



## ***NBIC-конвергентное инженерное образование***

**К**ак известно, требования к инженерному образованию определяются экономической моделью государства, структурой реальной экономики и стратегией экономического развития на долгосрочный период.

***Рудской Андрей Иванович*** — ректор Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, член-корреспондент РАН

---

### ***Инженерные кадры для наукоемкой экономики***

---

Россия должна двигаться в сторону наукоемкой экономики. Необходимо, чтобы производительность труда росла за счет повышения человеческого капитала, качества инженерного образования, внедрения инновационных технологий, лучшей организации НИОКР. Надо создавать больше высококвалифицированных рабочих мест, чтобы не происходило вымывания качественного человеческого потенциала. Даже если страна прибегает к импорту технологических инноваций, существенную роль играет наличие квалифицированных кадров, способных адаптировать заимствованные технологии в условиях отсталой низкотехнологичной экономики. Нет нужды доказывать, что это под силу только высококвалифицированным специалистам с иннова-

ционными навыками. Поэтому неудивительно, что в авангардных странах растет спрос на высококвалифицированные инженерные кадры.

Отрасль хозяйства, в которой преобладающее, ключевое значение играют наукоемкие технологии, относится к числу наукоемких отраслей. *Следует отметить высокие темпы роста, которые наукоемкие отрасли демонстрировали в последние десятилетия прошлого века и продолжают демонстрировать сегодня. В период с 1980 по 1997 г. средний годовой прирост объемов наукоемкого обрабатывающего производства в мире составлял, с поправкой на инфляцию, 6,2%, тогда как в прочих обрабатывающих отраслях он был равен 2,7%. В период 1986–2005 гг. наукоемкие отрасли промышленности росли ежегодно на 6%, что вдвое быстрее других отраслей. Следовательно, для России переход к преимущественно наукоемким технологиям, наряду с использованием ее естественных конкурентных преимуществ, открывает путь к высоким темпам экономического роста, равным 6–7% ежегодно, что позволит гарантированно удваивать ВВП страны каждые 12 лет. К тому же именно в сфере наукоемкой экономики появляются миллионы высокотехнологичных и высокооплачиваемых рабочих мест. Будут также востребованы фундаментальная наука и прикладные НИОКР. Все это будет способствовать достижению тех высоких целей, которые сформулировал на текущее десятилетие президент Российской Федерации В.В. Путин в 2011 г.*

В современных условиях наукоемкие производства являются основой производственной базы и важнейшим источником доходов промышленно развитых стран. Из вышесказанного вытекают следующие выводы:

1) наукоемкие технологии и отрасли хозяйства являются сегодня основной движущей силой развития экономики как в масштабах отдельной страны, так и в мировом масштабе. Это относится как к сфере производства, так и к сфере услуг;

2) характерными особенностями наукоемких отраслей, определяющими их роль в экономике в целом, являются: темпы роста, в 2–3 раза превышающие темпы роста прочих отраслей хозяйства; большая доля добавленной стоимости в конечной продукции; повышенная заработная плата работающих; высокий инновационный потенциал, обслуживающий не только данную отрасль, но и другие отрасли экономики, и порождающий «цепную реакцию» нововведений в национальной и мировой экономике.

Одновременно необходимо развивать наукоемкие производства, которые сделают науку и образование востребованными обществом. Только таким способом можно решить проблему качества науки и образования, поскольку в его основе будет экономический интерес.

Сегодня в США прирост ВВП более чем на две трети обеспечивается на базе научно-инновационной деятельности. В России, напротив, две трети экономического роста в настоящее время достигается благодаря факторам экстенсивного порядка. При задании инновационного вектора развития потребуются разработчики новых технологий и средств производства. Тогда экономический рост все больше будет зависеть от решения проблемы подготовки и переподготовки высококвалифицированных рабочих, инженерных и научных кадров.

Итак, что же необходимо привнести в российское инженерное образование? Конечно же, инновационную составляющую. Российское инженерное образование должно стать инновационным инженерным образованием и готовить специалистов к инновационной инженерной деятельности.

Что означает инновационная инженерная деятельность? По сути это разработка и создание новой техники и технологий, доведенных до готовой товарной продукции, обеспечивающей новый социальный и экономический эффект. Инновационное инженерное образование — это процесс и результат целенаправленного формирования у выпускника определенных знаний и умений, а также комплексная подготовка специалистов в области техники и технологии к инновационной инженерной деятельности.

России необходимо сформулировать свою модель инженерного образования, динамичную и полезную для развития и прогресса инновационных технологий. Инженеры СПбГПУ должны возглавить технологическое возрождение могущества России. Им необходимо обладать развитыми коммуникационными и управленческими навыками и инновационным мышлением. Модель инженерной подготовки СПбГПУ должна быть нацелена на подготовку инновационных инженерно-исследователей в областях новой техники и технологий. В России имеется богатый опыт подготовки инженерно-исследователей, например в СПбГПУ и МФТИ. Остается обогатить этот опыт инновационной составляющей.

Инженерное образование должно двигаться от учебно-образовательного к научно-образовательному процессу. Такое инновационное инженерное образование, основанное на конвергенции науки и образования, уже реализуется в СПбГПУ. Уникальным и образцовым примером является академическое научно-образовательное учреждение, возглавляемое нобелевским лауреатом академиком Ж.И. Алферовым; в его состав входит физико-технический факультет СПбГПУ.

---

### Требования к инженерам XXI в.

---

Советская школа подготовки инженерных кадров обеспечивала:

- хорошее фундаментальное образование;
- прочное владение знаниями и навыками по конкретной специальности;
- индивидуальную работу с талантливейшей молодежью в рамках студенческих НИР, которая позволяла выявить способности и склонности к научной или инженерной деятельности.

Инженеры будущего должны обладать более широким набором качеств. Перечислим наиболее важные из них.

1. Твердые фундаментальные знания в области естественных наук.
2. Глубокие знания в области инженерных технологий.
3. Способность творчески применять знания из математики, естественных наук и прикладных дисциплин.
4. Способность планировать и выполнять эксперименты, а также умение проводить анализ и интерпретацию полученных данных.
5. Способность к инновациям и системному мышлению.

6. Способность формулировать и решать технические проблемы.

7. Готовность к саморазвитию и повышению качества своей работы.

8. Умение работать в междисциплинарной команде.

9. Обладание коммуникационными и управленческими навыками, а также лидерскими качествами.

10. Признание необходимости и наличие потребности в непрерывном образовании на протяжении всей трудовой деятельности.

Как видно из данного простого перечисления качеств, подготовка будущего элитного инженерного корпуса потребует колоссальных усилий профессорско-преподавательского состава, перестройки всего учебного процесса, обновления содержания учебных курсов, добавления новых. В обществе, где успех в большей степени основан на знаниях, навыках и способности к обучению, система образования играет ключевую роль. Поэтому модернизация инженерного образования — веление времени. Факторы, влияющие на инженерное образование, обусловлены становлением информационного общества, повышением глобальной конкуренции, быстрым развитием новых технологий и сферы услуг, перестройкой организационных структур и стремлением к устойчивому развитию в русле экономики.

## ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В НЕПРЕРЫВНО ОБУЧАЮЩЕМСЯ ОБЩЕСТВЕ

Хорошо известно, что невозможно обеспечить студентов инженерных специальностей всеми знаниями, которые им могут понадобиться на практике. Профессиональные навыки зачастую уста-

ревают так быстро, что инженерное образование не достигает своей цели, если оно не позволяет выпускникам возобновлять свои знания и умения постоянно. *Обучение тому, как учиться, и особенно тому, как переучиться, становится все более важной задачей. Непрерывное образование в течение всей жизни должно стать потребностью инженера, как говорят, «состоянием души».* Положительное отношение к обучению и желание учиться всегда являются ключевыми особенностями инженера XXI в., и эти отношения должны развиваться в инженерном образовании. На это важно обратить особое внимание, поскольку наблюдается низкий уровень желаний обучаться в течение всей жизни. В России, по данным Росстата, участие населения в непрерывном образовании в 2008 г. составило 24,8%. В странах с высокой инновационной активностью этот показатель намного выше: в Великобритании — 37,6%; в ФРГ — 41,9%; в Финляндии — 77,3%!

## ПРИОРИТЕТ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Другая идея — мотивировать студентов инженерного факультета к непрерывному обучению через междисциплинарность, поощрять их междисциплинарные исследования. Междисциплинарные исследования помогают инженеру справиться с меняющимися социальными, экономическими и политическими условиями, которые взаимосвязаны с технологиями и их развитием. Таким образом, междисциплинарные исследования, особенно в гуманитарных науках и экономике, должны быть неотъемлемой частью инженерного образования. Использование информационных и коммуни-*

кационных технологий для поддержки обучения может обусловить достижение значительных результатов междисциплинарных исследований. Инженер XXI в. должен в совершенстве владеть информационными и компьютерными технологиями. Он должен глубоко понимать экологические проблемы не только с точки зрения уже нанесенного ущерба окружающей среде, но и с точки зрения прогнозирования последствий деятельности инженерного сообщества в настоящем.

---

### **О конвергенции NBIC-технологий**

---

Начавшийся в конце XX — начале XXI в. активный процесс технологической конвергенции означает не только взаимное влияние, но и взаимопроникновение технологий, когда границы между отдельными технологиями стираются, а конечные результаты появляются в рамках междисциплинарных НИР на стыке различных областей науки и технологий. Технологическая конвергенция особенно проявилась в настоящее время на стыке NBIC-технологий.

Концепция конвергенции технологий была разработана экспертами ряда стран ЕС и G8 в начале XXI в. За основу концепции был взят принцип «синергетической комбинации четырех научно-технологических областей», развивающихся с исключительной динамичностью. Это 1) нанонаука и нанотехнологии; 2) биотехнологии и биомедицина, включающие генную инженерию; 3) информационные технологии, включающие новейшие компьютерные и коммуникационные технологии и 4) когнитивные науки, включающие нейронауки

и когнитивные технологии. Эти области получили общепринятый и используемый в мировой практике термин NBIC-технологий, или NBIC-конвергенции.

*Наряду с процессом технологической конвергенции осуществляется не менее важный синергетический процесс.* Синергетика — научное направление, изучающее явления самоорганизации, представляющая теорию описания процессов, сопровождающихся взаимным, «кооперативным эффектом». Поэтому мы считаем, что синергетика должна быть включена в число фундаментальных дисциплин, изучаемых в СПбГПУ.

Вместо понятия «синергия» иногда употребляется термин «синергетический эффект», характеризующий возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, конвергенции технологий. Именно синергия NBIC-технологий будет оказывать кардинальное воздействие на экономику XXI в.

Необходимо подчеркнуть, что именно нанотехнологии сегодня становятся драйвером конвергенции и синергии NBIC-технологий.

Отличительными особенностями NBIC-конвергенции, таким образом, являются:

— интенсивное взаимодействие между указанными научными и технологическими областями;

— значительный синергетический эффект;

— качественный рост технологических возможностей индивидуального и общественного развития человека.

Синергетический эффект, вызванный весьма интенсивным взаимодействием и взаимовлиянием новых базисных технологий, их кооперативным действием или же, иначе говоря, вы-

званный NBIC-конвергенцией, может оказаться столь сильным, что его вклад в повышение совокупной производительности факторов станет решающим и темпы роста экономики в развитых странах вновь приблизятся к рекордным значениям в 4–5%.

---

***Девиз петербургского политехнического университета: NBIC-конвергентное инженерное образование***

---

Наконец, возникает вопрос: а в чем же «изюминка» модели инженерного образования в СПбГПУ? Санкт-Петербург и СПбГПУ уникальны тем, что именно здесь исторически сложились и тесно взаимодействуют передовые научные школы в четырех авангардных направлениях развития современной науки и инновационных технологий, которые составляют ядро грядущего шестого технологического уклада: нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии и когнитивные науки. Действительно, нанотехнологии активно развиваются под руководством нобелевского лауреата академика Ж.И. Алферова, биотехнологии — под руководством акаде-

мика Н.Н. Никольского, когнитивные науки — под руководством члена-корр. С.В. Медведева в Институте мозга человека РАН.

Чрезвычайно важно то, что все эти четыре направления собраны и интегрированы на одной площадке под крышей СПбГПУ, где и идет их конвергенция. Таким образом, «изюминкой» в подготовке инновационных инженерных кадров в СПбГПУ является конвергентное междисциплинарное образование, прежде всего в сфере NBIC-технологий. Выпускники СПбГПУ в этой области составят авангард инновационных инженероисследователей, вооруженных глубокими фундаментальными и прикладными знаниями в сфере NBIC-конвергенции, способных возглавить и осуществить инновационно-технологический прорыв в деле структурных преобразований в экономике России. Естественно, что на всех факультетах СПбГПУ в соответствующих минимальных объемах преподается курс об основах и применении NBIC-технологий в различных областях, поскольку они, будучи универсальными и глобальными, будут проникать практически во все сферы жизни и деятельности человека и современной экономики.