштабную модель для проверки своих проектов (2010). Он строил экспериментальные снаряды с различными геометрическими формами. Он построил хранилище в 1949 году, завод Фернандеса в 1950 году. Хотя сначала он экспериментировал с различными геометриями, большая часть его творчества была основана на гиперболических параболоидах, форме, которая позволила ему создать большое разнообразие оболочек, прочность которых была получена из их геометрии двойной кривизны. Он проанализировал тонкие железобетонные оболочки и разработал упрощенные методы их проектирования. В дополнение к этим рассуждениям Кандела изобрел способ упростить проектирование тонких бетонных оболочек, научившись создавать новые структурные формы и способствуя распространению понимания таких структур. Он пришел к выводу, что если бы систему поддержки оболочки можно было рассматривать как изостатическую, то для решения этой задачи было бы достаточно уравнений статического равновесия мембран. Автор книги "Новая философия структур" (Кандела, 1962). Кандела не только научился самостоятельно создавать раковины со свободными краями без ребер, но, как сказал Дэвид П. Биллингтон, он также научился дисциплине тонкости.

Из всех типов бетонных оболочечных конструкций пионеров наиболее сложными в проектировании были конструкции с самыми большими и тонкими консолями. Таким образом, мы рассмотрели консольные конструкции, и их конструктивные системы проектирования, которые использовались для создания эффективных и знаковых бетонных оболочек, а также на используемые ими конструктивные формы и размеры консолей.

В 1930-х годах они использовали сложную и ручную систему расчетов, разработанную Францем в 1928 году. По этой причине они проверяли ре-

зультаты путем тестирования физических моделей и оттачивали свой ум до более простых систем проектирования. С 1930-х по 1970-е годы для строительства консольных бетонных оболочек конструкторы впервые использовали ребристые оболочки, такие как Нерви и Санчес дель Рио с конца 1920-х гг. В 1930-х годах Торроха построил кантилевер длиной 12,80 м, используя гиперболические непрерывные оболочки без ребер или складок. Кандела часто использовал геометрическую форму гиперboloида параболической и складчатой пластины для строительства бетонных навесов и зонтиков в 1950-х годах, которые достигали до 12 м консолей.

В 1950-х и 1960-х годах сложенные пластины обычно использовались для создания консольных оболочек, поскольку они представляли собой более простое решение. Более крупный консольный зонт-ракушка был построен Санчесом дель Рио в 1972 году. Это была подвесная ребристая оболочка диаметром 40 м с 20 м консольной оболочки толщиной 3,5 см.

Нерви и Торроха обычно проверяли свою структурную интуицию с помощью научных масштабных моделей, в то время как Санчес дель Рио и Кандела использовали полномасштабные модели. Они разработали ребристые бетонные оболочки. В случае с Санчесом дель Рио это было связано с тем, что его система проектирования была основана на использовании геометрических фигур, которые можно разложить в набор равных ребер, тем самым упростив процесс проектирования оболочки. Ребра Нерви следуют направлению главных моментов в каждой точке плиты, работают в двух направлениях, подвергаются равномерно распределенной нагрузке. Ребра образуют жесткую раму для приведения готовых элементов оболочки. Это означает другую философию проектирования-системную. Торроха и Кандела строили непрерывные бетонные оболочки на опорах или с консолями, хотя и в разное время и по разным путям.

Библиографический список

1. Архитектура и строительные конструкции: учебник для вузов / Зайцев Ю.В., Промыслов В.Ф., Хохлова Л.П. [и др.] ; под ред. В.Ф. Промыслова. – Москва : Высшая школа, 1983. – 368 с. : ил.

2. Батина, Ю. А. Типологии организации пространства архитектурного объекта / Ю. А. Батина ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 141-143.

3. Герасимова, А. В. Свобода творчества в архитектуре г.Новокузнецка / А. В. Герасимова ; науч. рук. С. В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2020 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. Ч. 5. Технические науки. – С. 180-182.

4. Добромыслов, А.Н. Железобетонные конструкции. Примеры расчета инженерных сооружений : справочник. – Москва : АСВ, 2012. – 288 с. –

ISBN 978-5-93093-849-4. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938494.html> (дата обращения: 21.02.2022).

5. Домбровский, В.Д. Проектирование предприятий сборного железобетона / В.Д. Домбровский, Е.А. Корнгольд. – Киев : Будивельник, 1978. – 144 с. : ил.

6. Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для вузов / Т.Г. Маклакова. – Москва: Стройиздат, 1981. – 367 с. : ил.

7. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона : ОНТП-7-80 : от 25 июня 1981 года / Министерство промышленности строительных материалов СССР. – Москва : Стройиздат, 1983. – 30 с.

8. Раафат, А.А. Железобетон в архитектуре : пер. с англ. / А.А. Раафат. – Москва : Госстройиздат, 1963. – 200 с. : ил.

9. Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий : справочник проектировщика / П.Ф.Вахненко, В.Г. Хилобок, Н.Т. Андрейко, М.Л. Яровой ; под ред. П.Ф.Вахненко. – Киев : Будівельник, 1987. – 424 с.

10. Рачкова, О. Г. Архитектура транспортных сооружений : учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 197 с. – ISBN 978-5-534-05935-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/493006> (дата обращения: 21.02. 2022).

УДК 72.017.4

ЦВЕТ В АРХИТЕКТУРЕ

Митришкина А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье рассматривается влияние цвета на архитектуру зданий и человеческое восприятие колористических решений.

Ключевые слова: насыщенность, архитектура, колористика, цвет.

В современном мире проблема цветового решения в архитектуре становится особо актуальной. С появлением в XIX веке различных красителей фасады зданий и сооружений обрели широкую палитру цветов, что стало причиной для дискуссий многих профессионалов и простых горожан. Многие архитекторы привносят в свои проекты агрессивные цветовые решения, порой не задумываясь об их влиянии на восприятие глаз обычных людей. Решением данной проблемы является глубокое изучение основных параметров колористики, выявление наиболее оптимальных цветовых решений и их применение в современной архитектуре.

Основными параметрами колористики являются: яркость, тон и насыщенность. На основе исследований было выявлено, что яркость цвета оказы-

ДРЕВЕСИНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
<i>Канке Ю.Н.</i>	117
ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ	
<i>Кастырина А.И.</i>	122
РАСЧЕТ СЕГМЕНТНОЙ ФЕРМЫ	
<i>Копытова Е.Д.</i>	126
ЗАВОДСКИЕ МОДУЛИ ДЛЯ СБОРНЫХ ЗДАНИЙ	
<i>Ладутько М.Д., Прокаев Д.А.</i>	130
АДГЕЗИЯ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ	
<i>Мешкова А.И., Платонов А.В.</i>	133
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ	
<i>Мешкова А.И., Платонов А.В.</i>	136
КОНСОЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
<i>Мешкова А.И.</i>	139
ЦВЕТ В АРХИТЕКТУРЕ	
<i>Митришкина А.А.</i>	145
ДИЗАЙН В АРХИТЕКТУРЕ	
<i>Пивоварова А.С.</i>	149
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ	
<i>Сагитова В.С., Платонов А.В., Прокаев Д.А.</i>	152
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	
<i>Чапайкин А.С., Платонов А.В.</i>	155
ИСПЫТАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ КАК ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ	
<i>Тимофеева А.В.</i>	158
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ	
МАТЕРИАЛОВ И ИХ МАРКИРОВКА	
<i>Кузнецов С.В.</i>	162
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ	
И КАРКАСА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	
<i>Самусенко Э.Э., Сагитова В.С., Белозерова И.Л.</i> ,.....	167
ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ	
AUTODESK REVIT	
<i>Астрашенко В.В., Новикова К.Ю.</i>	170
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ	
ПОДАЧИ ТЕПЛА В СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	
<i>Селезнева Д.Д., Баклушина И.В.</i>	175
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ	
<i>Исламова О.В.</i>	178
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ	
<i>Криницын Р.А.</i>	181

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выпуск 26

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Часть V

Под общей редакцией

С.В. Коновалова

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 08.12.2022 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26,21 Уч.-изд. л. 28,66 Тираж 300 экз. Заказ № 324

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ