

## Программа Старт-Проф для проектирования, расчета прочности и жесткости трубопроводов различного назначения. Версия 4.82

### Старт-Проф введен в промышленную эксплуатацию в 1969 году

Выполнение расчетов по программам Старт-Проф обеспечивает надежность и безопасность при эксплуатации трубопроводных систем различного назначения, облегчает согласование проекта с контролирующими органами (Ростехнадзор, Главгосэкспертиза), сокращает затраты и время пусконаладочных работ.

Старт-Проф разработан ООО «НТП Трубопровод» - экспертной организацией Ростехнадзора. Имеется сертификат соответствия Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Старт-Проф имеет интерфейс, документацию и справочную систему на русском, английском и китайском языках, используется более чем в 1500 компаниях России, Украины, Казахстана, Белоруссии, Узбекистана, Китая, Японии, Великобритании, Чехии, Латвии, Болгарии, Германии и Финляндии. Общее количество лицензий превышает 8000.

Используется внутренняя система качества (quality assurance system): каждая выпускаемая версия Старт-Проф проходит автоматическое тестирование на нескольких сотнях верификационных расчетных моделях.

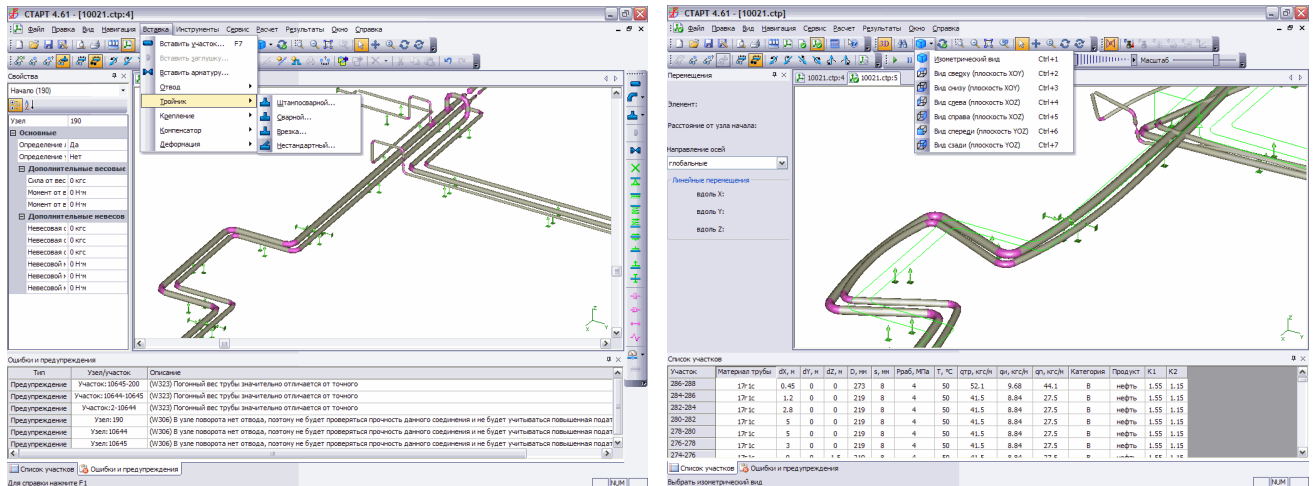
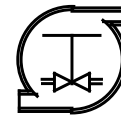
Обеспечивается качественное и оперативное сопровождение программ у пользователей.

Системные требования: Windows 7/8/10, Процессор архитектуры IA-32 или AMD64/EM64T, оперативная память 1Гб и выше, видеокарта с поддержкой OpenGL 2.0 и выше (чипсет NVIDIA или AMD/ATI, рекомендуется NVIDIA GeForce 7000 или выше или Radeon X300 или выше), дисплей минимум 1024x768, рекомендуется 1280x1024 и выше, с 1Гб и более памяти.

### Нормы оценки прочности и несущей способности

Программы семейства Старт-Проф предназначены для расчета прочности и жесткости трубопроводов различного назначения, имеющих произвольную конфигурацию в пространстве, при статическом и циклическом нагружении, на сейсмические воздействия, а также толщин стенок труб и соединительных деталей на давление:

- Пара и горячей воды согласно РД 10-249-98, ASME B31.1 (США), DL/T 5366-2014 (Китай);
- Тепловых сетей согласно ГОСТ Р 55596-2013, РД 10-400-01 (документ устарел), СJJ/T 81-2013 (Китай);
- Технологических трубопроводов нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической, газовой и других отраслей согласно ГОСТ 32388-2013 (взамен РТМ 38.001-94 и СА 03-003-07) и РТМ 38.001-94 (документ устарел);
- Магистральных газо- и нефтепроводов согласно СНиП 2.05.06-85 и СП 36.13330.2012;
- Трубопроводов различного назначения из стеклопластика согласно ISO 14692-3:2002/Cor 1:2005
- Трубопроводов из полимерных материалов HDPE, PP, PVC, PE-RT, PVDF и т.д. согласно ГОСТ 32388-2013
- Назначенного ресурса технологических трубопроводов согласно ГОСТ 32388-2013 и тепловых сетей согласно ГОСТ Р 55596-2013;
- Отбраковочных толщин труб и соединительных деталей (отводов, переходов, тройников, заглушек) технологических трубопроводов согласно требованиям ГОСТ 32388-2013.
- Ветровые нагрузки по СП 20.13330.2016 (Россия), ТКП EN 1991-1-4 2009 (Беларусь), ASCE 7-10 (США), EN 1991-1-4:2005+A1:2010 (Европа), GB 50009 (Китай), IS.875.3.1987 (Индия), IBC 2012 (Международный), UBC 1997 (Международный), AZ/NZS 1170.2:2011 (Новая Зеландия), NBC 2010 (Канада), NBR 06123-1988 (Бразилия), BS 6399-2 (Великобритания), CNS (Тайвань), NSR-10 (Колумбия)
- Снеговые нагрузки по СП 20.13330.2016 (Россия), ASCE 7-10 (США), EN 1991-1-3:2003+A1:2015 (Европа), GB 50009-2012 (Китай), NBC 2010 (Канада)
- Гололедные нагрузки по СП 20.13330.2016 (Россия), ASCE 7-10 (США), GB 50135-2006 (Китай)
- Сейсмические нагрузки по СНиП II-7-81\* (Россия), СП 14.13330.2011 (Россия), НП-031-01 (Россия), GB 50011-2001 (Китай)



Интерфейс СТАРТ. Слева – ввод исходных данных, справа – деформированный вид трубопровода

## Какие трубопроводы рассчитывает Старт-Проф

Средствами Старт-Проф рассчитываются как самокомпенсирующиеся трубопроводы, в которых компенсация температурных расширений обеспечивается гибкостью самой трубопроводной трассы, так и трубопроводы со специальными компенсирующими устройствами, выполненными в виде сильфонных, линзовых, сальниковых и других видов компенсаторов. Рассчитываются трубопроводы практически любой сложности:

- Надземные, в канале, заземленные в грунте;
- Плоские, произвольные пространственные, разветвленные, с замкнутыми контурами;
- С различными конструкциями концевых и промежуточных опор;
- Подверженные разнообразным внешним воздействиям (температурное расширение, сосредоточенные и распределенные нагрузки, смещение опор, предварительная растяжка, распор от внутреннего давления и т.д.);
- Работающие при низких (криогенные), средних и высоких температурах (учитывается эффект ползучести и релаксации напряжений согласно нормам);
- Из различных материалов: стальные, из цветных металлов, из стеклопластика, из пластика;
- С внутренним избыточным давлением как до, так и свыше 10 МПа, а также с наружным избыточным давлением (вакуум) – для таких участков проводится проверка местной устойчивости стенок;
- Возможен расчет нескольких не связанных трубопроводов в одном файле.

## Базы данных

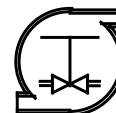
В Старт-Проф имеется ряд нормативных баз данных, обеспечивающих дополнительные удобства при работе:

- «Материалы» – содержит физические свойства материалов труб и элементов трубопровода;
- «Пружины» – содержит характеристики и податливости пружинных цепей упругих опор различной грузоподъемности по ГОСТ 108.764.01-80, ГОСТ 24.125.109-01, МВН 049-63, МН 3958-62, LISEGA, WITZENMANN, NBT 47039-2013, China power;
- «Крепления постоянного усилия» – содержит характеристики креплений постоянного усилия WITZENMANN, NB/T 47038-2013;
- «Грунты» – содержит различные физико-механические свойства грунтов;
- «Компенсаторы» – содержит характеристики осевых, угловых, сдвиговых сильфонных и линзовых компенсаторов различных производителей;
- «Изоляция» – содержит величины весов изоляции в зависимости от изоляционной конструкции, температуры и диаметра трубы;
- «Отводы», «Тройники», «Переходы» – содержит характеристики изделий для различных отраслей промышленности.

## Состав и дополнительные опции

Выпускается в четырех модификациях, различающихся по цене и возможностям:

- «Старт-Проф» – для профессионалов, решающих большеразмерные задачи, а также для расчета длинных трубопроводов, заземленных в грунте (при наличии опции СТАРТ-Грунт);
- «Старт-Проф Эконом» – бюджетная версия с ограничениями;
- «Старт-Проф Студент» – облегченный вариант программы, предназначенный для учебных целей (поставляется только в учебные заведения);



- «СТАРТ-Экспресс» – недорогой продукт, предназначенный для предварительных упрощенных расчетов на стадии конструирования трубопровода.

Все модификации имеют равные возможности в части подготовки исходных данных и анализа результатов расчета, что обеспечивает большие удобства при их одновременном использовании в локальных компьютерных сетях. Модификации различаются максимально допустимым количеством степеней свободы.

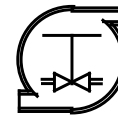
| Модификация<br>Старт-Проф | Минимальная конфигурация<br>программы       | Доступное<br>количество<br>степеней<br>свободы | Приблизительная<br>максимальная длина<br>трубопровода<br>бесканальной прокладки<br>в грунте L, м* |
|---------------------------|---|--|---|
| Старт-Проф<br>Эконом      | СТАРТ-Базовый                               | 1000   | $L < 4,6 \cdot D$   |
| СТАРТ-Проф                | СТАРТ-Базовый (вариант Проф)                | 32 000   | $L < 145 \cdot D$   |
| Старт-Проф<br>Студент     | СТАРТ-Базовый (вариант Лайт)<br>СТАРТ-Грунт | 150  | $L < 0,7 \cdot D$   |

\*Примечание. D – наружный диаметр, мм

Программа «СТАРТ-Базовый» позволяет выполнять расчеты трубопроводов произвольной конфигурации, но без участков бесканальной прокладки в грунте. Такая возможность появляется при наличии опции «СТАРТ-Грунт».

Программы Старт-Проф и СТАРТ-Проф Эконом могут быть укомплектованы дополнительными опциями:

- «СТАРТ-Грунт» – позволяет производить расчет трубопровода с участками, заземленными в грунте (бесканальной прокладки), а также оценивать прочность пенополиуретановой и пенополиминеральной изоляции.
- «СТАРТ-Сейсмика» – позволяет производить расчет трубопроводов на сейсмические воздействия (только для надземных трубопроводов, статическим методом).
- «СТАРТ-Гибкие трубы» – для расчета на прочность и определения нагрузок на опоры для гибких полимерных труб и стальных гофрированных труб.
- «СТАРТ-Отбраковочная толщина» – расчет отбраковочных толщин труб и соединительных деталей (отводов, переходов, тройников, заглушек) технологических трубопроводов согласно требованиям стандарта ассоциации «Ростехэкспертиза» СА 03-005-07 «Технологические трубопроводы нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности. Требования к устройству и эксплуатации».
- «СТАРТ-Назначенный ресурс» – расчет назначенного ресурса проектируемых технологических трубопроводов с учетом циклической прочности и коррозионного износа согласно РТМ 38.001-94, ГОСТ 32388-2013 и ГОСТ Р 55596-2013.
- «СТАРТ-Штуцер» – расчет податливости (жесткости) узла врезки трубопровода в сосуды (аппараты). Существует возможность автоматической генерации и вставки нестандартного крепления в СТАРТ.
- «СТАРТ-Стеклопластик» – Расчет на прочность трубопроводов из стеклопластика согласно ISO 14692-3:2002.
- «СТАРТ-Термопласты» – Расчет трубопроводов из полимерных материалов PE, PP, PB, PVC.
- «СТАРТ-Зарубежные стандарты» – Расчет трубопроводов по зарубежным нормативным документам: CJJ/T 81-2013 (Китай), ASME B31.1 (США), DL/T 5366-2014 (Китай), а также импорт из программы Caesar II.
- «СТАРТ-PLANT-4D» – импорт исходных данных из системы трехмерного моделирования промышленных установок PLANT-4D. В стандартную поставку входит файл с шаблонами, позволяющими пользователю конвертировать данные, созданные в PLANT-4D, на основе российской базы данных по трубам, трубопроводным деталям и арматуре.
- «СТАРТ-PCF» – импорт моделей трубопроводов из PCF-формата PlantSpace Design Series (также возможен импорт из PLANT-4D, OMNI-Pipe, AutoPLANT 3D Piping, I-Sketch, CADWorx). Для генерации файлов PCF из PlantSpace используется ISOGEN-интерфейс, поставляемый вместе с системой PlantSpace.
- «СТАРТ-PDMS» – импорт в СТАРТ исходных данных из отчетов, создаваемых программой PDMS.
- «СТАРТ-PDMS-B» – двусторонний обмен данными с программой AVEVA PDMS при работе с PDMS и СТАРТ на одном ПК.



- «СТАРТ-КОМПАС» – экспорт расчетной схемы (осевой линии и узловых деталей) в КОМПАС-График версий 5.x и выше.
- «СТАРТ-Открытый формат» – импорт входных данных из открытого формата, экспорт входных данных и результатов расчета в открытый формат для стыковки программы СТАРТ с любыми системами автоматизированного проектирования трубопроводов. Открытый формат – это текстовый файл определенной структуры.
- «СТАРТ-БД Изделий» – базы данных отводов, тройников, переходов. Опция не может быть подключена к Старт-Проф Эконом.  
Дополнительные опции поставляются только совместно с базовой программой (СТАРТ-Базовый, СТАРТ Проф-Базовый или СТАРТ Лайт-Базовый).

### Рекомендуемая конфигурация для различных типов трубопроводов

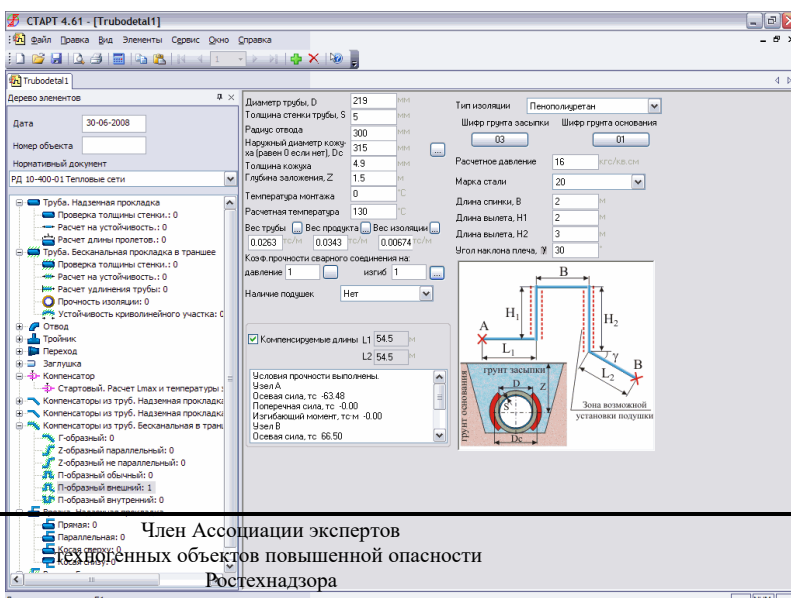
| Тип трубопроводов                  | Рекомендуемая конфигурация   |
|------------------------------------|--|
| Тепловые сети                      | СТАРТ-Базовый (вариант Проф), СТАРТ-Грунт  |
| Паропроводы                        | СТАРТ-Базовый  |
| Магистральные нефте- и газопроводы | СТАРТ-Базовый (вариант Проф), СТАРТ-Грунт  |
| Технологические трубопроводы       | СТАРТ-Базовый, СТАРТ-Штуцер, СТАРТ-Отбраковочная толщина, СТАРТ-Назначенный ресурс |

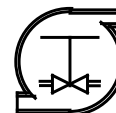
### СТАРТ-Экспресс – инструмент конструктора трубопроводов

Программа предназначена для быстрой оценки компенсирующей способности отдельных участков трубопроводной трассы, проверки их прочности и устойчивости. В процессе проектирования конструкторам трубопроводов приходится постоянно решать подобные задачи. С помощью СТАРТ-Экспресс можно определить:

- компенсирующую способность поворотов Г-, Z-образной формы и П-образных компенсаторов при прокладке трубопроводов над землей и в подземных каналах;
- компенсирующую способность поворотов Г-, Z-образной формы и П-образных компенсаторов при бесканальной прокладке трубопроводов в грунте;
- толщину стенки или предельное давление для труб, отводов, тройников, заглушек, переходов согласно выбранному нормативному документу;
- расстояния между промежуточными опорами трубопровода из условий прочности и жесткости;
- общую и местную устойчивость прямолинейных и криволинейных участков труб под действием температурного расширения, наружного давления (вакуума) и давления грунта (для труб бесканальной прокладки);
- минимальную глубину заложения для участков бесканальной прокладки из условия устойчивости;
- максимальную глубину заложения для участков бесканальной прокладки из условия прочности пенополиуретановой изоляции;
- предельно допустимые расстояния между стартовыми компенсаторами и температуру их замыкания для трубопроводов, заземленных в грунте;
- допустимую нагрузку на седловую опору для труб большого диаметра;
- герметичность фланцевых соединений;
- жесткость сильфонных компенсаторов при отсутствии данных от изготовителя.

Расчет поворотов Г-, Z-образной формы и П-образных компенсаторов при прокладке трубопроводов над землей и в подземных каналах осуществляется для участков, расположенных между двумя неподвижными (мертвыми) опорами. При известном расстоянии между неподвижными опорами определяется требуемый вылет для П-образного компенсатора, Z-образного поворота и короткое плечо для Г-образного поворота, исходя из допустимых компенсационных напряжений. Это избавляет проектировщиков от необходимости пользоваться устаревшими





номограммами для Г-, Z- и П-образных участков.

Расчет поворотов Г-, Z-образной формы и П-образных компенсаторов при бесканальной прокладке трубопроводов в грунте позволяет по заданному вылету для П-образного компенсатора или Z-образного поворота и длине короткого плеча Г-образного поворота определить допустимое расстояние между неподвижными опорами, то есть ту длину участка заземленного в грунте трубопровода, которая может быть скомпенсирована при заданном температурном перепаде. Рассматриваются П-образные компенсаторы и повороты Г-, Z-образной формы с произвольными углами. Для тех же трубопроводных участков можно выполнить проверочный расчет – при заданных габаритах определить напряжения, перемещения и нагрузки на неподвижные опоры.

### **Старт-Проф – это:**

- наглядный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс;
- удобный и четко продуманный объектно-ориентированный способ ввода исходных данных;
- всесторонняя логическая проверка качества исходных данных для расчета;
- подробная справочная система и программная документация;
- автоматическая проверка всех деталей трубопровода на внутреннее давление;
- проверка и выбор параметров типовых узлов трубопроводов (различных видов компенсаторов, врезок, тройников, фланцевых соединений);
- возможность расчета трубопроводов разнообразного назначения и расположения (в том числе вакуумных трубопроводов) по различным нормативным документам;
- расчет податливости штуцеров сосудов и аппаратов для более точного вычисления нагрузок на штуцеры и напряжений в трубопроводе;
- интеграция с различными системами трехмерного проектирования промышленных установок, программой Штуцер-МКЭ, экспорт расчетных схем в различные графические среды (AutoCAD, MicroStation, КОМПАС-График);
- импорт геометрии из программы «Гидросистема»;
- регулярные (раз в 1-2 месяца) курсы повышения квалификации для пользователей программы;
- широкая налаженная сеть дистрибьюторов по всей России, в странах СНГ и дальнего зарубежья;
- постоянная техническая поддержка со стороны разработчиков.

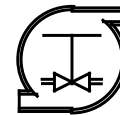
### **Расчетные возможности**

- Учет трения в скользящих, направляющих, упругих и иных опорах.
- Учет взаимодействия трубопровода с грунтом на участках бесканальной прокладки. Учитывается нелинейная податливость грунта, слоя пенополиуретановой изоляции и амортизирующих подушек. Учитывается переменная глубина заложения и произвольный угол наклона участков.
- Оценка прочности пенополиуретановой изоляции.
- Автоматический подбор пружин для упругих опор и подвесок, расчет их затяжки.
- Автоматический учет «манометрического эффекта» в отводах, имеющих начальную овальность, и распорных усилий от внутреннего давления во всем трубопроводе.
- Учет маятникового эффекта при отклонении тяг жестких и упругих подвесок от вертикального положения.
- Учет односторонних связей (например, подъем трубопровода над опорами).
- Учет совместной работы трубопровода с оборудованием (модуль «СТАРТ-Штуцер»).
- Учет работы упруго-изогнутых участков большого радиуса.
- Проверка устойчивости стенок вакуумных трубопроводов, возможность учета укрепления кольцами жесткости различной конфигурации.
- По результатам расчета выводятся таблицы напряжений согласно выбранному нормативному документу, нагрузки на опоры, перемещения, усилия, деформации компенсаторов, коэффициенты устойчивости стенок вакуумного трубопровода.
- Графическая иллюстрация деформированного состояния в различных расчетных состояниях трубопровода.
- Графическая цветовая иллюстрация выполнения нормативных критериев прочности на схеме трубопровода.

### **Старт-Проф – ваш правильный выбор!**

На сегодня Старт-Проф – одна из самых распространенных программных систем расчета прочности и жесткости трубопроводов различного назначения в России и странах СНГ. Программная система достигла уровня своеобразного промышленного стандарта и по своим потребительским свойствам не уступает зарубежным аналогам. Пользователями программы являются проектные организации химического, газового, энергетического профиля и ряда других отраслей. Широкое применение программа получила при проектировании, строительстве и реконструкции тепловых сетей.

5



Программная система (ПС) Старт-Проф имеет долгую историю, насчитывающую более 40 лет. Первая редакция программы – тогда она называлась СТ-01 – была сдана в промышленную эксплуатацию еще в 1969 году. Восемь лет система успешно эксплуатировалась на ЭВМ серии «Минск», затем на ЭВМ серии ЕС, а с 1992 года на персональных компьютерах – сначала под DOS, а затем под Windows. Смена поколений ЭВМ и операционных систем, как правило, сопровождалась капитальной переработкой, при этом возможности ПС постоянно расширялись, а интерфейс пользователя и расчетный алгоритм шлифовались и совершенствовались.

Благодаря огромному числу пользователей и постоянной обратной связи со специалистами различных отраслей промышленности программная система Старт-Проф детально верифицируется, в том числе и путем перекрестного тестирования с аналогичными отечественными и зарубежными программами, и постоянно развивается.

Все программы семейства «Старт-Проф» имеют сертификат Госстандарта России, выданный ООО ЦСПС.

### **Пользователи программной системы Старт-Проф**

Приведенный ниже список далеко не полный. В настоящее время Старт-Проф эксплуатируется более чем в 1500 организациях, в том числе:

**Теплоэнергетика и теплоснабжение.** Региональные инженерные центры и генерирующие энергетические компании: институт «Теплоэлектропроект», ИЦЭ Урала, ИЦЭ Поволжья, ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром», БелНИПИЭнергопром, Атомэнергопроект (Москва), Атомэнергопроект (Нижний Новгород), Зарубежэнергопроект, СибКОТЭС, Сибирский ЭНТЦ, Теплопроект, МОЭК, Мосинжпроект, Корпорация ТВЭЛ-Теплоросс, МосФлоулайн, СПКБ РР ОАО «Мосэнерго», Мостеплоэнерго, Московская теплосетевая компания, ЦНИИЭП жилища, Каналстройпроект. Китай: Beijing deyu technical service, Jinan Municipal Engineering Design & Research Institute, Qingdao Kaiyuan Heating Engineering Design and Research Institute, Jilin Gas And Heating Engineering Design Institute, Institute of Architecture Design & Research, China Academy of Sciences, Beijing Thermal Engineering Design, Shenyang Thermal Engineering Design and Research Institute, Heilongjiang Academy of Forestry Research and Design Institute, Heilongjiang Haote Thermal Design, China Northeast Municipal, Yinchuan planning & design institute, Эстония: OÜ Aither, Литва: UAB Bioprojektas, Gandras Ebergoeffektas

**Нефтегазовая промышленность, нефте- и газопереработка, нефтехимия.** ВНИПИнефть (Москва), Гипрокаучук (Москва), Ленгипронефтехим (Санкт-Петербург), Самаранефтехимпроект, СургутНИПИнефть, Башгипронефтехим (Уфа), ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез, Нижнекамскнефтехим, Омскнефтехимпроект, Укрнефтехимпроект, НИИХИММАШ, ИркутскНИИхиммаш, РН-СахалинНИПИморнефть, Роснефть-НТЦ, НОРСИ (Нижний Новгород), ИНТЭКО (Уфа), Московский НПЗ, Туапсинский НПЗ, Куйбышевский НПЗ, Тольяттикаучук, Киришский НПЗ, Хабаровский НПЗ, ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка (Ухта), Ачинский НПЗ, ЛУКОЙЛ-Ростовнефтехимпроект, Гипрогазоочистка, Гипротюменнефтегаз, Тюменьгипротрубопровод, ТюменНИИгипрогаз, Тюменьнефтегазпроект, ВНИИСТнефтегазпроект (Москва). Япония: Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Великобритания: JOHN Brown Engineering; Чешская Республика: Key Industry Engineering Group s.r.o., США: Gulf Interstate Engineering

**Химия.** АКРОН (Новгород), Саянскхимпласт, Кемеровский Азот, Тольяттиазот, ГИАП (Москва), ГИПХ (Санкт-Петербург), Гипросинтез (Волгоград), НИИК (Дзержинск), Стерлитамакский НХЗ, «АЗОТ» (Березники), Пластполимер (Санкт-Петербург), Гипрокислород, Тулагипрохим. Финляндия: Porgu Industry Oy

**Металлургия.** Уралгипромез (Екатеринбург), МЕЧЕЛ (Челябинск), Челябингипромез (Челябинск), Гипромез (Магнитогорск), Ижсталь (Ижевск), Ашинский металлургический завод, Укргипромез (Днепропетровск), ВАМИ (Санкт-Петербург), Уралэнергочермет (Екатеринбург), РУСАЛ ВАМИ.