

Развитие отечественного инженерного образования и повышение его качества с учетом необходимости проведения новой индустриализации – сложная комплексная проблема, требующая принятия государством политических, законодательных, экономических и организационных мер, совершенствования механизмов частно-государственного партнёрства, а также наличия поддержанной бизнесом и вузовской общественностью чёткой стратегии и тактики. Эта задача государственной важности, относящаяся к сфере национальных стратегических интересов. Объясняется это тем, что именно образование в области техники и технологий во многом определяет возможность обеспечения устойчивого динамичного развития страны («Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» принята в 1996 г.), безопасности страны во всех её аспектах, перехода на инновационный путь развития и новые технологические уклады, модернизации промышленного производства, повышения производительности труда, а в конечном счете – улучшения качества жизни населения. Большую роль в этом направлении должны сыграть сами университеты. Необходимо сформировать целостную систему непрерывного опережающего инженерного образования, в полной мере отвечающей требованиям, предъявляемым инновационной экономикой. Одно из важнейших условий успешного проведения новой индустриализации – обеспечение мирового уровня качества инженерного образования. Работа по повышению качества инженерного образования (является многомерным, многоуровневым и динамичным понятием) предполагает определение факторов влияния на достижение конечной цели. В соответствии с принципом системности следует рассматривать по отношению к вузу внешние и внутренние факторы. Целесообразно среди внешних факторов выделить факторы потребителей, с которыми вуз непосредственно взаимодействует. Факторы внешней среды: мировые и отечественные тенденции в сфере развития экономики, инженерного дела и инженерного образования; государственная политика в области экономики, образования, науки, инновационной деятельности; законодательная база; финансовые ресурсы на образование и науку; восприимчивость бизнеса к инновациям; наличие внятных прогнозов по потребности рынка труда в выпускниках; качество подготовки абитуриентов; престиж инженера в обществе и ряд других. Факторы потребителей: уровень реализуемого на предприятии технологического уклада, наукоёмкость выпускаемой продукции, требования к молодым специалистам и предлагаемые им условия работы, уровень взаимодействия с вузами и т.п. Факторы вуза: консолидированный бюджет, эффективность его использования и сопоставимость с бюджетами вузов стран-лидеров; кадровая политика, качество профессорско-преподавательского состава и его заработная плата; качество образовательных программ и их информационного, методического и материально-технического обеспечения; реализуемая модель обучения;

качество социальной и воспитательной составляющей; степень интеграция учебной, научной и инновационной деятельности; конкурентоспособность выпускников на рынке труда; эффективность взаимодействия с научными организациями и бизнесом; уровень совершенства системы качества и системы управления вузом и др. Анализируя внешние факторы (в том числе факторы потребителей), необходимо отметить следующее. Национальные интересы России на долгосрочную перспективу связаны, среди прочего, с повышением конкурентоспособности национальной экономики и превращением страны в мировую державу [1]. Руководством страны поставлена амбициозная цель – к 2020 году войти в пятёрку крупнейших экономик мира, для чего необходимо обеспечить переход российской экономики к инновационному социально-ориентированному типу развития [2] и начать новую индустриализацию страны. Предстоит увеличить производительность труда минимум в два раза, а в ключевых отраслях – в 3–4 раза, поднять долю инновационной продукции в общем объёме производства до 25–35%. В соответствии с Указом Президента России от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» планируется создать к 2025 году 25 млн. новых высокопроизводительных рабочих мест в конкурентном секторе экономики страны. В первую очередь рабочие места будут создаваться в: секторе предприятий, ориентирующихся на высокий внутренний спрос (импортозамещение); производствах по глубокой переработке российского сырья и ресурсоёмких производствах, поставляющих продукцию в основном на экспорт; традиционных высокотехнологичных российских отраслях – оборонном, ракетно-космическом, энерго, атомном и других секторах машиностроения; сельском хозяйстве и жилищном строительстве. Локомотивом достижения поставленной цели должен стать промышленный сектор, являющийся основой развития экономики. Для того, чтобы не отстать от мировых держав в России в ближайшие 10–20 лет необходимо реализовать прорыв в приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники и в сфере критических технологий, утверждённых Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899. Новая технологическая база экономики будет основана на использовании последних достижений в области биотехнологий, информатики и нанотехнологий. Развитие России происходит в условиях становления постиндустриального информационного общества («Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации» была утверждена 7 февраля 2008 г.), глобализации экономики и усиления мировой конкуренции. Характерные черты нового времени – повышение роли информации и знаний в жизни общества, возрастание роли человеческого капитала как основного фактора экономического развития и национальной конкурентоспособности, создание глобального информационного пространства, становление инновационной сетевой экономики на основе использования информационно-

коммуникационных технологий (ИКТ), реализация в широких масштабах пятого и шестого технологического уклада, появление электронных (сетевых, виртуальных) конструкторских бюро и предприятий, внедрение наукоемких технологий в промышленности, интеллектуализация выпускаемой продукции. Отличительная особенность производства наукоемкой продукции – высокая степень автоматизации проектирования и производства. Доминирующий тип производства – производство товаров и услуг по индивидуальным заказам. Промышленные предприятия оснащаются гибкими производственными системами, что позволяет быстро реагировать на изменение рыночной конъюнктуры, обеспечивать разнообразие и обновление ассортимента товаров и услуг. Происходит освоение новых поколений материалов: композитов, интеллектуальных материалов. Находят применение новые технологии – лазерные, мембранные, космические [3]. Реализуется принципиально иная организация процессов создания наукоёмкой продукции – управление информацией об изделии на протяжении его жизненного цикла (Product Life Cycle Management, PLM). Ключевые компоненты PLM: управление данными об изделии (Product Data Management, PDM), коллективная разработка изделия (Collaborative Product Development, CDP), автоматизированное проектирование (Computer Aided Design, CAD), автоматизированное конструирование (Computer Aided Engineering, CAE), управление производственными процессами (Manufacturing Process Management, MPM). Применение стандартов PLM позволяет: сократить затраты на проектирование, техническую подготовку и освоение производства, эксплуатацию, обслуживание и ремонт сложных изделий; повысить качество и надёжность продукции, а также сократить сроки её вывода на рынок. Сегодня мировой рынок приемлет только продукцию, снабжённую электронной документацией и обладающую средствами интегрированной логистической поддержки послепроизводственных стадий жизненного цикла [4]. Среди главных проблем в реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [5] и новой индустриализации с точки зрения состояния инженерного дела можно выделить следующие: сохранение экспортно-сырьевой модели национальной экономики; недостаточная проработанность вопросов новой индустриализации (отсутствует соответствующая программа); невосприимчивость значительной части бизнеса к инновациям, низкий приоритет инновационной деятельности в стратегиях компаний, что предопределяет низкий спрос на новые технологии; нет четкой промышленной политики; отставание в переходе на пятый и шестой технологический уклад; ориентация на закупку импортного оборудования и технологий, что приводит к зависимости от импортных поставок промышленного и научного оборудования и электронной элементной базы; недостаточный уровень развития национальной инновационной системы, координации образования, науки и бизнеса. Главным конкурентным преимуществом мировых

держав становится возможность адекватного развития человеческого капитала, который определяется состоянием системы подготовки кадров на всех уровнях. В связи с этим страны-лидеры уделяют большое внимание развитию и повышению качества образования. Мировое образовательное пространство формируется сегодня как единый организм, в котором в образовательной системе каждой страны реализуются глобальные тенденции и развиваются лучшие достижения отечественной высшей школы. Основные мировые тенденции в сфере образования: международная интеграция образовательного пространства; формирование глобальных университетских сетей; появление электронных университетов; междисциплинарные, проблемно-проектно-ориентированные технологии обучения, а также технологии электронного обучения; реализация проекта под названием eBologna («Электронная Болонья»), глобальной целью которой является создание в Европе электронной среды для развития Болонского процесса; активное применение открытых образовательных ресурсов; создание принципиально новой системы опережающего открытого непрерывного образования на основе smart-технологий и социального интеллекта; формирование требований к выпускникам вузов и определение «стандартов» инженерного образования реальным сектором экономики, работодателями в сфере производства, профессиональными инженерными сообществами; реализация гибких компетентностно-ориентированных образовательных программ; индивидуальные траектории обучения; реализация при подготовке инженеров рекомендаций CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate или «Планировать-Проектировать-Производить-Применять») [6], согласно которым основой базового инженерного образования на уровне бакалавриата является подготовка выпускников к комплексной инженерной деятельности; реализация академических программ, направленных на поддержку учебных заведений с целью обеспечения доступности к высокопроизводительному программному обеспечению в области автоматизации производства и управления жизненным циклом изделия; экспорт образовательных услуг; формирование инновационной инфраструктуры; развитие творческих способностей обучающихся, использование для этого нового класса информационных технологий – компьютерной поддержки изобретательства CAI (Computer Aided Invention/Innovation); организация вокруг университетов «пояса» малых наукоёмких предприятий, использующих результаты НИР вуза; эффективное стратегическое партнёрство университетов и бизнеса; тренинги студентов в корпорациях и фирмах, занимающихся внедрением научно-технических разработок; унификация систем достижения высокого качества высшего образования, обеспечение гарантии качества образования на основе стандартов и руководств Европейской Ассоциации по обеспечению качества высшего образования – ENQA, а также на базе других моделей; формирование единых

критериев гарантии качества образования Европейских стран в рамках Болонского процесса; акцент на внутреннюю гарантию качества; создание европейской сети независимых органов по обеспечению качества; гармонизация национальных систем аккредитации образовательных программ; развитие системы международной общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ и системы общественно-профессиональной сертификации инженерных квалификаций. Университеты – мировые лидеры уже в первый год обучения студентам показывают связь предлагаемого учебного материала с их будущей инженерной деятельностью, перспективами технического, технологического, экономического и социального развития общества. Учебный план бакалавриата содержит вводный курс по инженерному делу, который создаёт основы для формирования значимых профессиональных, личностных и межличностных компетенций выпускников [7]. Большое внимание уделяется вопросам формирования особых компетенций выпускников в области организации и ведения бизнеса. У будущих магистров и специалистов формируются особые компетенции, связанные с решением задач инновационной инженерной деятельности в области специализации. Российская высшая школа также стремится следовать этим тенденциям, используя свой богатый опыт в сфере инженерного образования, основы которого – фундаментальность, научность, системность и практическая направленность. Модернизация системы отечественного образования объявлена одним из основных приоритетов развития государства в долгосрочной перспективе до 2020 г. Среди главных задач модернизации – повышение качества и доступности образования, формирование механизмов оценки качества и востребованности образовательных услуг с участием потребителей. Принят новый федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», где отдельные статьи посвящены реализации образовательных программ с применением электронного обучения, сетевой форме реализации образовательных программ, электронным образовательным и информационным ресурсам, профессионально-общественной аккредитации образовательных программ. Принятое законодательство предусматривает развитие трехуровневой структуры высшего образования за счёт включения в последний третий уровень аспирантуру. Ведётся работа по модернизации ФГОС ВПО третьего поколения (приведение в соответствие с требованиями нового законодательства, формирование новых типов образовательных программ и новых аккредитационных критериев для них). Создана сеть федеральных и национальных исследовательских университетов, которые должны стать ядром научно-образовательного комплекса, обеспечивающего подготовку инженерных кадров нового поколения, выполнение значительной доли фундаментальных и прикладных исследований и доведение результатов интеллектуальной деятельности до практического применения. Перед федеральными и национальными исследовательскими

университетами, как это требует федеральный закон Российской Федерации от 10 февраля 2009 г. №18-ФЗ, поставлена задача реализации инновационных образовательных программ, интегрированных в мировое образовательное пространство. Ведущие российские вузы разрабатывают и реализуют образовательные программы на основе ФГОС с учётом международных стандартов инженерного образования, мировых тенденций развития высшего образования, требований национального и международного рынка труда и профессионального сообщества [7]. Всё большее число образовательных программ российских вузов получает международную аккредитацию. Многие университеты с участием зарубежных партнёров разрабатывают и реализуют совместные образовательные программы. Вместе с тем существует ряд проблем, сдерживающих развитие российского инженерного образования. Из них можно выделить следующие: не разработана чёткая стратегия развития системы инженерного образования на долгосрочную перспективу; отсутствует система комплексного прогнозирования и планирования потребности в инженерных кадрах, основанная на прогнозах рынка труда и совершенствования технологий [8]; наблюдается разрыв связи науки, образования и бизнеса, что сказывается на актуальности содержания и качества подготовки специалистов; для большинства отраслей нет профессиональных стандартов, что затрудняет разработку актуальных ФГОС ВПО и образовательных программ; инфраструктура значительной части университетов не соответствует предъявляемым требованиям, зачастую обучение проводится на физически и морально устаревшем оборудовании, наблюдается дефицит программно-технических комплексов; недостаточно развита вузовская наука и создание востребованных реальным сектором экономики практико-ориентированных интеллектуальных продуктов (патенты, лицензии и т.п.); вузы испытывают значительные сложности при организации производственных практик; не развита академическая мобильность; бюджеты российских вузов в разы меньше бюджетов вузов высокоразвитых стран; низок экспорт образовательных услуг; бизнес, как правило, не заинтересован в софинансировании инженерного образования из-за несовершенства законодательной базы, отсутствия стимулов и преференций; уровень заработной платы основной массы ППС недопустимо мал и не соответствует их трудовому вкладу и квалификации, что затрудняет пополнения кафедр молодыми специалистами; уровень физико-математической подготовки значительной части выпускников школ низок; недостаточно эффективна система поиска и поддержки талантливой молодёжи, профориентации школьников в области техники и технологий и ориентации их на работу в сфере материального производства. Анализ мировых и отечественных тенденций и проблем в развитии инженерного дела и инженерного образования позволяет сделать ряд рекомендаций. Повышение качества в области техники и технологий через факторы внешней среды

связано, прежде всего, с разработкой и реализацией на основе Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года Комплексной Программы Новой Индустриализации России [9] с блоком научного и кадрового обеспечения, в рамках которой были бы увязаны программы модернизации производств и комплексов и заказы на подготовку кадров под конкретные производства. Российское инженерное образование должно сохранить признанные достижения и вместе с тем быть гармонизировано с лучшей мировой практикой в этой сфере, ориентироваться не только на отечественные, но и международные стандарты в области образования, науки, техники и технологий, быть непрерывным и опережающим по отношению к существующим наукоёмким технологиям, гибко реагировать на вызовы внешней среды и быть способным обеспечить мировой уровень качества подготовки специалистов. Его необходимо развивать на принципах сетевого взаимодействия всех заинтересованных сторон. Повышение качества через факторы потребителей предполагает: рассматривать инновационную деятельность как один из важнейших приоритетов в стратегии компании; осуществлять переход на более высокий технологический уклад; реализовывать эффективную систему профессионального тестирования при приёме на работу выпускников вузов; осуществлять оперативную обратную связь «предприятие–вуз»; совершенствовать кадровую политику, включая карьерный рост молодых специалистов; развивать стратегическое партнёрство с вузами. Качество инженерного образования определяется качеством всех этапов жизненного цикла подготовки и использования бакалавров, магистров и специалистов, а также особенностями самого вуза. Это следует учитывать, когда рассматриваются факторы вуза. Необходимо трансформировать университеты таким образом, чтобы они совмещали в себе черты исследовательского и инновационно-проектного, где осуществляется формирование системного творческого инженерного мышления, осваивается методология технического творчества, создаются новые знания, реализуется полный цикл инновационных разработок (от выбора тематик исследований до продажи «стартапов»). Высокая эффективность подготовки конкурентоспособных выпускников будет достигаться тогда, когда на базе университета создаётся крупный учебно-научно-инновационный комплекс или университет входит в состав промышленно-экономического кластера. Состав перспективного кластера: госкорпорации, концерны, общества с ограниченной ответственностью; финансовые структуры; научные и проектные организации; малые инновационные предприятия; учреждения профессионального образования разного уровня. Уровень финансирования вузов из различных источников должен быть на уровне, сопоставимом с бюджетами университетов стран-лидеров (следствие невыполнения этого условия – неразвитая инфраструктура, нерешённость проблемы профессорско-преподавательского состава, нехватка

современного оборудования, а в результате – низкое качество подготовки выпускников). Преподаватели должны иметь не только профессиональные компетенции в своей области на самом современном уровне, но и владеть технологиями электронного и смешанного обучения и другими современными технологиями, прогнозировать развитие мирового и отечественного инженерного образования и инженерного дела, активно участвовать в НИОКР, знать иностранный язык, непрерывно повышать свою квалификацию в течение всей жизни. Главная задача преподавателя – научить студента самостоятельно и целенаправленно учиться. Требования к инновационным образовательным программам, интегрированным в мировое образовательное пространство, могут быть сформулированы следующим образом. Проектирование программы – с учётом не только ФГОС ВПО, но и профессиональных стандартов инженерного образования и критериев аккредитации программ, мировых и отечественных тенденций, требований национального, регионального и международного рынка труда и профессионального сообщества, условий реализации системы качества. Ресурсы – адекватные целям и задачам программы. Модель обучения – с использованием индивидуальных образовательных траекторий и проектная модель. Содержание программы – опережающее в предметной области, базирующееся на новейших достижениях науки, техники и технологий и использовании результатов выполняемых в вузе НИОКР. Программы подготовки бакалавров – программы, готовящие выпускников к комплексной инженерной деятельности, которая включает: маркетинг, планирование, проектирование, производство, применение, управление жизненным циклом продукции и её утилизация. Программы подготовки магистров и специалистов (ключевые фигуры для новой индустриализации) – программы, готовящие выпускников к инновационной инженерной деятельности, способных создавать конкурентоспособную на мировом уровне продукцию в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений. Образовательные технологии – технологии смешанного обучения, в том числе e-learning 2.0, а также технологии, реализующие метод проблемного обучения, метод проектного обучения, практико-ориентированный подход. Модель взаимодействия с работодателями – стратегическое партнёрство, цель которого – объединение всех видов доступных ресурсов, создание совместных структур для взаимовыгодного развития и повышения качества подготовки выпускников. Норма качества программы – результаты обучения в виде профессиональных и общекультурных компетенций, международная аккредитация, востребованность выпускников на рынке труда и их карьерный рост. Среди важнейших приоритетов в повышении качества подготовки будущих инженеров – формирование инновационной научно-образовательной среды, адекватной пятому и sixthому технологическим укладам. При этом особую актуальность имеет создание электронной информационно-образовательной среды, которая

включает электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующие технологические средства. В подготовке специалистов в области техники и технологий значительная роль отводится лабораторному практикуму. Целесообразно иметь систему автоматизированного лабораторного практикума с удалённым доступом (АЛП УД) на основе использования сетевого (в сети Интернет, Интранет) многопользовательского доступа в реальном времени к лабораторному оборудованию посредством единой точки входа – портала автоматизированного и виртуального лабораторного практикума. В Сибирском федеральном университете была разработана унифицированная схема построения систем АЛП УД (рис. 1). Построение портала в виде функциональных компонентов (специализированные сетевые лаборатории, структурные подразделения и центры коллективного пользования, аппаратно-программные комплексы с удалённым доступом и др.) даёт техническую возможность адаптировать его виртуальное пространство под поставленную задачу. Рис. 1 – Обобщенная унифицированная схема построения систем АЛП УД на основе технологий National Instruments

Для формирования образовательной среды, позволяющей реализовать требования опережающего образования, моделировать реальную деятельность специалистов в вузе, актуально создание электронного (сетевого) предприятия как элемента инновационной научно-образовательной среды. Схема электронного предприятия, реализованного в Сибирском федеральном университете, приведена на рис. 2. Рис. 2 – Схема электронного (сетевого) предприятия

Такое предприятие создаётся на основе интеграции организационных, технических и информационных ресурсов различных подразделений университета. Создание подобных предприятий позволяет готовить выпускников, обладающих навыками работы в многопрофильной команде и реализовывать междисциплинарную интеграцию. Помимо электронного предприятия в инновационную научно-образовательную среду целесообразно включать программные средства класса CAI (рис. 3). Рис. 3 – Структура программных средств CAI

Системный подход к решению проблемы повышения качества подготовки будущих инженеров связан с реализацией в вузе эффективно действующей системы качества (СК), цель которой – постоянное совершенствование деятельности университета. Перспективная СК – это интегрированная система. Требования к такой СК: охватывать все виды деятельности университета; учитывать особенности взаимоотношений основных субъектов рынка труда, рынка образовательных услуг и услуг в области НИОКР; базироваться на международных и национальных стандартах; учитывать специфику смешанного обучения. Возможный вариант реализации интегрированной СК представлен на рис. 4. Рис. 4 – Интегрированная система качества университета

Для подготовки нового поколения инженеров, способных

выполнить задачу новой индустриализации страны, необходимы согласованные действия государства, бизнеса, финансовых структур, научных организаций, высшей школы, профессионального сообщества. Только так можно обеспечить мировой уровень качества инженерного образования и успешно провести модернизацию промышленного производства.