

трудов «V Международная научно-практическая конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве» Часть 2, Протвино, 2011г.415 с., с.312-313

5. Митрохин В. Т. Выбор параметров и расчет центростремительной турбины на стационарных и переходных режимах. М., «Машиностроение», 1974, 228 с.
6. Симсон А.Э., Каминский В.Н. Турбонаддув высокооборотных дизелей, М., Машиностроение, 1976.
7. Шерстюк А. Н., Зарянкин А. Е. Радиально-осевые турбины малой мощности. М., «Машиностроение», 1976, 208 с.

### **Информационные технологии – важнейший инструмент в создании современного производства автокомпонентов**

д.т.н. проф. Каминский В.Н.

Университет машиностроения, НПО «Турботехника»

[turbo@kamturbo.ru](mailto:turbo@kamturbo.ru)

*Аннотация.* Статья содержит краткое обобщение результатов научно-технических разработок и их практического воплощения в производстве турбокомпрессоров и других агрегатов на предприятии НПО «Турботехника».

*Ключевые слова:* турбокомпрессор, информационные технологии, автоматизация, расчетный комплекс

Уровень развития машиностроительной отрасли, в частности двигателестроения, во многом определяет уровень экономики страны в целом. В современных условиях мирового рынка, с учетом высокой конкурентоспособности иностранных производств, необходимости соблюдения жестких норм по качеству и экологии, создание современных отечественных производств является сложной, многоплановой и безотлагательной задачей. На всех этапах ее решения важнейшим инструментом служат информационные технологии.

Опыт НПО «Турботехника» является примером создания, становления и развития отечественного производства. Почти четверть века предприятие занимается разработкой, проектированием и производством турбокомпрессоров и других систем и агрегатов двигателей, а также разработкой и созданием контрольно-исследовательских стендов для агрегатов наддува. На предприятии создана, действует и непрерывно совершенствуется единая информационная структура предприятия (рисунок 1).

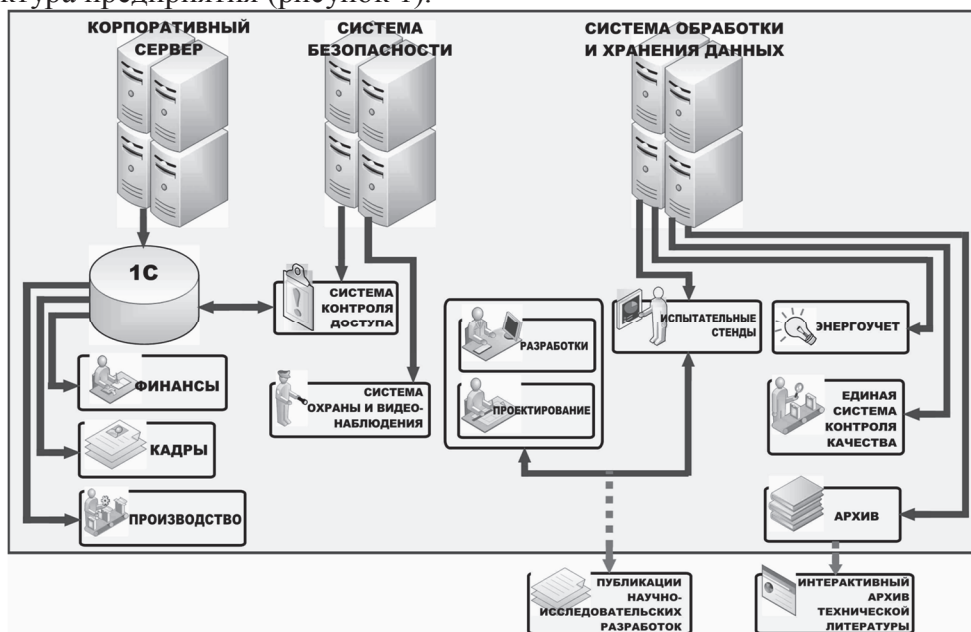


Рисунок 1. Единая информационная структура НПО «Турботехника»

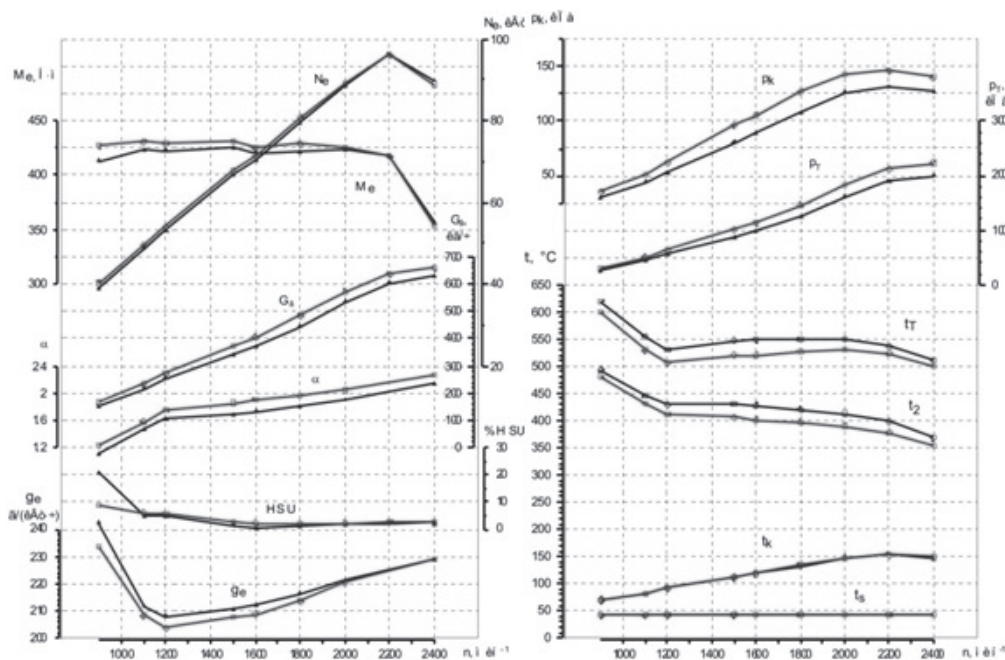


**Рисунок 2. Информационные потоки бизнес-процессов НПО «Турботехника»**

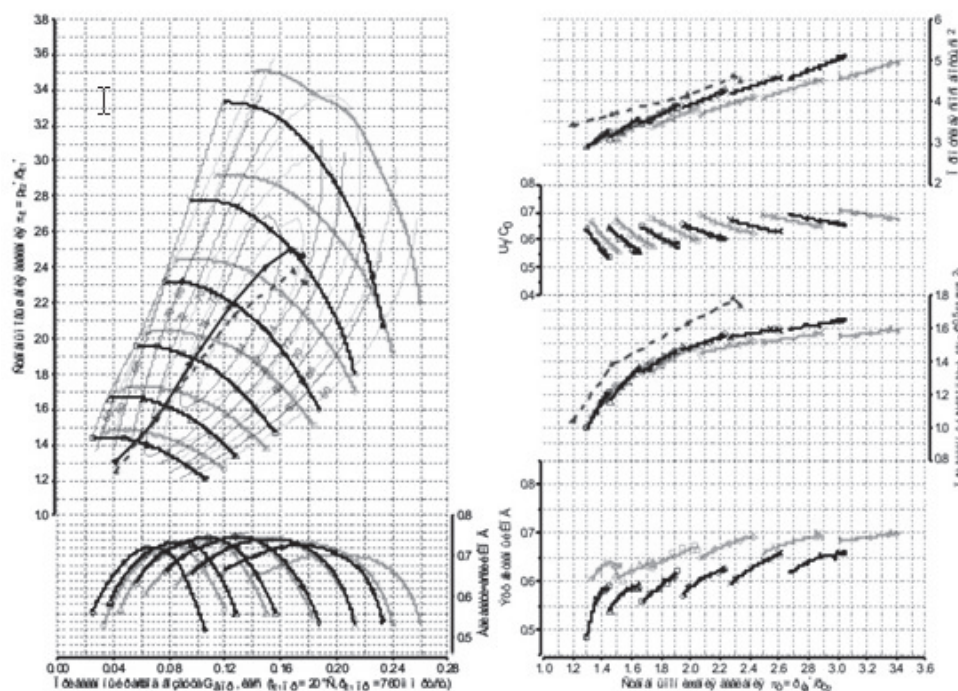
Информационная среда производства охватывает все этапы создания продукта от возникновения его концепции до реализации потребителю. Финансовые потоки, логистика производства, менеджмент, система контроля качества, система безопасности работают в едином поле информационной структуры (рисунок 2).

Применение информационных технологий, связанных с процессом создания новых изделий и их модификаций, является необходимым условием современного конкурентоспособного производителя: в нашем случае – агрегатов и систем двигателя.

Создан расчетный комплекс, обеспечивающий газодинамические, прочностные расчеты, определение геометрических параметров на каждом этапе проектирования и согласования деталей и узлов турбокомпрессора, а также согласования его с конкретным двигателем [2, 3, 4]. Расчеты осуществляются с использованием программ, как разработанных специалистами предприятия, так и приобретенных [1].

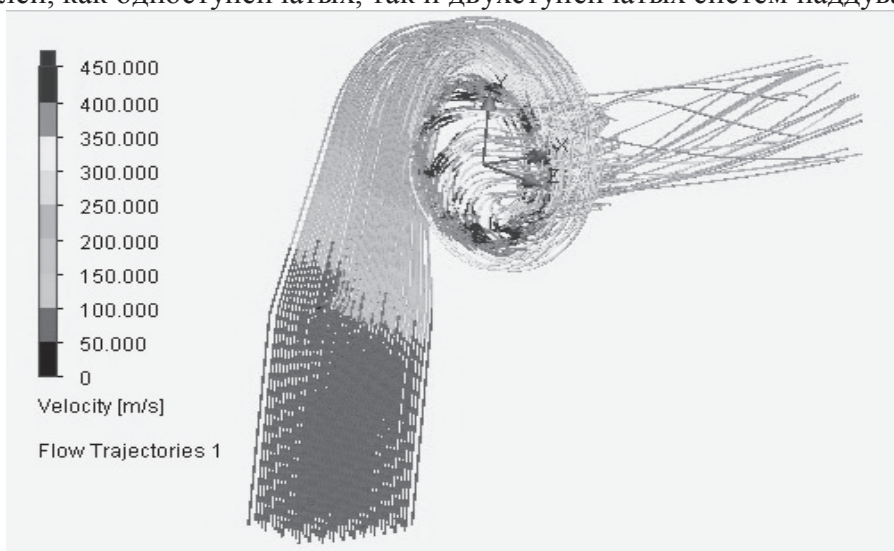


**Рисунок 3. ВСХ двигателя Д-245.7Е4 с вариантами турбокомпрессоров**



**Рисунок 4. Характеристики компрессора и турбины с расходными характеристиками двигателей**

В основу работы по подбору агрегата наддува к двигателю положен программный комплекс «Параметры наддува двигателя». Этот комплекс позволяет достаточно быстро определить необходимые параметры системы наддува на тех режимах, которые требуются заказчику двигателя. Результаты стендовых моторных испытаний подтверждают достоверность расчетов, показав удовлетворительную сходимость результатов расчёта при согласовании двигателя с агрегатами наддува и оценке параметров их совместной работы. В качестве примера на рисунках 3 и 4 показаны результаты разработки системы наддува двигателя Д-245.7 EURO-4 Минского моторного завода. Аналогичные расчеты проводятся для всех проектируемых двигателей, как одноступенчатых, так и двухступенчатых систем наддува [5, 6].



**Рисунок 5. Пример трехмерного расчета улитки турбины**

Однако при проектировании новой модели турбокомпрессора или оптимизации ступеней турбокомпрессора применяются более точные методы расчетов, хотя и более трудоемкие, позволяющие в результате значительно улучшать их характеристики. Здесь применяются уже трехмерные газодинамические расчеты вязкого течения газов по каналам всех элементов турбокомпрессора. На рисунках 5 и 6 приведен пример такого расчета для улитки

турбины.

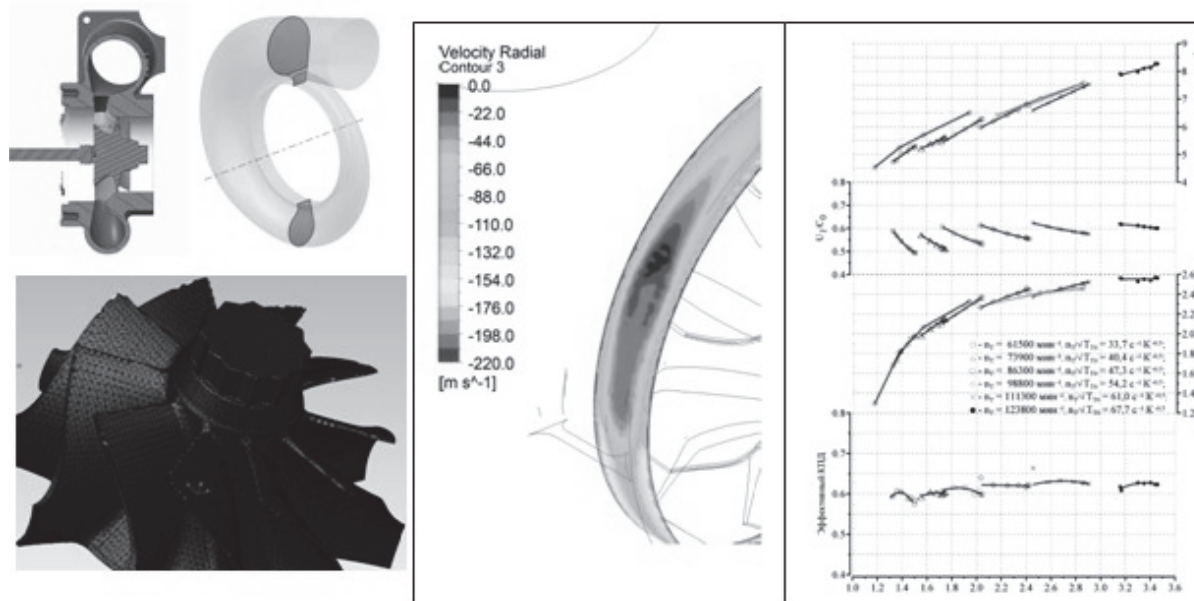


Рисунок 6. Результаты трехмерного расчета улитки турбины

Результаты расчета позволяют оптимизировать геометрию улитки в соответствии с неравномерностью потока на входе рабочего колеса.

На представленных здесь сравнительных расчетных характеристиках, полученных численными методами с использованием программного комплекса FloEFD, и характеристик, полученных опытным путем, видно, что расчетные параметры практически совпадают с опытными. Это позволяет оптимизировать геометрию турбокомпрессора на ранних стадиях проектирования, что, безусловно, значительно сокращает сроки проектирования и материальные затраты.

Интересные результаты получаются и при исследовании компрессорной ступени. Они дают возможность не только визуально наблюдать характер течения воздуха в элементах ступени, но и определять численные значения его параметров во времени и пространстве (рисунок 7).

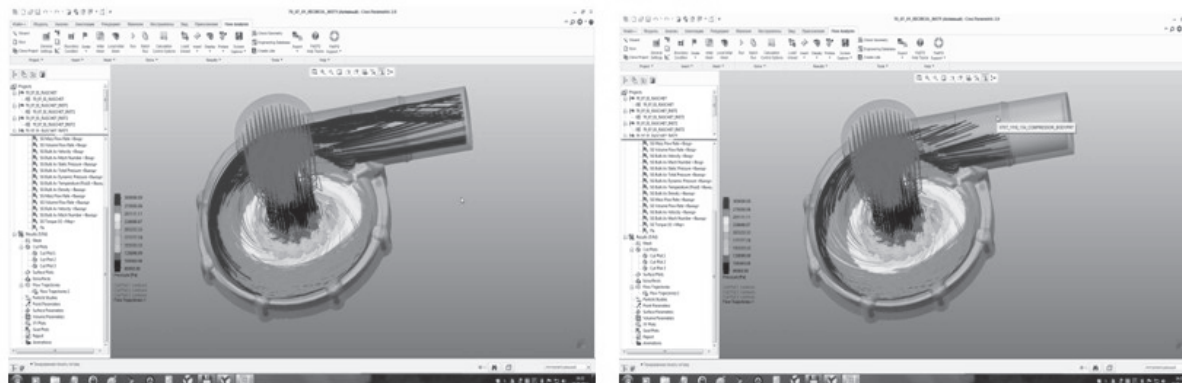
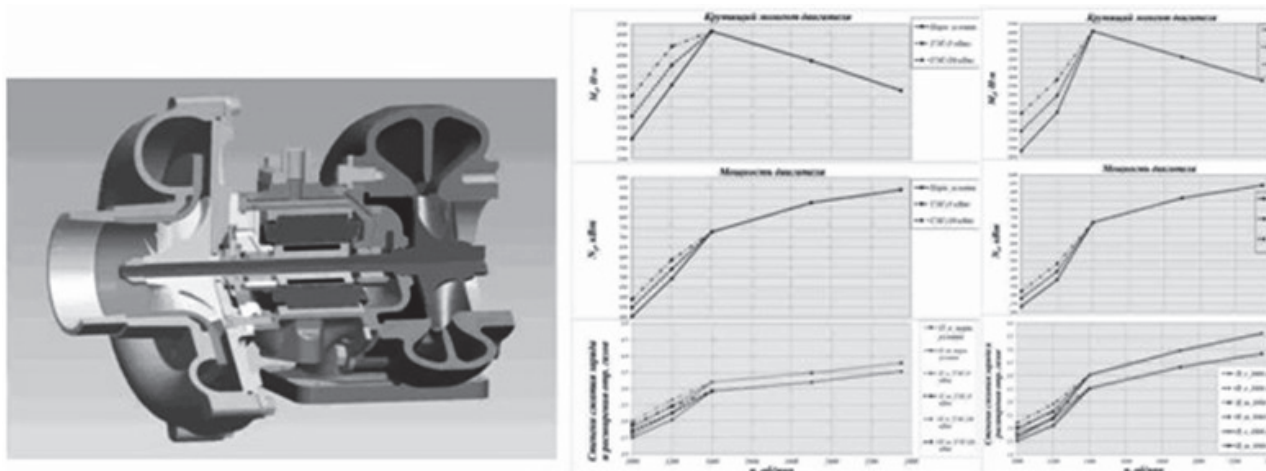


Рисунок 7. Пример расчета распределения давления в компрессорной ступени

Большое внимание уделяется новым разработкам, среди которых к разряду инновационных можно отнести создание турбоэлектрокомпрессора (ТЭК) (рисунок 8), с которым НПО «Турботехника» стала участником проекта Сколково.

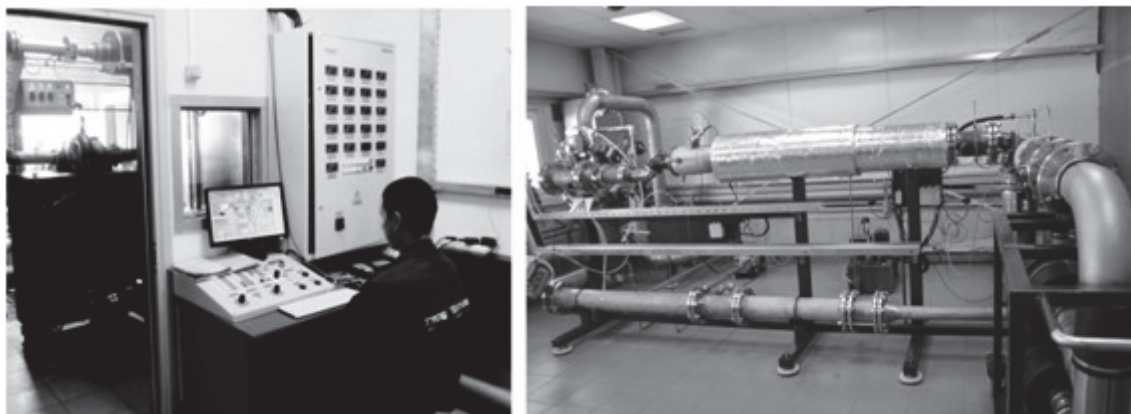
Идеология работы ТЭК состоит в том, что в процессах пуска, разгона, на холостом ходу и малых нагрузках поршневого двигателя обратимая электрическая машина, посаженная на вал ротора турбокомпрессора, в режиме электродвигателя разгоняет ротор ТКР до достижения оптимального по выбранному параметру давления наддува. При больших нагрузках поршневого двигателя, когда мощность турбины больше необходимой компрессору (для создания оптимального давления наддува), электрическая машина переводится в режим генератора.



**Рисунок 8. Турбоэлектрокомпрессор**

Применение ТЭК уже при относительно малой мощности обратимой электрической машины позволяет существенно увеличить крутящий момент двигателя. Особенно эффективно применение турбоэлектрокомпрессора в условиях пониженного атмосферного давления, т.е. в условиях высокогорья. На рисунке 8 приведены расчетные внешние скоростные характеристики двигателя с ТЭК при нормальном атмосферном давлении (слева) и в условиях высокогорья (на высоте 3000м). Эти результаты подтверждают эффективность ТЭК, причём в условиях пониженного атмосферного давления эффективность повышается.

Помимо расчетного комплекса на предприятии создан единственный в своем роде комплекс стендов для контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров (рисунок 9), то есть инструмент для подтверждения собственных теоретических и расчетных работ. Три стенда уже введены в эксплуатацию [7]. В настоящее время в соответствии с Государственным контрактом создаются специализированные стенды для контрольных и исследовательских испытаний турбокомпрессоров больших размерностей.



**Рисунок 9. Стенды для контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров**

Уникальность стендов состоит в том, что с их помощью появляется возможность проводить как контрольные, так и доводочные и исследовательские испытания агрегатов наддува дизельных двигателей практически любых размерностей и назначений. Концепция, конструкция и все программное обеспечение являются исключительно собственными разработками НПО «Турботехника».

Предъявление высоких требований к выпускаемой продукции задает уровень требований к вопросам выбора средств автоматизации для управления процессом испытания по функциональности и производительности компонентов. Применяются самые современные средства управления, контроля, диагностики и визуализации процесса испытания. Задача решается с помощью системного подхода к выбору средств автоматизации, способов и законов регулирования, исполнительных устройств и средств измерения.

В данной работе приведена лишь часть мероприятий, необходимых для создания и ра-

боты современного предприятия.

НПО «Турботехника» доказала на своем примере, что одним из основных инструментов создания, работы и развития современного конкурентоспособного производства являются информационные технологии, объединяющие в единую систему все структуры предприятия и этапы жизненного цикла изделия (финансы, управление, производство, систему качества, разработки, проектирование, производство, испытания, систему безопасности и др.).

О состоятельности такого подхода говорят среди прочего многочисленные партнерские отношения со всеми ведущими моторными заводами России, производителями СНГ и дальнего зарубежья.

### Литература

1. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2010, 464с.
2. Лямцев Б. Ф., Микеров Л. Б. Турбокомпрессоры для наддува двигателей внутреннего сгорания. Теория, конструкция и расчет: Учебное пособие. Ярослав. гос. техн. ун-т. Ярославль, 1995, 25с.
3. Митрохин В. Т. Выбор и расчет центростремительной турбины на стационарных и переходных режимах. М.: Машиностроение, 1974, 228с.
4. Степанов Г. Ю. Основы теории лопаточных машин, комбинированных и газотурбинных двигателей. М.: Машгиз, 1958, 350с.
5. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Сибиряков С.В., Костюков Е.А. и др. Разработка системы наддува двигателя Д-245 EURO-4 Минского моторного завода с использованием IT-технологий. Сб. трудов «VII Международная научно-практическая конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве» под ред. Ю.А.Романенко, Н.А.Анисинкиной, О.А.Солошенко, Протвино, 2013, 892 с., с.860-863
6. Каминский В.Н., Григоров И.Н., Каминский Р.В., Сибиряков С.В. и др. Разработка системы двухступенчатого наддува для двигателей КАМАЗ EURO-5. Известия МГТУ «МАМИ» №2 (14), 2012, т. 1, М. с.126-132.
7. Каминский В.Н., Каминский Р.В., Лазарев А. В., Ковальцов И.В. и др. Создание стендов для контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров. Известия МГТУ «МАМИ» №2 (14), 2012, т. 1, М. с.143-149.

### **Программное и аппаратное обеспечение системы автоматизированного контроля параметров турбокомпрессоров**

Каминский Р.В., Ковальцов И.В., Корнеев С.А.  
Университет машиностроения, НПО «Турботехника»  
[turbo@kamturbo.ru](mailto:turbo@kamturbo.ru)

*Аннотация.* Описывается процесс создания программного обеспечения для стенда контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров. Рассматривается работа с контроллером и подключенными к нему цифровыми устройствами через программное обеспечение CoDeSys V2.3 и работа с сенсорной панелью через программу «Конфигуратор СП200».

*Ключевые слова:* *стенд контрольно-исследовательских испытаний турбокомпрессоров, программное обеспечение, сенсорная панель, контроллер, горячие газы, топливно-воздушные смеси (ТВС)*

В НПО «Турботехника» в настоящее время в соответствии с Государственным контрактом создаются специализированные стенды для контрольных и исследовательских испытаний турбокомпрессоров [1], [2]. Уникальность этих стендов состоит в том, что с их помощью появляется возможность проводить как контрольные, так и доводочные и исследовательские испытания агрегатов наддува дизельных двигателей различных размерностей и