

# ЭЛИТНОЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

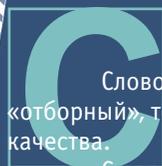
Томский политехнический университет

**ABSTRACT:** The paper aims at the conception and real plan of modification of up-to-date system for higher education. The elite experts play an outstanding role in the all fields of human activities. They are the leaders of the progress. Analysis of the experience of the high level technical universities shows the main principles of elite education. And the hard problem arises: how to create a subsystem for elite education inside the usual system for the higher education for tens thousand of students. The main aim is to create the competition medium as for students as for teachers. The structure proposed consists of three biannual cycles: preparatory (1st and 2nd year), fundamental (3rd and 4th year), and specialization (5th and 6th year). But it is not enough. It is proposed to divide each cycle into several steps. The higher is the step the higher are the educational program and motivation of the students from one side and the professors from the other one.



Д. И. Вайсбурд,

П. С. Чубик



Слово «элита» французского происхождения; «elite» означает «отборный», то есть избранный из всех по высокому уровню какого-либо качества.

Слово «элитный» имеет также значение «производящий элиту». Элитное образование обеспечивает наилучшим образом подготовленных (образованных) выпускников, которые в будущем способны стать наиболее видными представителями какой-либо части общества составить общественную элиту: профессиональную, научную, политическую, гуманитарную, политическую и т.д. Общественная элита главное богатство общества.

## Элитные специалисты и их роль в обществе

Творческие лидеры, элитные специалисты, играют выдающуюся роль в современном обществе. Их идеи и деятельность определяют прогресс практически всех областей жизни : науки, техники, технологии, культуры, искусства. Сегодня Россия экспортирует в основном сырье, а импортирует огромное число зарубежных товаров. Печальная статья нашего «экспорта» - интеллектуальная элита, в том числе выдающиеся ученые: математики, физики-теоретики, элитные специалисты в области микроэлектроники и компьютерной техники, которые покидают страну.

Существуют высокотехнологичные, наукоемкие области техники, в которых страна занимала самые передовые позиции в мире, и единственным конкурентом были США. Перечисление этих достижений демонстрирует определяющую роль элитных специалистов:

Атомная промышленность создавалась под руководством академика И.В. Курчатова.

Космическая промышленность создавалась под руководством академика С.П. Королева.

Технология производства экологически чистых эффективных термоядерных боезарядов, которые теперь широко применяются в мирных целях, разработана под руководством академика Ю.Б. Харитона.

Техника и технология электронных ускорителей, в том числе на встречных пучках, была создана в Институте ядерной физики СО РАН (Новосибирск) под руководством академика Г.И. Будкера

Перспективные научно-технические направления Томского политехнического университета, подтвердившие свою конкурентоспособность на мировом рынке, создавались под руководством выдающегося организатора науки и высшего образования, профессора Александра Акимовича Воробьева, который 26 лет с 1944 по 1970 был ректором ТПУ и развивал научные идеи своего учителя профессора Петра Саввича Тартаковского одного из выдающихся физиков 20 века. Вне всяких сомнений, П.С. Тартаковский и А.А. Воробьев были элитными специалистами как по одаренности, так и фундаментальному образованию.

Базой для подготовки научно-технической элиты являются научные школы.

Подготовка элитных специалистов базируется на научных школах, которые, развивая науку, создают систему отбора и обучения талантливых учеников, обеспечивая свою долговечность и конкурентоспособность. Базой русской математической школы, одной из трех великих наряду с французской и немецкой, всегда был мехмат. МГУ. В России много университетов высокого класса, имеющих вековые традиции и достижения. Однако 80 % выдающихся математиков России, которые причислены к мировой математической элите, являются выпускниками МГУ.

Большинство выдающихся физиков России представители научных школ: Ленинградского Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе, Московского Физического института имени П.Н. Лебедева, Московского Института физических проблем имени П.Л. Капицы и Института теоретической физики имени Л.Д. Ландау.

Для повышения конкурентоспособности на российском и международном рынках образовательных услуг ТПУ создает систему элитного технического образования. От этого зависит качество будущих преподавателей и научных сотрудников университета, уровень абитуриентов и качество образования для всех поступивших в ТПУ. От этого зависит и развитие научных школ Томского политехнического [1].

## Определяющие признаки элитного инженерно-технического специалиста

- 1) Природная одаренность к точным наукам, талант, изобретательность.
  - 2) Фундаментальное образование прежде всего в области математики, теоретической и экспериментальной физики, а также квантовой химии, молекулярной биологии, компьютерных наук, глобальной экономики; приобретенное на этой базе умение логически мыслить, рассуждать и вычислять на уровне, который достигнут в области точных наук; владение современными компьютерными технологиями, методами математического моделирования и натурального экспериментального макетирования сложных систем и технологических процессов, включая нелинейные динамические.
  - 3) Умение ставить и решать технические и технологические проблемы, доводить разработки до совершенства, обеспечивать их конкурентоспособность.
  - 4) Способность к инновационной деятельности на базе междисциплинарного образования и культуры, умение доводить новые разработки до полного внедрения в производство и привлекать инвестиции.
  - 5) Высокая гуманитарная культура, позволяющая понимать, оценивать и учитывать интересы партнеров и конкурентов, в том числе зарубежных. Владение иностранными языками. Умение работать в команде.
- Отсюда следуют основные, необходимые составляющие системы элитного технического образования:
- 1) отбор талантливых,
  - 2) фундаментальное образование,
  - 3) инженерная составляющая,
  - 4) инновационная составляющая,
  - 5) гуманитарная культура, в том числе владение иностранными языками и умение работать в команде.

Опыт вузов, нацеленных на выпуск элитных инженерно-технических специалистов.

Системы высшего образования передовых стран всегда были озабочены проблемой подготовки элитных специалистов, выпуск которых значительно поднимал конкурентоспособность университетов на рынке образовательных услуг. Выдающийся американский экономист, лауреат Нобелевской премии Джон Кеннет Гэлбрейт вспоминает, что президент Франклин Рузвельт, начиная реформу американской экономики, призвал к руководству страной целый курс выпускников Гарвардского университета. Их деятельность под руководством президента сыграла выдающуюся роль по выводу страны из великой депрессии.

В США более 1000 университетов, но наиболее способные ученики средних школ стремятся в «первую десятку» университетов, дипломы которых гарантируют престижные высокооплачиваемые места работы и

возможности для карьеры в различных областях, включая наукоемкий бизнес. В «первую десятку» университетов входят Гарвардский, Массачусетский технологический институт, Принстонский, Корнельский, Колумбийский, Нью-Йоркский, Калифорнийский, Калифорнийский технологический институт, Стенфордский и др. Жесткую конкуренцию им составляют более молодые университеты и элитные частные школы высшего образования. Год обучения в университете первой десятки стоит очень дорого более 30 тыс. долларов. В элитных частных школах еще дороже.

В Европе много старинных университетов. Среди них заслуженной славой пользуются Оксфордский и Кембриджский в Великобритании, Парижский университет (включая Сорбонский) и Парижский политехнический университет (Ecole Polytechnique) во Франции, Мюнхенский технический университет в Германии.

В России много хороших университетов. Среди них лидерами высшего образования являются Московский госуниверситет имени М.В. Ломоносова (МГУ), Санкт-Петербургский госуниверситет (СПГУ), Московский физико-технический институт (МФТИ), Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (МГТУ), Томский политехнический университет, Санкт-Петербургский политехнический университет и Горный институт. Особенно важен опыт вузов, которые нацелены на выпуск только элитных технических специалистов и отбирают для обучения небольшое число самых способных из большого числа желающих. К ним, в частности, относится французский Ecole Polytechnique и Московский физико-технический институт.

Французский Ecole Polytechnique один из самых элитных технических университетов Европы. Ему более 200 лет. Среди выпускников: Коши, Пуанкаре, Ампер, Карно, Гей-Люссак, Монж, Бертолле более 20 известнейших ученых. И сегодня велик вклад выпускников Ecole Polytechnique во все научно-технические достижения Франции.

Главными являются следующие принципы: 1) жесткий конкурсный отбор учащихся, 2) непосредственное участие научных институтов в учебном процессе. Первый (подготовительный) цикл обучения кандидаты проходят за пределами Ecole Polytechnique в других университетах или колледжах в течение от 2 до 4 лет. Затем конкурс документов, рекомендаций и, наконец, конкурсные экзамены. Из допущенных к экзаменам отбор ~ 1:10. Обучение начинается со 2-го (фундаментального) цикла (2-2,5 года). Всего 6 аудиторных дисциплин: математика, общая и теоретическая физика, квантовая химия, молекулярная биология, компьютерные науки, глобальная экономика. Язык и гуманитарные науки вне аудиторных занятий. Всего обучается 1500 студентов. Учебный процесс поддерживают 25 крупных научных лабораторий, которые, как правило, получают финансирование 3-х основных ведомств Франции: Университетов, Комиссариата по атомной энергии (CEA) и

Национального центра научных исследований (CNRS), играющего роль министерства науки.

Томский политехнический поддерживает с Ecole Polytechnique тесные научные и образовательные отношения: совместные научные гранты INTAS, обмен студентами. В прошлом году прошли семестровую научную практику (стажировку) 3 студента Ecole Polytechnique. Характерная деталь: уже на 3-ем курсе, перед 3-им циклом (специализацией) каждый имеет контракт с будущим местом работы.

Московский физико-технический институт (МФТИ) был создан для выпуска элитных специалистов в области прикладной физики. По рейтингам западных экспертов к элитным в нашей стране относятся выпускники МФТИ. Формировали "систему физтеха", заведовали кафедрами и читали лекции студентам МФТИ лауреаты Нобелевской премии академики: П.Л. Капица, Л.Д. Ландау, Н.Н. Семёнов, А.М. Прохоров, академики: С.А. Христианович, А.А. Дородницын, М.А. Лаврентьев, М.В. Келдыш, С.П. Королёв, Б.В. Раушенбах, В.С. Владимирова, С.М. Никольский, Н.Н. Моисеев, трижды Герой социалистического труда К.И. Щёлкин и многие другие.

Природные способности, высококачественное образование, мотивированность на интенсивный, напряжённый труд, а также опыт работы в лучших научных коллективах страны именно это позволяет выпускникам МФТИ всех поколений занимать лидирующее положение в научной и производственной сферах, в органах государственного управления, а в последние годы и в крупном бизнесе.

Среди выпускников МФТИ более 50 членов РАН, известные учёные, государственные деятели, руководители министерств, космонавты, журналисты, бизнесмены.

Важнейшими принципами МФТИ также являются жесткий конкурсный отбор учащихся студентов и самое непосредственное участие в учебном процессе московских академических и отраслевых НИИ. Среди них: Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, Институт физики высоких давлений РАН, Институт общей физики РАН и др.

Опыт технических университетов, нацеленных на выпуск элитных специалистов, показывает, что базой ЭТО являются следующие принципы:

- 1) жесткий последовательный конкурсный отбор способных студентов;
- 2) первостепенная роль фундаментального физико-математического образования;
- 3) слияние вуза и научно-исследовательских институтов в учебном процессе;
- 4) сильная мотивация студентов;
- 5) сильная мотивация преподавателей;
- 6) сильная мотивация научных организаций и работодателей.

Нет сомнений, что элитные специалисты нужны обществу, государству и, в конечном счете, всем нам.

Возникает проблема: как создать систему элитного технического образования (ЭТО) внутри крупного политехнического университета, как совместить систему обучения большого числа студентов и систему ЭТО для небольшого числа самых способных, отобранных демократическим способом по конкурсу?

Архитектура системы ЭТО многоступенчатая (многоэтажная) конкурентная среда как для студентов, так и преподавателей.

Сегодня среда является одноступенчатой: с 1 по 4 курс включительно все студенты одной специальности обучаются по одним и тем же программам. Планируется построить многоступенчатую (многоэтажную) систему, в которой с 1 по 4 курс будет 4-5 уровней обучения студентов. Распределение по первым трем этажам начинается сразу после первого семестра по данным академической успеваемости, беспристрастно оцениваемой с помощью компьютерных технологий тестирования, а также мероприятий олимпиадного типа, позволяющих выявить творческие способности. При этом студенты стараются получить более высокие баллы, чтобы оказаться на более высоком этаже обучения, где программы труднее, преподаватели более высокой квалификации и перспективы будущего лучезарней. Система сильной мотивации, основные составляющие которой приведены ниже, стимулирует студентов проявлять свои лучшие качества: способности, трудолюбие, самоотверженность, которые обеспечивают им быстрое восхождение. Конкурентная среда создается также и для преподавателей. Наиболее объективный способ оценки отечественной и международной сертификация, например, на звание «Европейский преподаватель». Чем выше уровень сертификата, тем выше этаж, на котором действует преподаватель. При этом учитываются достижения в науке: ученая степень, публикации и их международный рейтинг, монографии, учебники и учебные пособия, владение иностранными языками, опыт преподавания у нас и за рубежом. Чтобы преподаватель стремился преодолевать столь высокие барьеры, нужны также сильные стимулы. Основные составляющие системы мотивации преподавателей рассмотрены ниже.

Проект системы ЭТО Томского политехнического университета

Проект системы ЭТО ТПУ состоит из трех циклов:

- первый подготовительный (1-2 курсы);
- второй фундаментальный (3-4 курсы);
- третий специализация (5-6 курсы).

Ниже перечислены задачи, которые необходимо решить для создания в ТПУ системы ЭТО.

#### **Основные задачи подготовительного цикла:**

- 1) разработать и создать трехуровневую систему обучения математике, физике и химии и другим предметам, которые изучаются на 1-2 курсах;
- 2) на базе трехуровневой системы обучения создать конкурентную среду, мотивирующую студентов продвигаться на более высокий уровень обучения;

3) создать конкурентную среду для преподавателей, стремящихся обучать более способных и трудолюбивых студентов на более высоком профессиональном уровне;

4) разработать и внедрить процедуру (технология) перераспределения студентов 1-2 курсов по потокам, соответствующих верхнему, среднему и нижнему уровням обучения по содержанию, не выходя за рамки выделенных часов;

5) разработать программы обучения трех уровней: верхнего, среднего и нижнего-лекционных, практических, лабораторных и самостоятельных занятий при одинаковом объеме часов;

6) провести междисциплинарное согласование программ обучения, прежде всего, по математике и физике, включая последовательность чтения разделов, содержание лекционных, практических, лабораторных и самостоятельных занятий;

7) разработать систему дифференцирования студентов по способностям и трудолюбию с помощью компьютерного мониторинга академической успеваемости по всем составляющим (лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа) и мероприятий олимпиадного типа;

8) разработать и создать систему мотивации студентов 1-2 курсов к обучению на более высоких уровнях и, в конечном счете, к поступлению на второй, фундаментальный цикл элитного образования;

9) разработать систему обучения студентов 1-2 курсов технологии самостоятельной работы, задаваемой и контролируемой на аудиторных занятиях.

Основные задачи фундаментального цикла:

Выполненные в 2002 году предварительные исследования показали, что приблизительно 5% от общего числа студентов технических факультетов способны стать элитными специалистами. На втором курсе сегодня обучается 104 группы, т.е. более 2000 студентов. Приблизительно 100 из них способны получить элитное образование. Однако не все по разным причинам пожелают преодолевать такой трудный барьер, как двухлетний фундаментальный цикл (3-4 курсы). Поэтому реально после 2 курса всех технических факультетов для ЭТО можно будет отбирать порядка 50 студентов.

Организация фундаментального цикла требует:

1) создать подразделение ТПУ научно-образовательного типа, включающее в себя кафедру, которая набирает на конкурсной основе студентов на фундаментальный цикл и организует их обучение на 3 и 4 курсах, и научное подразделение научный центр или лабораторию, которая привлекает преподавателей-ученых высокой квалификации, используя, прежде всего, возможности г. Томска, а для кратковременных семинаров, циклов лекций, молодежных школ и конференций - ученых всего мира, прежде всего, из институтов РАН и других научных центров России, Франции, Германии, Англии, США, Японии, Китая и т.д.;

2) разработать демократическую систему отбора студентов на фундаментальный цикл, включая

последовательно отбор по результатам подготовительного цикла, конкурсные экзамены, собеседование и зачисление на фундаментальный цикл;

3) разработать учебные программы фундаментального цикла, согласованные с действующими учебными программами 3-4 курсов, а также типовые индивидуальные планы студентов;

4) разработать типовое расписание академических занятий для студентов фундаментального цикла;

5) разработать и создать систему мотивации студентов к элитному образованию;

6) разработать систему мотивации преподавателей и приглашенных ученых для преподавания и внеаудиторной работы со студентами, обучающимися на фундаментальном цикле;

7) разработка и организация системы самостоятельной работы студентов, которая вынуждается заданиями, полученными на аудиторных занятиях, и контролируется как на аудиторных занятиях, так и на консультациях; обучение студентов технологии самостоятельной работы;

8) разработка и организация системы внеаудиторной работы студентов, ограниченной по времени и интенсивной по содержанию, включающей в себя регулярную работу в научных лабораториях, участие в научных семинарах и олимпиадах;

9) разработка программы гуманитарного образования, включая изучение двух иностранных языков английского для всех, французского и немецкого по выбору.

Основные задачи специализации (5 и 6 курсы)

Этот цикл отличается от предыдущих большим разнообразием учебных программ и траекторий:

1) работа и обучение по индивидуальному плану на будущем месте работы согласно контракту;

2) длительная стажировка в ведущих центрах по выбранной специальности в России и за рубежом;

3) подготовка по совместной программе ТПУ - Зарубежный университет, ТПУ - НИИ, ТПУ - Институт СО РАН, ТПУ - Предприятие;

4) обучение по профессиональным магистерским программам на базе ведущих научных школ ТПУ и др.;

5) особое внимание должно уделяться инновационной составляющей ЭТО. Опыт передовых стран мира показывает, что, получив элитное образование, выпускник должен быть готов к самостоятельному внедрению нового вплоть до создания своего малого предприятия.

#### **Система мотивации студентов:**

• раннее заключение юридически обоснованных контрактов с будущим местом работы (работодателем) с указанием возможностей роста (карьеры), условий оплаты

труда, планов специализации и повышения квалификации;

• престижные места работы по перспективности отрасли деятельности и по уровню оплаты;

• гарантии оставить на работу в ТПУ на перспективных условиях как для элитного кадрового резерва;

• включенное обучение и стажировки за рубежом в течение 1-3 месяцев после 3 или 4 курсов, создание условий для совершенствования знания двух иностранных языков английского для всех, французского или немецкого по выбору в зависимости от плана зарубежной стажировки;

• создание условий для получения престижных дипломов как ТПУ, так и других, в том числе зарубежных вузов.

#### **Система мотивации преподавателей.**

Работа на более высоких ступенях (этажах) конкурентной среды системы ЭТО обеспечивает преподавателю:

• более высокую оплату труда;

• возможность обучать талантливых учеников;

• выбирать из них будущих сотрудников;

• возможности роста квалификации путем стажировок в ведущих научно-педагогических центрах России и за рубежом;

• сотрудничество с организациями работодателями для элитных специалистов;

• достойные условия жизни, включая пенсию.

#### **Выводы**

По существу создание ЭТО потребует постепенного реформирования всей системы обучения в ТПУ. Это очень трудная, но посильная задача, если ее решением с энтузиазмом займутся деканаты, кафедры, а ректорат объединит их усилия. Важно, чтобы все поняли: эта работа в интересах всех и будущего ТПУ.

Несмотря на огромное число вузов и студентов, наши государственные организации и предприятия испытывают колоссальный дефицит профессионалов. А частные российские компании даже вынуждены импортировать квалифицированные кадры из-за границы. Это означает, что на таких специалистов в стране есть спрос. Есть рынок. В подходе к модернизации системы образования линия на развитие интеллектуального потенциала общества должна быть доминирующей.

#### **Литература**

1. Вайсбурд Д.И., Похолков Ю.П. Об одной научной школе Томского политехнического университета, Известия ВУЗов. Физика, 40, 11. С. 3-12, 1997