

## МОДЕРНИЗАЦИЯ И КОМПЕТЕНТНОСТЬ



В.Г. Августинович,  
доктор технических наук,  
заместитель начальника ОКБ  
по науке,  
ОАО «Авиадвигатель»

Рассматривается возможность транспонирования абстрактного понятия «модернизация» в конкретную и понятную для практики «компетентность» применительно к высокотехнологической области создания авиационных моторов. Намечен временной горизонт для решения поставленной задачи модернизации с учетом исторических особенностей развития технологического уклада Пермского края.

Сегодня снова, как и сто лет назад, на слуху слово «модернизация». Поэтому при раскрытии нынешнего смысла этого периодически возникающего и вновь вошедшего в моду понятия не вредно вспомнить предысторию вопроса. На эту тему существует обширная литература, однако достаточно упомянуть содержательную и уместную сегодня книгу д-ра ист. наук, профессора О.Л. Лейбовича «Модернизация в России» [3], в которой рассмотрена история попыток *модернизации* России и ее особенностей.

«Модернизация», как и любое абстрактное понятие, требует раскрытия смысла, перехода от «заголовка эссенциальных связей» к конкретному содержанию, которое выявляется в процессе ответа на вопрос: что такое модернизация? Идет ли здесь речь о *социальной* модернизации, или президент Д.А. Медведев, выдвинувший этот лозунг, имел в виду только *техническую* модернизацию? И что такое «модерн» (или «современность»), к которому мы должны прийти в процессе этой самой модернизации, или, по-русски, *осовременивания*. Что сегодня современно, а что архаично? Современна

ли сама архаичность как элемент многообразия и, следовательно, элемент полноты экологической системы? Чему нечто может быть современно? Какая модель социального устройства или (и) экономики соответствует времени? Абсолютна ли современность или относительна для различных культур? Каков тот императив действий, которые должны привести в соответствие времени и российское общество, и российскую экономику, и подразумеваемую в послании президента новую (инновационную) технологическую структуру российского народного хозяйства? Наконец, каковы ценности *современного* или, точнее, направленного в будущее общества? (Поскольку надо думать, что понятие современности должно включать и смысл сохранения социума в будущем). С возможностью достойного существования в будущем российского общества связывает президент и цели провозглашенной им технологической модернизации.

Не ответив на эти вопросы, мы не поймем ни цели движения по пути модернизации, ни способов ее достижения, не сможем спрогнозировать временной го-

ризонт достижения этих целей. Но сами эти вопросы настолько глубоко затрагивают понимание *современного* мира, что само понятие *современности*, как мы уже видели из поставленных вопросов, становится проблемой. Решением этой проблемы занимается сегодняшняя мировая социология, в частности институт им. Фернана Броделя (Йельский университет, Нью-Йорк) – И. Валлерстайн и его школа [4].

По получившему распространение взгляду [5], сегодняшний мир находится в состоянии перехода (или транзита) от капиталистической мир-экономики к посткапиталистической, формы которой еще не определились. Соответственно не определилась и структура будущей современности: неясно, что отмирает, а что возникает и в будущем станет доминировать. Например, неясно, сохранится ли общество потребления, являющееся двигателем капиталистической мир-экономики, в результате будущего весьма вероятного глобального кризиса капитализма? Может оказаться, что процветающие ныне социальные структуры и институты уже тронуты тленом. Модернизация же должна соответствовать, идти в направлении, будущей современности, не пытаясь модернизировать то, что исторически отмирает.

В обстановке неопределенности грядущей или уже начавшейся эпохи транзита мировой системы к посткапиталистическому состоянию приходится отложить понимание целей движения – они могут оказаться ложными. Жизненная стратегия должна строиться на другом принципе – расширении компетентности. Это – в первую очередь изучение реальности, в том числе и социума с его подспудными течениями, социальными мутациями и соответствующей трансформацией ценностей. У нас нет иного решения проблемы, кроме как повышение компетентности. Угадать направление развития невозможно среди веера возможностей, пока мы окончательно не прошли развилку на историческом пути.

Поэтому можно переформулировать смысл модернизации как «обретение ком-

петентности». Только компетентные люди, организации и институты способны оставаться в текущем времени, то есть быть *со-временными*. Модернизация – это компетентность. Компетентность в постановке проблем, целей и выборе средств решения этих проблем. Последние (средства решения) при наличии компетентности имманентно мотивируются самими целями. Сравнивая уровни компетентности в разных ареалах деятельности, можно сделать вывод и о соответствии (или несоответствии) данного сегмента знаний мейнстриму современности. Необходимо при этом понимать, что оценка *соответствия современности* носит частный характер в эпоху общей неопределенности.

Все вышесказанное объясняет постановку частного вопроса о наличии в Пермском крае центров компетенции, не упуская из виду обозначенный горизонт общей проблемы современности. Существуют ли эти центры и способны ли они осуществить расширение своей деятельности, чтобы реализовать президентскую идею тотальной технологической и социальной модернизации? Возможно ли создание новых центров компетенции?

Переход Пермской земли из 19-го века в 20-й, или модернизационный скачок, создавший современный двадцатому веку технологический центр компетентности, произошел в 1930-е гг. – появился авиамоторный завод имени Сталина, ныне узнаваемый даже в посольстве Германии (при получении визы) бренд «Пермские моторы». То есть хронологически Пермь вступила в 20-й век с опозданием в тридцать лет с помощью импорта современных американских технологий и, в соответствии с линейной хронологией, скоро (через двадцать лет) Перми нужно соответствовать уже 21-му веку. Каждый век носит свои, только ему присущие и качественно различающиеся признаки современности, по которым можно идентифицировать соответствие ей.

Эта модернизация 1930-х гг. оказалась историческим событием [1] (то есть повлиявшим на историческую траекторию более чем одного поколения) и для страны в целом, так как *технологически* Вели-

кая Отечественная война («война моторов») была выиграна в том числе и на пермской производственной площадке. Заслугой Пермского авиационного центра технологической компетентности явилась его способность к саморазвитию в тече-

нас в 19-й век, то уж точно не перенесет в 21-й. Центрами производства прибыли здесь, которые питают и ритейл, и строительство, окончательно станут нефте- и горнодобыча и... федеральный бюджет. Вероятность же возникновения новых



1932 год. США. В начале пути. А.Д.Швецов (слева) в составе советской делегации по изучению поршневых моторов фирмы Кертисс-Райт. К концу Второй мировой войны завод № 19 имени Сталина будет крупнейшим моторостроительным предприятием СССР

ние пятидесяти лет. Уже сменилась авиационная технологическая культура – произошел переход от поршневой техники к газотурбинной и от авиационной к ракетной, а инновационность сохранялась. Но так уж получается, что гарантии сохранения инновационности на длительное время нет ни у кого. Давно уже не существует американской фирмы «Кертисс-Райт», давшей начало «пермским моторам» – она проиграла на поле конкуренции после войны при переходе на газотурбинную технику. Не закрепилась в авиации и именитая американская фирма «Вестингауз». Да мало ли примеров рождения и умирания некогда инновационных фирм?

Нужно ли так уж переживать по этому поводу? Пусть победит сильнейший – система в целом от этого только выиграет. Все бы хорошо, *если бы пермская земля была богата инновациями*. К сожалению, это не так, и поэтому возможная потеря центра авиационной компетентности в Перми если, возможно, и не отбросит

(инновационных) центров компетенции в Пермском крае, как говорится, «фифти-фифти» даже при целенаправленной деятельности. Ведь для этого необходимо наличие *научно-технологической школы*. Есть ли она в Перми? Опыт показывает, что создание такой школы возможно в течение десяти лет. Однако и обратное верно: если организация, претендующая на звание инновационной, существует больше десяти лет и не разработала инновационного рыночного продукта, то она не инновационна. Отсюда становятся понятными и задачи управления инновациями в Пермском крае: создание из существующих очагов инноваций новых центров компетентности с горизонтом планирования десять лет и поддержание существующих инновационных центров, в первую очередь авиационного центра «Пермские моторы». Это и будет программой модернизации «по-пермски». Весь «фокус» заключается в том, что эта работа должна быть организована системно. Са-

мо по себе ничего не вырастает, кроме... сорняков.

Не касаясь проблемы выявления очагов инноваций в Перми, автор кратко опишет проблемы авиационных инноваций в Перми как наиболее близкие ему и в чем он себя считает *компетентным*.

На дворе хронологически уже десять лет, как 21-й век, век геополитических стратегов, политтехнологов и менеджеров, «эффективных» и не очень. Роль личности *объективно* снизилась (если не учитывать растущую *субъективную* некомпетентность высшего слоя менеджеров – здесь-то в генерации иррационального роль личности повысилась: глупости невозможно предсказать) не только в обществе, но и в технике. Все больше бал правят технологии. Технологии задают вектор развития, в том числе и при разработке авиационных двигателей. Практически все авиационные двигатели 20-го века были спроектированы с помощью *термодинамического* подхода, то есть с использованием интегральных (осредненных по объему) соотношений, что в свою очередь требовало большого объема экспериментальных работ для исследования локальных эффектов нагружения деталей. И сама термодинамика, и сопромат, и теплопередача, использовавшиеся при проектировании двигателей в доинформационную эпоху (до создания ЭВМ со скоростями вычислений порядка *мегафлопс*, т.е.  $10^{15}$  логических операций в секунду), суть термодинамические методы. А фактическое разрушение всегда начинается с локальной трещины.

Таким образом, для повышения уровня проектирования, то есть более эффективного использования возможностей конструкционных материалов, а следовательно, и уменьшения массы двигателя, и повышения его КПД, необходимо уметь моделировать процессы нагружения на *локальном* уровне, то есть учитывать распределенные по объему нагрузки с учетом реальной геометрии. Но как только такая задача поставлена, она влечет за собой необходимость столь же подробного моделирования граничных условий нагружения, то есть соответствия уровней

постановок. В нашем случае это в первую очередь решение газодинамических задач обтекания в трехмерной, а иногда и в четырехмерной (с учетом параметра времени) постановках.

Более того, локальность описания граничных условий чаще всего носит сугубо нелинейный характер. Что такое нелинейность? Это в первую очередь большой градиент изменения свойств среды по геометрической координате и времени. Например, резкое изменение нагрузки при наличии концентрации напряжения в случае неоднородностей свойств (постороннее включение в материале, геометрическая неоднородность, связанная с малым радиусом закругления кромок и т.д.). Аналогично и в газовом потоке: так, наличие фронта ударной волны или пламени, где параметры потока (давление, температура, концентрация реагентов) сильно изменяются на малом протяжении. Но ведь ... и сами давление и температура суть осредненные, термодинамические параметры. На самом деле они *не существуют*. Это не что иное, как уже осредненное воздействие (давление) или кинетическая энергия (температура) движущихся молекул. А любое осреднение (по пространству или времени) есть погрешность, которая может стать очень значительной в случае уже упомянутой нами нелинейности свойств среды. Таким образом, в этом случае необходимо переходить на уровень описания реально существующих объектов: скоростей молекул (вернее, их статистических распределений), геометрических координат и времени. Кроме молекул и их скоростей на уровне описания газодинамического взаимодействия ничего другого (ни давления, ни температуры) не существует.

В идущей в мире бескомпромиссной «войне моторов» [2] невозможно победить без победы или хотя бы без соответствия мировому уровню в применяемых технологиях проектирования двигателей. Сегодня проектирование ведется в «виртуальной реальности» (VR – virtual reality). Следует отметить, правда, что полностью задача создания новой технологии проектирования еще не решена:

требуются большие усилия ученых и инженеров, чтобы эта технология стала повседневной и, что самое важное, всеобщей практикой инженерного проектирования. Но многие элементы этой суммы технологий уже реально действуют в конструкторских бюро. Конечно, новая технология проектирования не упраздняет полностью предыдущую, термодинамическую, но ограничивает ее применение *начальным этапом*, когда требуется быстро просматривать десятки и сотни вариантов конфигураций будущего двигателя.

Сегодня уже на слуху 3D-фильмы, компьютерная анимация и другие технологии создания визуальных образов. В технологии проектирования технических систем все эти 3D- и 4D (с движением)-технологии появились на двадцать лет раньше. Геометрия стала полностью аналитической и цифровой. Великая инновация Рене Декарта, связавшая любую точку пространства с тройкой чисел (координат) лежит в основе сегодняшней 3D-технологии. Сегодня уже реализована полностью безбумажная технология проектирования и документооборота.

Возможность решать математические задачи *численно* (не аналитически), появившаяся в начале 20-го века в том числе в результате разработок соответствующих методов российскими учеными (потребность в этих методах возникла при проектировании броненосцев методами строительной механики – Галеркин и Бубнов) в сочетании с быстродействующими ЭЦВМ, допускающими параллельные вычисления (кластеры), привела к революции в проектировании двигателей. Сегодня, например, становится возможным еще на стадии проектирования спрогнозировать такие опасные и непредсказуемые ранее явления, как резонансные и автоколебательные (флаттер) поломки лопаток, и принять соответствующие меры до изготовления «железа» и испытаний. Наконец, проектирование малоэмиссионной камеры сгорания газотурбинного двигателя стало невозможным без интенсивного математического моделирования физических процессов в ней. Виртуальная реальность стала полем бит-

вы непрерывно идущей «войны моторов». Примеров успешного решения проблем проектирования узлов двигателя и анализа реальных дефектов с помощью системы развитых математических моделей можно привести множество.



Рене Декарт (1596 – 1650)

Наконец, другим полем битвы сегодня является создание новых конструкционных материалов, и даже не столько синтезирование их новых свойств, таких как более высокая термпрочность, удельная прочность (то есть отношение предела прочности к удельному весу материала) и т.п., но и их *сертификация*. А вот для сертификации материалов необходимо провести огромный объем испытаний образцов материалов на специальных нагружающих машинах, чтобы определить статистически значимый случайный *разброс* этих свойств от номинального значения. Если учесть, что испытания, например, на многоцикловую усталость требуют  $10^6$  циклов нагружения каждого образца, то становится понятно, что «война моторов» отныне ведется и в лабораториях прочности, где непрерывно идут такие испытания. Поскольку эти испытания весьма длительны по времени, то требуется большой парк испытательных машин. Несертифицированные материалы нельзя применять на двигателях – авиакомпания, использующая их в моторах на своих самолетах, легко может попасть в «черный список» ненадежных по безопасности

компаний и подвергнуться санкциям в виде запрета полетов на наиболее выгодных трассах.

Таковы задачи и направления модернизации проектирования нового поколения

авиационных двигателей. То, что они ясны и понятны – уже хорошо. Осталось только работать и работать грамотно, что значительно сложнее.

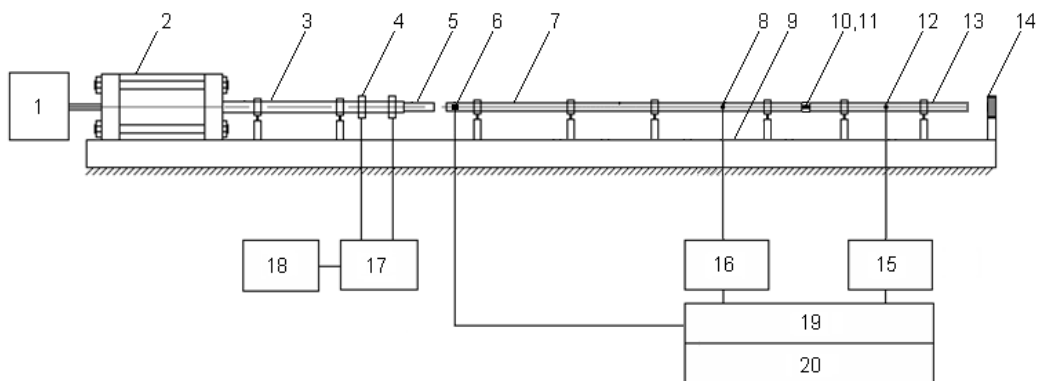


Рис. Уникальная установка ИМСС для высокоскоростного растяжения (до  $5 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$ ), на которой успешно завершён комплекс исследований ряда конструкционных материалов двигателя пятого поколения ОАО «Авиадвигатель»: 1 – компрессор; 2 – газовая пушка; 3 – ствол; 4 – фотодиодный измеритель скорости; 5 – ударник; 6 – пьезокристалл; 7 – нагружающий стержень; 8, 12 – тензорезисторы; 9 – рама; 10, 11 – образец, кольцо; 13 – опорный стержень; 14 – демпфер; 15, 16 – блоки усиления сигнала с тензорезистора; 17 – блок усиления измерения скорости ударника; 18 – частотомер; 19 – плата сбора данных; 20 – персональный компьютер

#### Библиографический список

1. *Августинович В.Г.* Россия в эпоху перехода. XX-й век. – Пермь: изд-во «Пушка», 2008.
2. *Августинович В.Г.* Битва за скорость. Великая война авиамоторов. – М.: Яуза, ЭКСМО, 2010.
3. *Лейбович О.Л.* Модернизация в России. – Пермь: Западно-Уральский УНЦ, 1996.
4. *Souza Santos B.* Critique of Lazy Reason: Against the Waste of Experience / in *The Modern World-system in Longue Duree* / ed. by Wallerstein-Boulder-London: Paradigm Pub., 2004.
5. *Wallerstein I.* Scholarly Mainstream and Reality: Are We at a Turning Point? / in *The Modern World-system in The Longue Duree* / ed. by Wallerstein-Boulder-London: Paradigm Pub., 2004.