

7universum.com

# UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ISSN (ПЕЧ.ВЕРСИИ): 2500-1272

ISSN (ЭЛ.ВЕРСИИ): 2311-5122

12(33)

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Андерс Цельсий (швед. Anders Celsius) (27 ноября 1701 — 25 февраля 1744, Уппсала, Швеция) — шведский астроном, географ, геолог и метеоролог XVIII века, создатель новой для своего времени шкалы температуры, впоследствии получившей его имя.

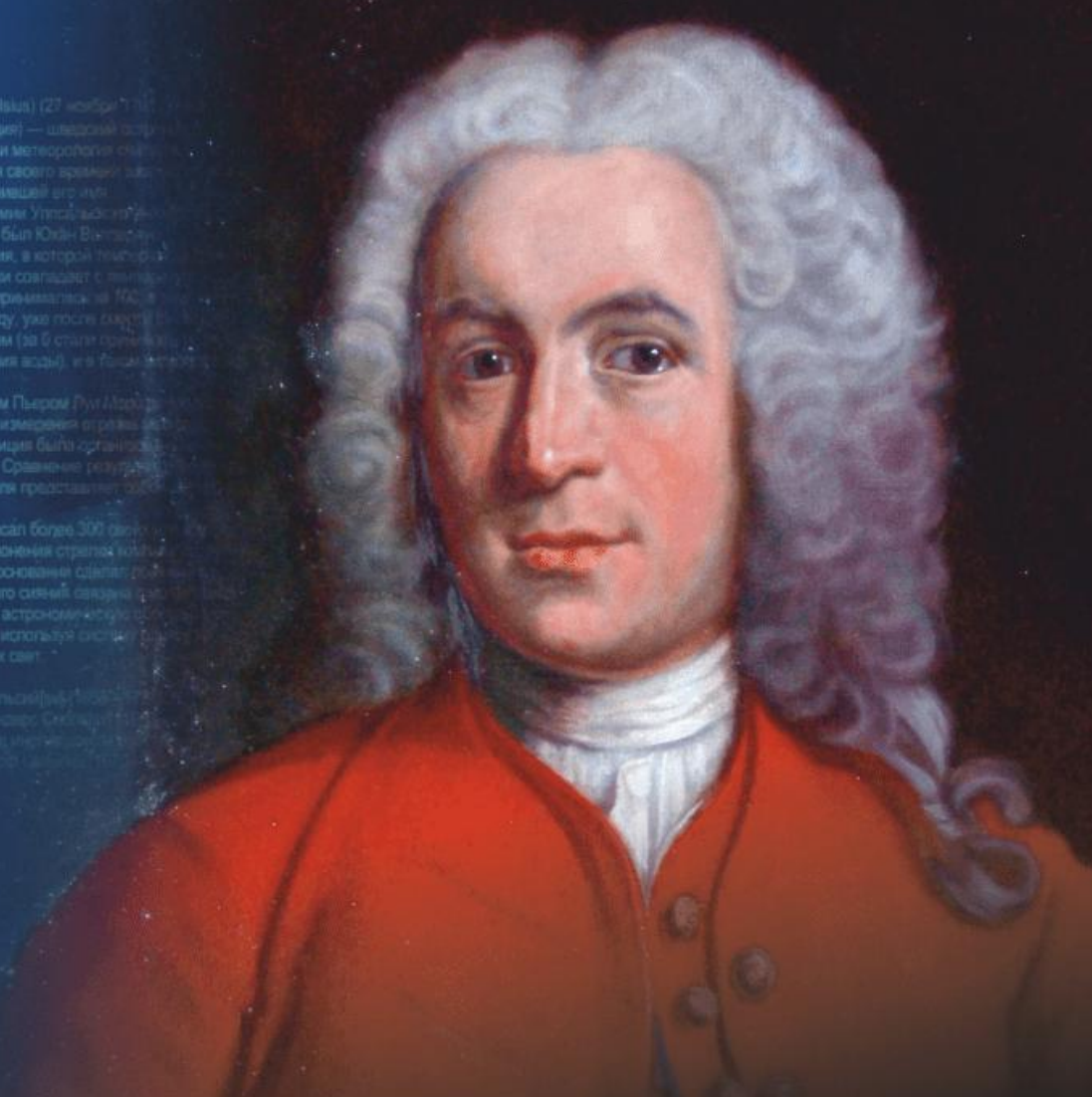
Профессор математики и астрономии Уппсальского университета (1730—1744). Среди его учеников был Юхан Вильгельм Стромберг. Цельсий предложил шкалу Цельсия, в которой температура воды (эта температура практически совпадает с температурой плавления льда при нормальном давлении) принималась за 100, а температура кипения воды — за 0[2]. В 1745 году, уже после смерти Цельсия, шкала была перевернута Карлом Линнеем (за 0 стали принимать температуру плавления льда, а за 100 — кипения воды), и в России используется и нашего времени.

Вместе с французским астрономом Пьером Луи Морандом участвовал в экспедиции с целью измерения дуги меридиана в Лалландии. Аналогичная экспедиция была организована на территории нынешнего Эвандра. Сравнение результатов подтвердило предположение Ньютона, что Земля представляет собой сплюснутый у полюсов шар.

Наблюдал Северное сияние и описал более 300 звездных скопления. Наблюдал, обнаружил, что отклонения стрелки компаса вызваны интенсивностью сияния. На этом основании сделал ряд выводов и заключил, что природа Северного сияний связана с электричеством.

В 1741 году основал Уппсальскую астрономическую обсерваторию. Точно измерил яркость 300 звезд, используя систему из 1000 стеклянных пластинок, поглощавших свет.

Отец Андруса Цельсия, Нильса Цельсия (ум. 1682), и дядя Манне Цельсия (1621—1679) и Андерс Стромберг (1688—1748) — профессор математики. Учеником был и метеоролог Юхан Вильгельм Стромберг, а также числовое значение 1000 — единица измерения температуры, названная в его честь.



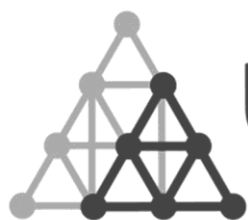
315 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
27 ноября 2016 г.

ЦЕЛЬСИЙ  
АНДЕРС

1701 - 1744 гг.

Г. МОСКВА

ШВЕДСКИЙ АСТРОНОМ, ГЕОЛОГ И МЕТЕОРОЛОГ, СОЗДАТЕЛЬ НОВОЙ ДЛЯ СВОЕГО ВРЕМЕНИ ШКАЛЫ  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВПОСЛЕДСТВИИ ПОЛУЧИВШЕЙ ЕГО ИМЯ.



**Редакционная коллегия**

**Главный редактор:**

*Ахметов Сайранбек Махсатович*, д-р техн. наук;

**Заместитель главного редактора:**

*Ахмеднабиев Расул Магомедович*, канд. техн. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Демин Анатолий Владимирович*, д-р техн. наук;

*Елисеев Дмитрий Викторович*, канд. техн. наук;

*Звездина Марина Юрьевна*, д-р. физ.-мат. наук;

*Ким Алексей Юрьевич*, д-р техн. наук;

*Козьминых Владислав Олегович* – д-р хим. наук;

*Максимов Сергей Павлович*, канд. техн. наук;

*Манасян Сергей Керопович*, д-р техн. наук;

*Романова Алла Александровна*, канд. техн. наук;

*Серегин Андрей Алексеевич*, канд. техн. наук;

*Юденков Алексей Витальевич*, д-р физ.-мат. наук.

Библиографическое описание: Кудинов О.А. Использование вычислительных и мультимедийных средств при изучении строительной механики на примере участия студентов в конкурсе «Весёлая конструкция» // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* 2016. № 12(33).

URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/4086>

Адрес редакции:

127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213

E-mail: [tech@7universum.com](mailto:tech@7universum.com)

[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17 июня 2013

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 66236 от 01 июля 2016

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ В КОНКУРСЕ «ВЕСЁЛАЯ КОНСТРУКЦИЯ»

*Кудинов Олег Александрович*

*канд. техн. наук, доцент, профессор Южного федерального университета,  
344082, Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Буденновский, 39, Академия архитектуры и искусств  
E-mail: [okudinov@mail.ru](mailto:okudinov@mail.ru)*

### THE USE OF COMPUTING AND MULTIMEDIA MEANS UNDER STUDYING STRUCTURAL MECHANICS ON THE EXAMPLE OF STUDENTS' PARTICIPATION IN THE COMPETITION "THE FUNNY CONSTRUCTION"

*Oleg Kudinov*

*candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of Southern Federal University,  
344082, Russia, Rostov-on-Don, Budennovsky ave., 39, the Academy of Architecture and Arts*

#### АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы, связанные с применением модельного проектирования стержневой ферменной конструкции для участия в студенческом конкурсе «Весёлая конструкция». Дается историческая справка о том, когда этот конкурс появился и где. Изучена мотивация и предложен алгоритм из 10 пунктов для практического участия студентов и преподавателей в этом конкурсе. Приводятся примеры использования вычислительной программы Autodesk ForceEffect для проведения статического расчета конструкции с целью определения усилий в стержнях фермы. В результате проведенных расчетов выясняются слабые места проектируемой конструкции - зоны возможного её разрушения. Выполняется коррекция конструкции с целью уменьшения внутренних усилий от действия той же внешней нагрузки. Производится выбор материала фермы и клеёв для соединения стержней в узлах с учетом предварительных испытаний, а также ограничений по размерам и весу готовой конструкции. По завершении испытаний готовых моделей обсуждаются результаты конкурса. Изучаются сильные стороны конструкций - победителей и недостатки проигравших для учёта в будущей работе. Практикуется видеопрезентация всего мероприятия проведения испытаний, которая доступна в интернете в день проведения конкурса. Победители награждаются памятными подарками и все участники поощряются дополнительными баллами на итоговой аттестации по строительной механике.

#### ANNOTATION

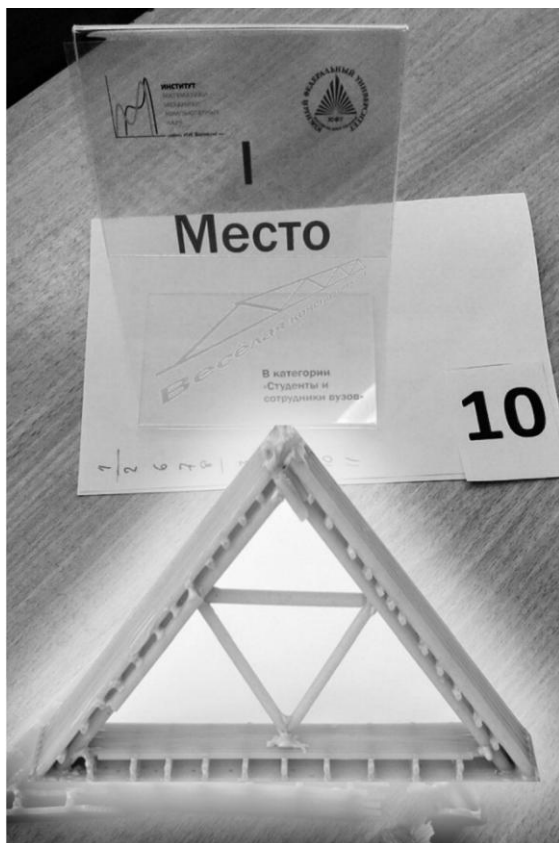
Problems associated with the use of model project of frame proprietary design to participate in the students' competition "Funny construction" are considered. Historical information is given about when and where this contest has appeared. Motivation and an algorithm of 10 points for the practical participation of students and teachers in this competition are studied. Examples of using Autodesk ForceEffect computer program to carry out the static analysis of the structure to determine forces in the rods are provided. As a result of calculations, weaknesses of the designed structure - possible areas of its destruction are identified. Design correction is made to reduce internal stresses of the action of the same external load. The selection of farm materials and adhesives for connecting rods at the nodes is made on the basis of preliminary tests, as well as restrictions on the size and weight of the finished design. Upon completion of testing finished models, results of the competition are discussed. Strengths of the designs of the winners and weaknesses of losers are under study in order to take into account in the future work. Video presentation of all test events which is available on the Internet on the day of the competition is practiced. The winners are awarded with memorable gifts and all participants are encouraged by additional points in the final certification on structural mechanics.

**Ключевые слова:** строительная механика, модельное проектирование, студенческий конкурс, вычислительные программы, мультимедийные средства, анализ результатов.

**Keywords:** structural mechanics; model project; student's competition; computing programs; multimedia means; analysis of results.

Конструктивные, функциональные и эстетические качества архитектуры органически взаимосвязаны. Конечно же, бессмертную триаду Витрувия [2, с.56] о необходимости учитывать «прочность, пользу и красоту» никто не отменял, да и отменить её не возможно, поскольку этот постулат отражает тысячелетний опыт строительного искусства.

При сегодняшнем состоянии высшего профессионального образования, когда классическая фраза «знаний лишних не бывает», всё чаще заменяется прагматическим вопросом «а зачем мне это надо», весьма злободневной является проблема установления связей между дисциплинами, включенными в стандарт формирования специалиста любого уровня. Поэтому при изучении курса строительной механики в архитектурном вузе возникает необходимость разработки уникальных и оригинальных сооружений [3, с.4], обеспечивающих безопасность эксплуатации здания и, в то же время, раскрывающих архитектурно-художественные идеи автора. Одновременно с этим в эпоху информационного взрыва архитектура и строительство требуют новых подходов, методов и принципов формообразования, ориентированных на систему научных знаний. Можно говорить о рождении новых направлений в обучении, основанных на научных знаниях и способах подачи материала.



**Рисунок 1. Конструкция победитель конкурса в 2016 году**

При изучении такого важного раздела строительной механики как статический расчёт строительной фермы весьма уместным стало участие студентов

академии архитектуры и искусств в конкурсе "Весёлая конструкция" (рис. 1). Конкурс проводится на базе лаборатории деформируемого твёрдого тела в институте математики, механики и компьютерных наук Южного федерального университета с использованием современного оборудования. У этого конкурса есть своя группа Вконтакте [1] для тематического общения студентов между собой и с преподавателями.

Первое в мире состязание молодых инженеров по строительству мостов из спагетти прошло в 1983 году в Оканаганском колледже (Келоуна, Британская Колумбия, Канада). С тех пор подобные состязания проводятся по всему миру. Последний подобный студенческий чемпионат проходил в Венгрии в 2016 году. Подобные состязания на лучшую модель моста наглядно демонстрируют законы механики и к тому же материал можно приобрести в ближайшем супермаркете.

Главной мотивацией участия в подобном конкурсе кроме, конечно, возможной победы является изучение процесса поведения реальной строительной конструкции на примере её уменьшенной копии, что становится в последнее время обязательным для уникальных зданий и сооружений [3, с.8].

Перед собственно изготовлением модельной конструкции производится исследование материалов, необходимых для её создания. Выполняется поиск различных по сечению прямолинейных по форме макаронных изделий, спагетти и прочих. Проводятся испытания образцов найденных материалов для выяснения их физико-механических характеристик. Каждый участник конкурса может легко отслеживать в табличной форме результаты испытаний на прочность и жесткость и вправе выбрать любого производителя. Кроме этого, модераторами конкурса даются рекомендации по использованию тех или иных видов клеев для скрепления конструкции в узлах.

В этих предварительных испытаниях самое активное участие принимают студенты - участники конкурса. А это уже первые шаги на пути изучения сопротивления материалов, то есть перебарывается ещё один мост на новые разделы механики [3, с.36].

Намечается следующий алгоритм практического участия студентов и преподавателей в конкурсе:

1. Изучение теории вопроса: основ статического расчета стержневых ферменных конструкций.
2. Выбор расчетной схемы конструкции в строгом соответствии с условиями конкурса, способом испытания, геометрическими характеристиками испытательной установки.
3. Статический расчет конструкции с целью определения усилий в стержнях и выяснение слабых мест конструкции - зон возможного разрушения.
4. Корректировка расчетной схемы: изменение некоторых геометрических параметров, добавление или удаление некоторых стержней и узлов, оставляя неизменными те размеры, которые однозначно прописаны в условиях конкурса.
5. Повторный статический расчет измененной конструкции. Определение усилий в стержнях и

сравнение новой конструкции с её предыдущей версией.

6. На этом этапе делается вывод о том, какая конструкция будет выбрана для дальнейшего участия. Естественно, что та расчётная схема, в которой при действии одной и той же внешней нагрузки будут возникать меньшие по модулю внутренние усилия, и будет приоритетной.

7. Выбор материала конструкции и клеев для соединения стержней в узлах с учетом предварительных испытаний, а также ограничений по размерам и весу готовой конструкции.

8. Изготовление модели конструкции с обязательным контролем заданной геометрии и веса.

9. Регистрация и участие в испытании конструкции с целью определения самой прочной - выдерживающей наибольшую внешнюю нагрузку конструкции. Фотографирование и видеofиксация процесса нагружения и момента разрушения.

10. Обсуждение результатов конкурса. Изучение сильных сторон конструкций - победителей и недостатков проигравших для учёта в будущей работе.

Остановимся на вычислительной части приведённого алгоритма. Конечно, если расчетная схема конструкции проста, испытывает плоское напряжённое состояние и к тому же статически определима (степень свободы равна нулю), то её расчёт производится вручную, не прибегая к вычислительным программам. Однако, после изменения расчётной схемы (п.4), особенно, если она становится статически неопределимой, и ручной расчёт существенно усложняется, становится целесообразным использование вычислительных программ. Без компьютерных расчетов не обойтись, если пункты 3, 4 и 5 алгоритма (выше) приходится повторять по несколько раз.

На начальном этапе изучения строительной механики рекомендуется использовать программы для проведения эскизных (предварительных) расчетов. Наиболее удачной для этого является разработка компании Autodesk программа статического расчета плоских стержневых систем ForceEffect (рис. 2). Эта бесплатная программа работает на планшетах и даже телефонах, проста в изучении и использовании, что для студентов младших курсов (1-2) особенно актуально.

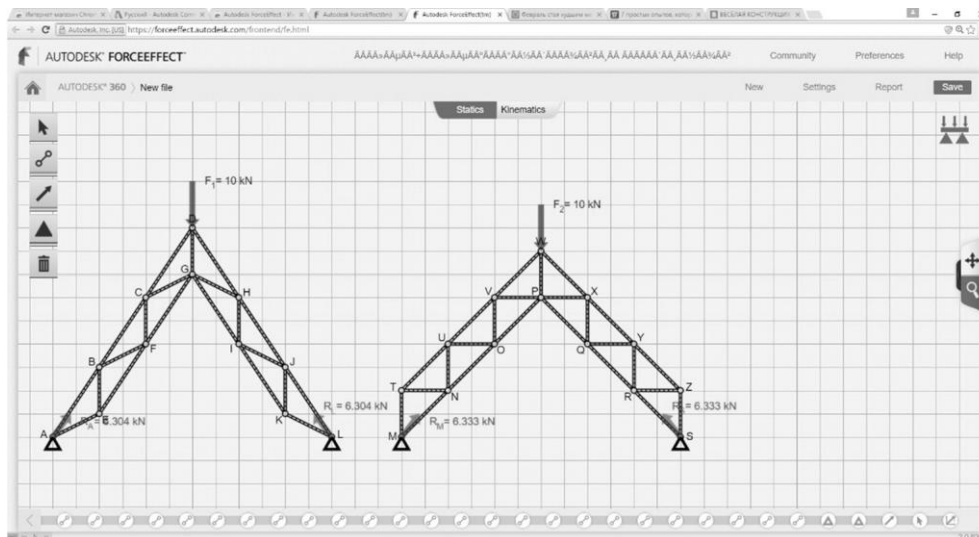


Рисунок 2. Пример расчетной схемы в программе ForceEffect

Для более сложных расчетов с учётом пространственной работы конструкции и различных физико-механических характеристик материалов потребуется применение профессиональных расчетных программных комплексов, таких как ПК ЛИРА-САПР и Autodesk Robot Structural Analysis Professional для студентов академии архитектуры и искусств и ANSYS Mechanical для продвинутых студентов мехмата.

Ложка дёгтя от скептиков: "Как такое возможно? Мукомольные изделия из твёрдых пород зерна да под пресс до разрушения и в мусор!" Но, во-первых, чего не сделаешь для науки. А, во-вторых, и это главное, заключается в пользе и бесценном опыте, который получают будущие архитекторы, конструкторы и механики, когда почувствуют буквально кончиками пальцев, как работает и оптимально воспринимает внешнюю нагрузку пока ещё модель будущей конструкции.

Видео-презентация всего мероприятия проведения испытаний доступна в интернете в день проведения конкурса, а затем появляется и в группе "Весёлая конструкция". Призёры награждаются памятными подарками, и все конкурсанты получают незабываемые впечатления, ведь при их активном участии создаётся история изучения прикладной строительной механики.

Большой интерес у заинтересованных студентов вызывает обсуждение результатов конкурса, особенно если среди них присутствуют непосредственные участники этого процесса (рис. 3). В Академии архитектуры и искусств на неделе академической мобильности подробно рассматриваются вопросы участия студентов в подобных мероприятиях, даётся оценка различным вариантам расчетных схем, представляются наиболее удачные из них для практического использования в дальнейшем.



*Рисунок 3. Студенты Академии архитектуры и искусств ЮФУ - участники конкурса "Весёлая конструкция" в 2016 году*

#### **Список литературы:**

1. Весёлые конструкции Мехмата / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vk.com/mmcs.construction> (дата обращения: 21.12.2016).
2. Витрувий. Десять книг об архитектуре [Текст] / Витрувий. – М.: Изд-во «Архитектура–С», 2006. – 328 с.
3. Шумейко В.И., Кудинов О.А. Об особенностях проектирования уникальных, большепролетных и высотных зданий и сооружений. «Инженерный вестник Дона», 2013, № 4. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2164> (дата обращения: 21.12.2016).

#### **References:**

1. Funny constructions of Mechanical maths. Available at: <http://vk.com/mmcs.construction> (accessed: 21 December 2016).
2. Vitruvius. Ten books of architecture. Moscow, «Arhitektura–С» Publ., 2006. 328 p. (In Russian).
3. Shumeiko V.I., Kudinov O.A. On peculiarities of designing unique, large-span and high-rise buildings. «Inzhenerniy vestnik Dona» Publ., 2013, no. 4. Available at: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2164> (accessed: 21 December 2016).

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 12(33)  
Декабрь 2016

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 66236 от 01.07.2016  
Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Подписано в печать 25.12.16. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 3,25. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»  
127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213  
E-mail: [mail@7universum.com](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленного оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3