



Рыжков Сергей Сергеевич
Ректор НУК



Чернов Сергей Константинович
Директор по персоналу
ГП НПКГ «Зоря» – «Машпроект»

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ НАУКОЕМКИХ ПРОДУКТОВ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ ГП НПКГ «ЗОРЯ» – «МАШПРОЕКТ»

В реализации распределенных наукоемких проектов могут принимать участие от одной до нескольких десятков организаций, у каждой из которых свои функции и степень участия в проекте.

В рамках крупного машиностроительного производства, подразделения которого также являются территориально обособленными, но, тем не менее, частями одного предприятия, изготовление каждого наукоемкого продукта представляет собой сложный цикл взаимодействия между ними. Если распределенность во времени — характерная черта любого проекта, то в распределенных проектах, где ресурсы и работы разнесены пространственно, нужны разработки специальных методов управления. Распределенный проект по разработке нового наукоемкого продукта создает новые проблемы для предприятия, но предоставляет возможности для повышения глобальной конкурентоспособности выпускаемых продуктов. Методы и стратегии управления проектами должны обеспечить пути для решения проблем и использования возможностей.

Рассмотрим опыт создания наукоемких продуктов в промышленном секторе экономики на примере ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект», занимающего прочную позицию на рынке продаж промышленных газотурбинных двигателей (ГТД).

Состояние мирового рынка продаж промышленных ГТД

В настоящее время в мире производится ~1100–1200 наземных и морских ГТД. Более 70% из них применяется в энергетике в качестве приводов электрогенераторов на электростанциях в простом, когенерационном и комбинированном циклах. Они вырабатывают как электроэнергию, так и тепло в виде пара и горячей воды, удовлетворяя требования заказчиков в получении необходимых видов энергии. В энергетике применяется самый широкий мощностной ряд ГТД от 16 КВт до 300 МВт. Ежегодный объем продаж газотурбинного оборудования составляет примерно 20–22 млрд дол. США.

На 2014 год было запланировано продать ~1280 ГТД на сумму 22,7 млрд дол. США, в т. ч.:

- энергетика — 840 ГТД на сумму 19,0 млрд дол. США;
- ГТС — 370 ГТД на сумму 3,1 млрд дол. США;
- морские — 70 ГТД на сумму 0,6 млрд дол. США.

Наиболее емкие современные рынки представлены ниже:

Китай	3 млрд 441 млн дол. США
Россия	1 млрд 516 млн дол. США
США	1 млрд 374 млн дол. США
Бразилия	896 млн дол. США
Алжир	395 млн дол. США

Лидеры мирового рынка продаж промышленных ГТД

На мировом рынке продаж промышленных ГТД бесспорными лидерами в последние годы являются компании «Дженерал Электрик» (США) и «Сименс» (Германия), которые вместе занимают немногим более 50% общего объема рынка.

Рассмотрим более подробно составляющие успеха компаний — лидеров продаж энергетических ГТД.

Компания «Дженерал Электрик» начала активную деятельность на мировом рынке энергетических ГТД в начале 50-х годов. К настоящему времени компания создала 14 типов энергетических ГТД. На их базе разработано 42 модификации двигателей в диапазоне мощностей от 2 до 340 МВт для применения в простом и комбинированном циклах на электростанциях различного назначения. Кроме энергетических ГТД, компания «Дженерал Электрик» производит и другое силовое оборудование (трансформаторы, генераторы, системы автоматизированного контроля и т. п.), что позволяет ей самостоятельно поставлять оборудование «под ключ». Ежегодный объем продаж компании составляет 5–6 млрд дол. США (в 2013 году — 5 млрд 828 млн дол. США).

В период с 2014 года по 2021 год компания «Дженерал Электрик» планирует продать более 3140 ГТД на общую сумму 68 млрд дол. США, что составит 25,1% мирового рынка. С целью обеспечения высокого уровня продаж компания открыла и уже имеет представительства в более 30 странах мира и создала сервисные центры в 20 странах, в т. ч. в России и Казахстане.

Другой лидер — компания «Сименс» (Германия) — имеет более 100 лет опыта работы на энергетическом рынке. Однако газотурбинными двигателями, созданными на базе тяжелых паровых турбин, начала заниматься более 60 лет назад. Это были ГТД класса мощности 40–90 МВт. Дальнейшее развитие мощностного ряда компания проводила за счет покупки турбостроительных заводов компаний «Расстон» (Англия), «Зульцер» (Швейцария), «Альфа-Лаваль» (Швеция), «Европейские газовые турбины» (Франция). Сегодня мощностной ряд компании «Сименс» составляет 15 типов ГТД мощностью от 5 до 375 МВт. Годовой объем продаж в 2013 году составил 5 млрд 554 млн дол. США (примерно 25% мирового рынка). Однако на перспективу до 2021 года объемы продаж несколько снизятся, примерно до 2,5 млрд дол. США в год. Предполагается, что в 2021 году объем продаж компании «Сименс» будет составлять примерно 9% мирового рынка энергетических ГТД.

Ведущие игроки рынка энергетических ГТД в 2013 году

«Дженерал Электрик» (США)	5 млрд 828 млн дол. США
«Сименс» (Германия)	5 млрд 554 млн дол. США
«Мицубиши Электрик» (Япония)	2 млрд 480 млн дол. США
«Солар» (США)	932 млн дол. США
«Альстом» (Франция)	890 млн дол. США
«Силовые машины» (Россия)	635 млн дол. США
«Роллс-Ройс» (Англия)	496 млн дол. США
«Прагт Уитни» (США)	465 млн дол. США
«Зоря»–«Машпроект»	350 млн дол. США

Позиционирование ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект» на мировом рынке промышленных ГТД

За почти 60 лет работы НПКГ разработал ряд газотурбинных двигателей класса от 100 кВт до 110 МВт.

В настоящее время НПКГ серийно производит 8 типов двигателей от 2,5 до 25 МВт, которые имеют 25 модификаций по исполнению и условиям применения. На стадии разработки и доводки находятся еще 7 типов двигателей мощностью от 5 до 60 МВт.

По результатам 2013 года НПКГ «Зоря»–«Машпроект» занимает 8,6% суммарного рынка промышленных ГТД по количеству поставленных двигателей для энергетики и газотранспортных систем. Это еще раз подтверждает достаточно прочную позицию пред-

приятия на рынке продаж промышленных ГТД. Больше двигателей было поставлено только такими мощными компаниями, как «General Electric» и «Siemens». Однако учитывая тот факт, что «Зоря»–«Машпроект» реализует свою продукцию в сегменте рынка малых и средних мощностей (2,5–25 МВт), а «General Electric» и «Siemens» в сегменте больших мощностей (50–350 МВт.), которые стоят гораздо дороже, то объемы продаж несопоставимы.

Основными рынками «Зоря»–«Машпроект» являются Россия и Иран, а потенциальными — страны Северной Азии, Латинской Америки и Западной Африки (табл. 1).

Наиболее продаваемыми моделями ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект» являются двигатели мощностью 16 и 25 МВт, поставляемые для газотранспортных систем и в энергетику.

Рынок ГТД мощностью 15–20 МВт. Объем рынка незначительный. Основными фирмами, присутствующими на данном рынке, являются, помимо «Зоря»–«Машпроект», фирмы «General Electric» и «Pratt & Whitney». Согласно McCoy Power Reports, компания «Dresser-Rand» в 2014 году запланировала поставку 8 ГТД LM2000 для бразильской компании «Petrobras», а «Pratt & Whitney» — 18 ГТД Mobilepac для алжирской компании «Sonelgaz». Однако промышленные газотурбинные двигатели «Зоря»–«Машпроект» UGT 15000, которые на сегодня являются одними из самых надежных двигателей в данном классе мощности, также привлекают значительный интерес заказчиков, в особенности двухтопливная модификация — ДТ90.

Рынок ГТД мощностью 20–30 МВт. Второй по объему на мировом рынке продаж промышленных ГТД. ½ рынка — это рынок ГТД для газотранспортных систем. Больше половины этого рынка занимают промышленные модификации ГТД UGT 25000 (ДН80, ДУ80 и ДГ80). производства НПКГ. Оставшаяся часть рынка разделена более или менее равномерно между тремя компаниями «General Electric», «Pratt & Whitney» и «Rolls-Royce». Достаточным спросом на этом рынке будет пользоваться и новый разрабатываемый двигатель ГТД 32 мощностью 32–35 МВт.

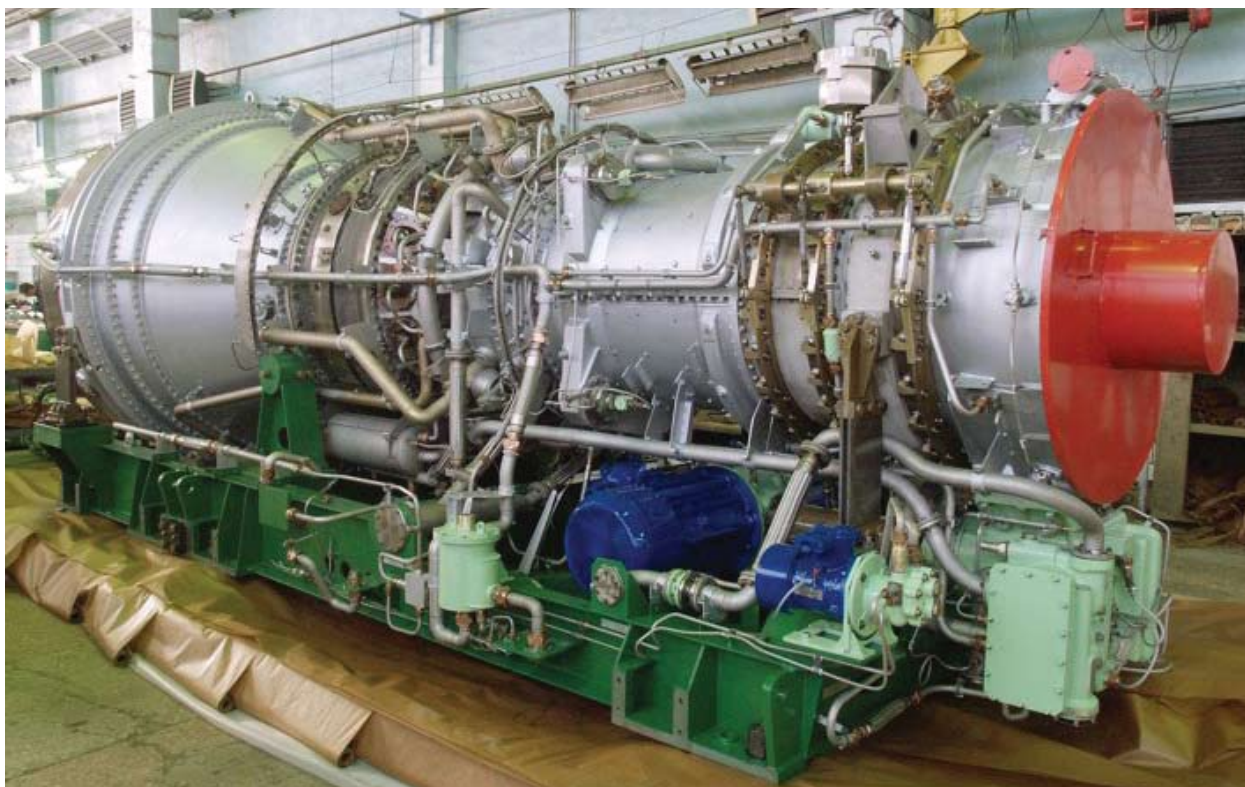
Есть определенная перспектива развития рынка ГТД 6–10 МВт в связи с расширением рынка распределенной энергетики. Особенно это касается больших по площадям государств, где протягивать тысячекilометровые линии электропередач нерентабельно. К таким странам относятся Россия, Китай, Бразилия, Аргентина и др.

Сильные и слабые стороны ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект» в работе по расширению продаж промышленных ГТД

Скорость, с которой новые продукты вводятся на рынок, часто превышает скорость, с которой рынок может адаптироваться к продуктам. Вследствие этого, только продукты, которые являются стратегически разработанными и внедренными на рынок, могут

Таблица 1. Ситуация на основных рынках сбыта ГТД для ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект» в 2013 г.

Регион	Основные конкуренты	Ситуация на рынке
Россия	«Alstom», «General Electric», «Siemens», российские компании	50% рынка — ГТД для энергетики и 50% — для газотранспортных систем. Для газотранспортной системы применяются, в основном, ГТД местного российского производства или производства «Зоря»–«Машпроект».
Иран	MAPNA	MAPNA поставляет по лицензии двигатель V94.2 (160 МВт) фирмы «Siemens». Данные ГТД работают в комбинированном цикле. В 2013 году более 70% поставок ГТД на иранский рынок были произведены ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект», преимущественно, это поставки для газотранспортной системы.
Северная Азия (Китай)	«General Electric» «Siemens» «Mitsubishi»	Свыше 70% поставок — это энергетические ГТД комбинированного цикла мощностью более 130 МВт.
Латинская Америка	«General Electric» «Pratt & Whitney» «Rolls-Royce» «Siemens»	Примерно $\frac{2}{3}$ поставок — это энергетические ГТД. Наиболее поставляемые двигатели — ГТД мощностью 20–30 МВт (50% рынка). Наиболее востребованные модели ГТД — LM2500+ («General Electric») и RB211-GT62 («Rolls-Royce»)
Африка	«General Electric» «Pratt & Whitney»	Около 75% поставок — это энергетические ГТД. Основной заказчик — Алжирская государственная корпорация «Sonelgaz»
Украина	«Siemens» «Solar»	Активная работа компаний «Siemens» и «Solar». Компания Siemens заключила контракты на поставку газовых турбин на предприятия Украины



выжить. Распространение продуктов, как правило, является результатом борьбы за увеличение доли рынка. К сожалению, разнообразие продуктов приводит к трудностям управления продуктом. Сложность продукта, с точки зрения разработки, производства и маркетинга, создает большое давление на деятельность и ресурсы компании.

Сильные и слабые стороны по расширению рынка продаж НПКГ «Зоря»–«Машпроект» приведены в табл. 2.

Для достижения целей увеличения объема продаж промышленных ГТД производства «Зоря»–«Машпроект» необходимо решить ряд производственных и маркетинговых задач (табл. 3).

Таблица 2. Сильные и слабые стороны по расширению рынка продаж НПКГ «Зоря»–«Машпроект»

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ	СЛАБЫЕ СТОРОНЫ
1. Способность самостоятельно разработать и изготовить ГТД, механический привод для энергетики и комплектно поставить энергоблок простого цикла.	1. Отсутствие опыта поставки оборудования комбинированного цикла, проектирования и строительства электростанции «под ключ».
2. Разработанные и освоенные в производстве двухтопливные агрегаты мощностью 16 и 25 МВт.	2. Снижение компетенции в проектировании и доводке. Недостаточно отработанная стратегическая перспектива новой разработки (UGT 32 000).
3. Нарастающее наполнение портфеля заказов по энергетике, включая 1 полугодие 2014 года.	3. Повышение себестоимости продукции в процессе проектирования, закупки и производства относительно величины, закладываемой при подготовке контракта.
4. Двигатели, конвертируемые из морских, более привлекательны для Заказчиков благодаря: • большей надежности (по сравнению с авиаприводными); • большей компактности и легкости (по сравнению со стационарными турбинами).	4. По серийным двигателям — отсутствие гибкой ценовой политики предприятия из-за следующих факторов: • повышения себестоимости продукции; • недостаточно хорошего качества продукции.
5. Наличие уникальной испытательной базы для проведения натурных испытаний агрегатов.	5. Ограниченные производственные мощности для выпуска всего ассортимента заявленных ГТД (сосредоточенность на выпуске ТОЛЬКО 16 и 25 МВт-х ГТД).
	6. Ориентированность на крупные заказы.
ВОЗМОЖНОСТИ	УГРОЗЫ
1. Огромная емкость энергетического рынка, которая примерно в десять раз превышает суммарную емкость рынка механических приводов и рынка морского применения.	1. Постепенное отставание по параметрам от двигателей конкурирующих компаний в среднесрочной перспективе приведет к потере рынка, наиболее чувствительного к экономическим показателям.
2. Растущий энергетический рынок России, Китая и Латинской Америки.	2. Освоение выпуска ДГ80 компанией MAPNA в среднесрочной перспективе приведет к снижению поставок на рынок Ирана в секторе 25 МВт.
3. Соглашения с проектными энергетическими институтами для включения в проект продукции ГП НПКГ.	3. Давление на Иран может привести к остановке действующих и препятствовать появлению новых проектов.
4. Сотрудничество с Китаем по зарубежным проектам, финансируемым китайскими компаниями, потенциал рынка Бразилии и стран Персидского Залива.	4. Отсутствие государственной политики защиты отечественных поставщиков на украинском рынке.

Таблица 3. Ключевые факторы успеха ГП НПКГ «Зоря»–«Машпроект»

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ УСПЕХА	ОБОСНОВАНИЕ
1. Создание эффективных альянсов на основных рынках	На основных рынках Россия, Китай, Иран достаточно развито государственное регулирование. Для того, чтобы не потерять рынок России и полноценно войти в рынок Китая, целесообразно рассмотреть возможность создания совместных предприятий на территории данных государств по производству ГТЭС и механических приводов на основе ГТД нашего производства. В данном случае НПКГ получит мощное местное лобби на местном рынке.
2. Сохранение уникальной особенности предприятия, являющегося и разработчиком, и производителем газовых турбин.	Одним из принципов успешного функционирования предприятия является постоянное обновление выпускаемой продукции. В последние годы предприятие утрачивает свои позиции разработчика газотурбинной техники. Поэтому финансирование новых образцов продукции в необходимом объеме позволит соответствовать требованиям рынка.
3. Модернизация производства.	Конкурирующие компании ведут интенсивные работы по совершенствованию конструкции ГТД и внедрению новых технологий. Необходимо разработать программу модернизации технологических цепочек по всем направлениям производства — металлургии, механической обработки, контроля качества, разделив ее по приоритетности на несколько уровней. При ее разработке необходимо реально оценить источники финансирования.

Перспективы продаж создаваемого нового промышленного ГТД мощностью 45–60 МВт

С целью наращивания объемов продаж на рынке энергетических ГТД, еще в 2000 году на научно-техническом совете НПКГ «Зоря»–«Машпроект» было принято решение о начале создания на базе уже разработанного ГТД 110 (мощностью 110 МВт) нового двигателя мощностью 45–60 МВт. Освоение двигателя в серии предполагалось в 2010–2012 годах.

Однако отсутствие стабильного финансирования и неопределенность с заказчиками на территории Украины не позволили закончить все работы в назначенные сроки. К концу 2011 года было закончено производство первого опытного образца, который был поставлен на доводочные испытания на энергетический стенд в поселке Каборга Очаковского района. Уже первые проведенные испытания под-

твердили заявленные параметры двигателя. Однако в дальнейшем из-за отсутствия финансирования доводочные работы были приостановлены. На данный момент предполагается доводку опытного двигателя завершить к концу 2015 года, а первую продажу осуществить в 2017 году (см. диаграмму).

Данный рынок по своему потенциалу существенно уступает рынку ГТД мощностью 30–35 МВт. Двигатели применяются в энергетике в простом и комбинированном цикле. В 2009–2014 гг. в данном сегменте доминируют три типа двигателей: LM6000 компании «General Electric»; SGT-800 компании Siemens и Trent-60 компании «Rolls-Royce». В течение 2009–2013 гг. емкость рынка составляла 30–80 ед./год. В 2014–2017 гг. прогнозируется уровень поставок ГТД в пределах 50 ед./год. Основные конкуренты разрабатываемым двигателям представлены в табл. 4.

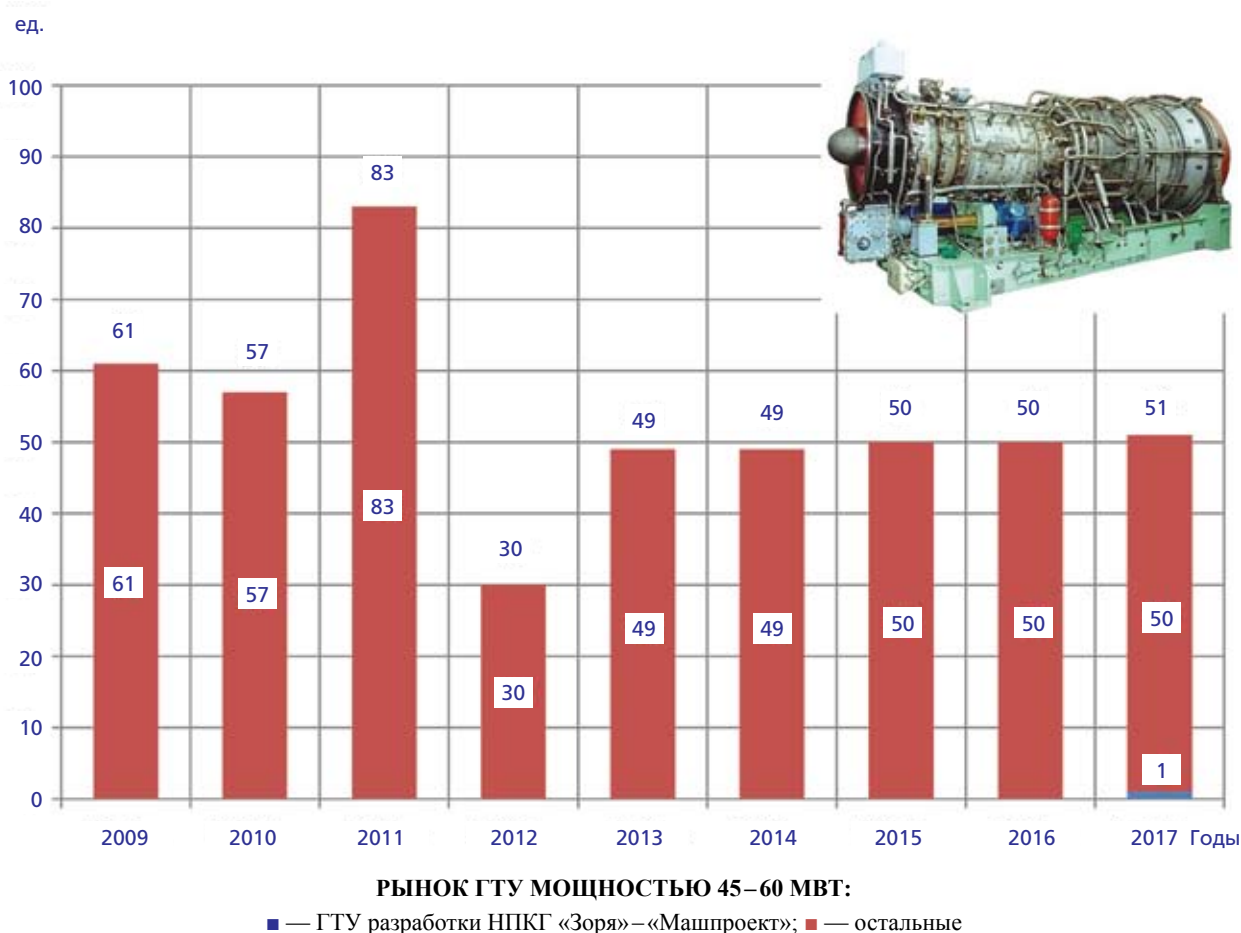
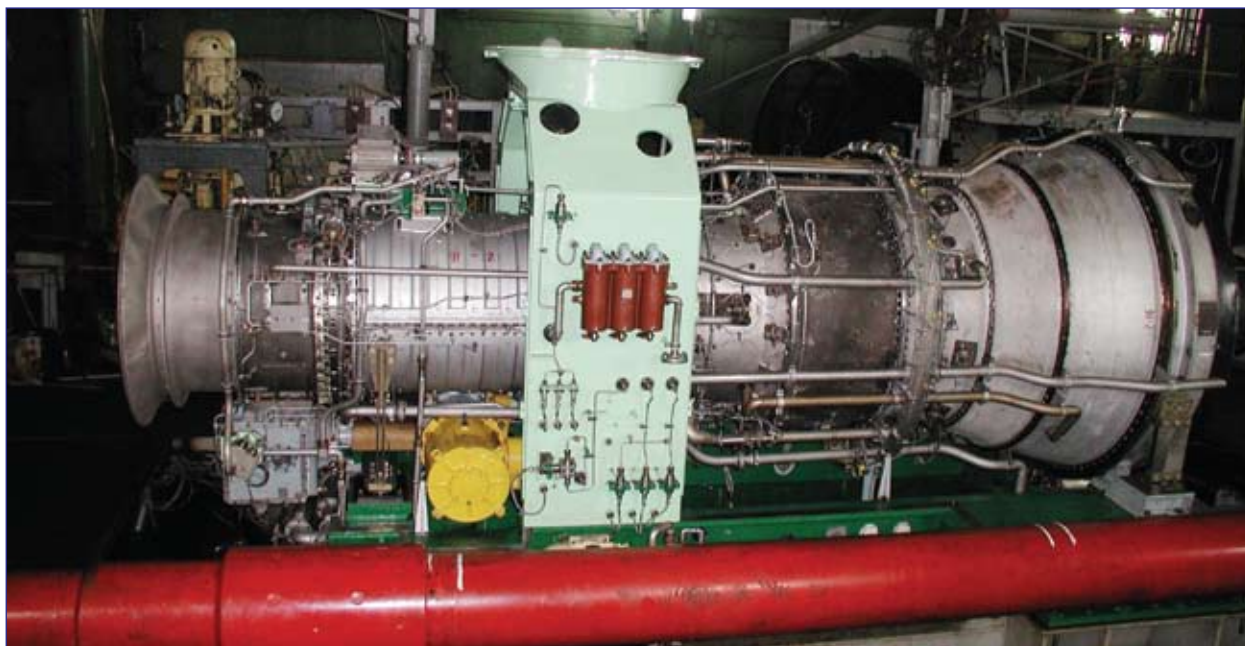


Таблица 4. Основные конкуренты НПКГ «Зоря»–«Машпроект»

Фирма-изготовитель	ГТД	Мощность, МВт	КПД, %	Ресурс назначенный, ч	Ресурс до кап. ремонта, ч	Год выпуска
Зоря–Машпроект	UGT 45000	47,7	36,1	–	–	проект
Rolls-Royce	RB211-H63	42,5	39,3	–	–	2010
Siemens	SGT-800	47,0	37,5	–	40 000	2007
General Electric	LM6000PD	47,5	41,8	160 000	40 000	2000
Зоря–Машпроект	UGT 60000	63,5	38,8	–	–	проект
Rolls-Royce	Trent 60 WLE	64,0	41,2	–	–	2001



Основным барьером для входа на данный рынок в настоящее время являются относительно более низкие, чем у основных конкурентов технические характеристики разрабатываемого ГТД UGT 45000–60000, что стало следствием неоправданно затянутого времени разработки и испытаний двигателя. Чтобы по-

высить конкурентоспособность двигателя уже сейчас, на стадии доводки необходимо проводить его модернизацию. Использование инструментов и методов управления проектами поможет улучшить процесс разработки продукта и тем самым гарантировать получение выгоды от реализации новых продуктов.



Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ на основе созданной теории контактной прочности



Модель разработанной
прямозубой шестерни

Разработанные зубчатые передачи по сравнению с традиционными характеризуются следующими преимуществами:

- нагрузочная способность данных передач по контактному напряжению примерно в 1,6...2,3 раза выше традиционных;
- напряжение изгиба ниже вследствие рассеяния нагрузки по большим участкам контакта;

- осуществляется стабилизация формы пятна контакта и избежания кромочного контакта зубьев;

- происходит компенсация деформаций кручения, изгиба, сдвига и т.д. элементов редуктора;

- появляется возможность исключения из конструкций планетарных и псевдопланетарных зубчатых передач компенсирующих устройств;

- использование вместо косо-зубых и шевронных зубчатых передач прямозубых передач с точечной p парной системой зацепления зубьев;

- при одинаковой нагрузочной способности зубчатых передач с начальным точечным контактом зубов возможно одновременное снижение веса и габаритов по сравнению с традиционными передачами примерно на 30...40%

просп. Героев Сталинграда, 9, каб. 455
тел.: +38 (0512) 70-91-13

◆ г. Николаев, Украина, 54025
◆ e-mail: serhiy.serbin@nuos.edu.ua

Подробная информация: nuos.edu.ua/science/