

## **Методика преподавания инновационных дисциплин**

**Основные положения.** Методику преподавания инновационных дисциплин рекомендуется разрабатывать в составе образовательных программ и учебно-методических комплексов по инновационным дисциплинам в целях обеспечения:

- унификации образовательных программ;
- разработки программ непрерывной инновационной подготовки специалистов (бакалавров, магистров);
- системной увязки различных дисциплин инновационного профиля.

Актуальность данных работ определяется следующими данными.

В настоящее время все страны, включая не только развивающиеся, но и высокоразвитые, используют специальную инновационную политику для повышения своей конкурентоспособности на мировом рынке. К основным компонентам такой политики в креативной педагогике относят следующие ориентиры курса действий.

I) Резолюцию саммита «Образование для инновационных обществ в XXI веке» Санкт-Петербург<sup>1</sup>. В этом документе отмечено, что:

- «Инновационное общество готовит граждан жить в условиях быстрых перемен. Мы будем способствовать формированию глобального инновационного общества посредством развития и интеграции всех трех элементов «треугольника знаний» (образование, исследования и инновации), крупномасштабного инвестирования в человеческие ресурсы, развития профессиональных навыков и научных исследований, а также путем поддержки модернизации систем образования, с тем чтобы они в большей степени соответствовали потребностям глобальной экономики, основанной на знаниях.

- Развитие глобального инновационного общества зависит от мобильности и интеграции людей, знаний и технологий во всех государствах».

II) Постановление Правительства РФ от 14 февраля 2006 г. № 89 «О мерах государственной поддержки образовательных учреждений, внедряющих инновационные образовательные программы».

III) Приказ<sup>2</sup> Министерства образования и науки РФ, который утвердил Федеральные государственные образовательные стандарты по основным направлениям подготовки бакалавров и магистров машиностроительного профиля с учетом основных требований к инновационной подготовке.

Методика преподавания инновационных дисциплин в обеспечении реализации названных документов должна учитывать следующие рекомендации.

Для обеспечения перехода к инновационным образовательным программам подготовки специалистов, способных создать конкурентоспособную продукцию и поставить на производство технику новых поколений, должна быть реализована новая концепция развития инновационных образовательных технологий. Она предусматривает:

- разработку программ непрерывной инновационной подготовки специалистов, бакалавров и магистров;
- преподавание новой дисциплины – «Инноватика»;
- включение в перечни дисциплин вариативных компонентов и элективных курсов инновационных дисциплин<sup>3</sup> по изучению студентами процессов разработки новейших (высоких и критических) технологий, обеспечивающих прорывы в развитии техники и технологий.

---

<sup>2</sup> От 9 ноября 2009 г. № 555.

<sup>3</sup> Например, «Инновационное проектирование», «Инновационная подготовка производства», «Инновационные технологии», «Управление инновационными проектами» и др.

Главной задачей «Инноватики» как новой научной дисциплины<sup>4</sup> является формирование теоретического фундамента прикладной инновационной деятельности в машиностроительном производстве на основе выполнения таких требований ФГОС, как формирование способностей:

- участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;
- организовывать работу малых коллективов исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами.

Дисциплина «Инновационное проектирование», которая следует за дисциплиной «Инноватика» бакалавриата на магистерском уровне, призвана сформировать целостное, *системное* представление специалиста-технолога (магистра) о новых:

- научных знаниях развития технологии как науки (новых научных законах, закономерностях, зависимостях, математических моделях, методах развития технологий);
- технологических процессах (технологиях), обеспечивающих создание конкурентоспособных изделий путем разработки и применения высоких и критических технологий;
- методах инновационной деятельности (подготовки производства новой техники и технического перевооружения производства), которые обеспечивают решение задач постановки на производство техники новых поколений с помощью инновационного проектирования;
- методах инновационного проектирования.

Практическая полезность дисциплины «Инновационное проектирование» заключается в том, что дисциплина обеспечивает приобретение навыков решения задач курсового проектирования и подготовку магистерской диссертации на основе решения различных технико-технологических задач

---

<sup>4</sup> Инноватика – это наука (отрасль, направление науки) о формировании и распространении новшеств на основе целенаправленной организации инновационной деятельности. С помощью инноватики наука оказывает прямое воздействие на все сферы человеческой деятельности в единой цепочке преобразования научных знаний в определенные ценности: фундаментальные исследования → поисковые НИР → прикладные НИР → прикладные НИОКР → технологии → производство → рыночная реализация.

инновационной деятельности и квалифицированного инновационного проектирования в части технологического обеспечения процессов создания и постановки на производство техники новых поколений.

Данная дисциплина обеспечивает формирование большинства профессиональных компетенций в области инновационной деятельности (см. табл. 1.1 и 1.2).

***Реализация профессиональных компетенций в ходе преподавания лекций дисциплин инновационного профиля.*** ФГОС определяет, что «компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области».

При разработке компетентностных моделей выпускников важно не только полностью реализовать компетенции, которые определил Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по тому или иному направлению подготовки бакалавра, магистра или специалиста, но также помнить о рекомендациях Еврокомиссии<sup>5</sup> относительно восьми ключевых компетенций<sup>6</sup>, которыми должен владеть каждый европеец.

Отсюда преподавателю важно напоминать студентам, что комплекс дисциплин инновационного профиля в плане вышесказанного призван в первую очередь обеспечить:

- *фундаментальную техническую компетенцию* на основе изучения студентом наиболее общих научных законов развития техники и технологий;
- *компетенцию предпринимательства*;
- *культурную компетенцию* на основе изучения студентом не только направлений инновационной политики государства и/или истории науки и техники, но и артефактов –

---

<sup>5</sup> См. руководство пользователя *ECTS (ECTS and Diploma Supplement – European Community Course Credit Transfer Systems* – Европейская система взаимного признания зачетных единиц).

<sup>6</sup> Компетенция в области родного языка; компетенция в сфере иностранных языков; математическая и фундаментальная естественнонаучная и техническая компетенции; компьютерная компетенция; учебная компетенция; межличностная, межкультурная и социальная компетенции, а также гражданская компетенция; компетенция предпринимательства; культурная компетенция.

выдающихся образцов техники и технологии, которые внесли наиболее существенный вклад в развитие цивилизации, обеспечили экономический рост государств и жизненного уровня их граждан.

В соответствии с образовательной программой конкретного направления в учебных дисциплинах инновационного профиля упор должен быть сделан на изучение не только законов и закономерностей инноватики, но и конкретных методов проектирования инновационной продукции, разработки технологических инноваций, обеспечения коммерциализации высоких и критических технологий. Критическими технологиями машиностроительного профиля, которые обеспечивают технологические прорывы в машиностроении, в настоящее время названы:

- нанометрические и прецизионные технологии обработки, сборки, контроля;
- мехатронные технологии;
- лазерные и электронно-ионно-плазменные технологии;
- технологии металлов и сплавов со специальными свойствами;
- технологии синтетических сверхтвердых материалов;
- технологии создания авиационной и ракетно-космической техники с использованием новых технических решений.

В ходе теоретического обучения студентов важно помнить и регулярно напоминать студентам, что в соответствии с действующим законодательством:

1) *инновационная деятельность* – это выполнение работ и (или) оказание услуг, направленных:

- a) на создание и организацию производства принципиально новой продукции или продукции с новыми потребительскими свойствами;
- b) создание и применение новых или модернизация существующих технологий ее производства, распространения и использования;
- c) применение структурных, финансово-экономических, кадровых, информационных и иных инноваций (нововведений)

при выпуске и сбыте продукции, обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для такой экономии;

2) *инновация (нововведение)* – это конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности;

3) *инновационная продукция* – это результат инновационной деятельности (товары, услуги), предназначенный для реализации;

4) *объекты инновационной деятельности* – это новые технологии, новые процессы в различных сферах деятельности человека, обеспечивающие социально-экономические и экологические эффекты от их реализации, новые и значительно улучшенные продукты (товары, работы, услуги) различного характера;

5) *инновационный проект* – это система мероприятий, обеспечивающих в течение заданного периода времени создание, производство и реализацию нового вида продукции или технологии с целью получения прибыли или иного полезного эффекта.

В этой связи основой и преподавания, и изучения дисциплин инновационного профиля является *системный подход* (применение методов общей и математической теории систем, системологии и системотехники).

При использовании системного подхода важно помнить, что понятие «система» в лексикографии многократно изменялось от прямого перевода с греческого «*systema* – целое, составленное из частей» и модификаций этого определения:

1) система – это совокупность частей, связанных общей функцией;

2) система – это развивающееся во времени упорядоченное множество элементов, отвечающее требованиям целевой функции,

до теоретико-множественных представлений математической лингвистики в виде синтагм или комбинаций определяющего и определяемого элементов в виде сочетания слов или укупнен-

ных компонентов, принципиально необходимых для существования или функционирования исследуемой или создаваемой системы<sup>7</sup>:

$$S \equiv_{def} \langle \langle Z \rangle, \langle Str \rangle, \langle Tech \rangle, \langle Cond \rangle \rangle, \quad (1.2)$$

где  $\langle Z \rangle$  – совокупность целей;  $\langle Str \rangle$  – совокупность структур (в данном случае производственных, организационных и т.п.), реализующих цели;  $\langle Tech \rangle$  – совокупность технологий (методов, средств, процедур, процессов, способов, алгоритмов и т.п.), реализующих систему;  $\langle Cond \rangle$  – условия существования системы, т.е. факторы, влияющие на ее создание, функционирование и развитие.

Отсюда ключевыми компонентами технико-технологических систем для дальнейшего моделирования инновационной деятельности и разработки инновационных проектов должны быть:

- цели;
- структуры;
- технологии;
- условия создания, функционирования и развития.

**Формирование профессиональных компетенций в практиках инновационного профиля.** Кроме лекций, где формируется у студентов основная система теоретических знаний в области инновационной деятельности, при обучении студентов особое внимание необходимо уделять также методам практического обучения: практическим и лабораторным занятиям, курсовому проектированию, производственной практике на инновационно-активных предприятиях и подготовке выпускной квалификационной работы (дипломного проекта, магистерской диссертации).

Практические умения и навыки решения задач инновационного проектирования студенты приобретают в

---

<sup>7</sup> *Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник* / под ред. В. Н. Волковой и А.А. Емельянова. -М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.

первую очередь в ходе выполнения лабораторных занятий. Лабораторный практикум должен быть ориентирован не только на определение научных закономерностей смены поколений техники и технологий или изучение теоретических методов инновационной деятельности, но также на практическую работу студента в поисковой системе Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент). Это связано с тем, что инновационные проекты должны содержать документы, подтверждающие их новизну и правозащищенность. Сказанное необходимо для определения не только приоритетных патентов на устройства, способы и/или материалы, но и единых технологий – основы организации инновационной деятельности и инновационного проектирования.

Определение на основе патентного анализа высоких и критических технологий при выполнении рассмотренного ниже комплекса лабораторных занятий ориентировано на использование различных средств компьютерного моделирования (*MATLAB, MS-Project, Project Expert, Access, SADT- IDEF0, BPWin 4.1*) для технологического обеспечения конкурентоспособности инновационной продукции с помощью математического моделирования и оптимизации проектных решений. Важным типом лабораторных занятий в этой связи являются занятия по освоению средств искусственного интеллекта для решения в первую очередь оптимизационных задач в ходе разработки инновационной продукции и технологических инноваций (*Fuzzy Logic, SPSS* и вероятностной нейронной сети *PNN*, рекуррентных искусственных нейронных сетей Элмана, Хопфилда, Джордана генетических алгоритмов и экспертных систем).

Важным дополнительным дидактическим средством кроме компьютерного моделирования с использованием средств искусственного интеллекта служат активные методы обучения на основе деловых игр и анализа практических ситуаций, в том числе в ходе изучения учебных видеофильмов о конкретных технологиях лучших машиностроительных заводов мира. В ходе выполнения деловых игр студент приобретает практические навыки решения творческих задач в условиях, которые



приближены к реальным производственным ситуациям по внедрению критических (высоких) технологий в ходе работ по системному анализу действующего производства и разработке проектов его технического перевооружения.

Для выполнения курсовой работы на базе полученных навыков в лабораторном практикуме студенту рекомендуется практически использовать не только *Internet*, а также другие высокоавтоматизированные системы: *Compas, Excel, Access, SADT, IDEF/Design, CAD, CAM, CAE, CALS, CIM, CAPE, CAQ, CIM, PDM* и другие, что положительно влияет не только на уровень инновационного проектирования, но и на повышение уровня компьютерной компетенции выпускника вуза.

Цель курсового проектирования в инновационной деятельности – получение студентами практических навыков по разработке предварительных проектов инновационной продукции и технологических инноваций, аванпроектов или технических предложений, эскизных или технических проектов, разработки предварительных проектов технологической документации и другой технической документации на стадиях НИОКР и технологической (научно-технологической) подготовки производства.

Научно-методический уровень курсовой работы по инновационному проектированию определяется:

- использованием научных законов и закономерностей смены поколений техники и технологий, применением прогрессивных методов перевода производства на новый технологический уклад;
- применением студентом высоких и критических технологий для решения задач как создания конкурентоспособной продукции, так и технического перевооружения производства;
- применением патентов, трансферта высоких технологий и других методов инновационной деятельности (инновационного маркетинга, бэнчмаркинга, технологического аудита, технологического форсайта);
- использованием современных методов компьютерного моделирования и обоснования проектных решений по

созданию инновационной продукции и технологических инноваций.

Практическая полезность курсового проектирования определяется не только углублением знаний и приобретением практических навыков инновационного проектирования, но также возможностями использования современной методики выполнения выпускных квалификационных работ.

### ***Организация структурно-логических связей с другими дисциплинами инновационной образовательной программы.***

*Общие требования к разработке программ непрерывной инновационной подготовки специалистов, бакалавров и магистров.* Для реализации компетентного подхода в области инновационной деятельности и обоснования инновационных образовательных программ рекомендуется разработка программы непрерывной инновационной подготовки специалистов (бакалавров и магистров).

Такие программы должны учитывать (предусматривать) следующие дополнительные рекомендации:

- разработку специальных инновационных разделов в естественно-научных и общепрофессиональных дисциплинах, которые предусмотрены в федеральных компонентах государственного образовательного стандарта, обеспечивающих формирование естественно-научного фундамента инноватики как науки;
- разработку специальных дисциплин инновационного профиля в перечне дисциплин вариативного компонента образовательной программы;
- разработку и внедрение элективных и факультативных дисциплин по созданию и внедрению (коммерциализации) наиболее актуальных для данного направления подготовки специалиста высоких и критических технологий, обеспечивающих создание конкурентоспособной техники новых поколений.

*Специальные инновационные разделы* естественно-научных дисциплин могут включать, например, изучение студентами следующих вопросов:

- *высшая математика* (анализ сигмоидальных закономерностей и зависимостей, в том числе уравнений Ферми, логистических закономерностей; анализ математических моделей Фишера–Прая, Гомпертца, Морриса, Сахала, Каменева, Перла; кросс-ковариационных функций Парзена; Фурье-анализ);
- *физика* (физические эффекты критических технологий, например, оптико-акустический эффект, электрогидравлический удар, акустомагнитоэлектрический эффект, автоэлектронная эмиссия, адиабатическое размагничивание, инверсия магнитного поля; схемы физических принципов действия; исследование физических операций);
- *информатика* (высокопроизводительные вычислительные системы; квантовые компьютеры; компьютерное моделирование; искусственный интеллект; основы информационных технологий *CAD/CAM/CAE/PDM/CALS* -систем).
- *экономика* (закономерности инновационной экономики; инновации и рынок капитала; кредитование инновационного процесса; банковские технологии инвестиционной и инновационной деятельности; инвестиционное проектирование, бизнес-планирование);

Эти разделы фундаментальных дисциплин формируют научную базу «Инноватики».

Специальные дисциплины инновационного профиля в перечне предметов общепрофессиональных дисциплин вузовского компонента могут включать в дополнение к «Инноватике» другие дисциплины, например:

- Инновационное проектирование;
- Управление инновациями;
- Инновационную подготовку производства;
- Техническое перевооружение производства.

*Разработка элективных (факультативных) дисциплин* по коммерциализации наиболее актуальных для конкретного направления подготовки специалистов высоких и критических

технологий, в приложении к рассматриваемым направлениям подготовки специалистов (бакалавров, магистров) машиностроительного профиля может предусматривать и другие специальные дисциплины, обеспечивающие разработку критических технологий в машино- и приборостроении:

1. Нанотехнологии;
2. Мехатронные технологии;
3. Порошковая металлургия и композиционные материалы;
4. Лазерные технологии;
5. Электронно-ионно-плазменные технологии;
6. Металлы и сплавы со специальными свойствами;
7. Синтетические сверхтвердые материалы;
8. Материалы для микро- и нанoeлектроники;
9. Керамические и стекломатериалы;
10. Авиационная техника новых поколений;
11. Технологии высокоточной навигации;
12. Микросистемная техника;
13. Системная поддержка жизненного цикла продукции.

Связи названных и других дисциплин инновационного профиля в единой системе непрерывной инновационной подготовки специалиста (бакалавра, магистра) рекомендуется оформлять в виде структурно-логических схем.

Такие структурно-логические схемы должны включать более подробную декомпозицию изучаемых студентом проблем инновационной деятельности. В качестве иллюстрации рекомендуемых примеров рассмотрим укрупненную структуризацию некоторых элективных дисциплин.

\*\*\*

### ***Справочные данные.***

#### **«Мехатронные технологии»:**

1. *Методы автоматизации технологических процессов средствами мехатроники* (мехатроника как отдельная область науки и техники; методы синергетического объединения средств точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, которые обеспечивают создание систем машин с интеллектуальным управлением);

2. *Методы анализа и оптимизации мехатронных систем* (математическое моделирование мехатронных систем; анализ их характеристик методами компьютерного моделирования; разработка новых методов управления и проектирования мехатронных систем; методы адаптивного, распределенного и интеллектуального управления мехатронными системами; мехатронные устройства в микросистемном исполнении);
3. *Автоматизация технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических мехатронных систем* (автоматизация роботизированных технологических процессов; мини- и микроробототехнические системы; методы расчета и проектирования отдельных компонентов, входящих в состав робототехнических систем; повышение эффективности функционирования создаваемых мехатронных систем).

#### **«Порошковая металлургия и композиционные материалы»:**

1. *Теория порошковой металлургии* (Теоретические и прикладные аспекты получения, обработки и применения современных порошковых материалов различной природы и геометрии частиц. Теория и технология компактирования порошков. Управление структурой и свойствами материалов и изделий из них. Теоретические и прикладные проблемы формирования порошковых и композиционных материалов и получения полуфабрикатов. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий).
2. *Технологии порошковых и композиционных материалов* (Проектирование и создание на основе матриц и наполнителей одинаковой и различной природы композиционных материалов с заданным составом, структурой и свойствами. Разработка новых технологических процессов производства композиционных материалов с заданным составом, структурой и свойствами. Разработка технологий новых материалов для покрытий и их нанесения на изделия. Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов производства, контроля и сертификации порошковых и композиционных материалов и изделий из них).
3. *Теоретические и экспериментальные исследования технологических процессов* (Изучение закономерностей физико-химических процессов получения дисперсных систем из материалов на основе металлов, сплавов, интерметаллидов, керамики, органических, углеродных и других соединений. Физико-химические аспекты формирования структуры и свойств порошковых и композиционных материалов, получения полуфабрикатов. Физико-химические

аспекты формирования структуры и свойств порошковых и композиционных материалов при спекании или иных процессах получения изделий. Теоретические и экспериментальные исследования процессов взаимодействия высокоэнергетических потоков с порошковыми, композиционными материалами и материалами, полученными другими методами).

\*\*\*

Осуществление предложенной методики проектирования инновационных образовательных программ, учебных планов, педагогических технологий позволяет перейти к конкретным инновационным образовательным программам высшего профессионального образования, обеспечить подготовку специалистов, способных создавать конкурентоспособную на внешних и внутренних рынках продукцию и ставить на производство технику новых поколений.

На основе изложенного компетентного подхода в вузе и построения структурно-логических схем для проблемно-ориентированных на инновационную деятельность дисциплин можно реализовать применение новых инновационных технологий обучения. Например, совершенствование педагогических методов, которые развивают:

- профессиональную специфику вуза при условии реализации содержания образования и формирования компетенций выпускника, определяемых ФГОС третьего поколения;
- навыки командной работы, межличностные коммуникации, лидерские качества;
- другие технологии формирования конкурентоспособного «человеческого капитала» (чтение интерактивных лекций, проведение групповых дискуссий, анализ деловых ситуаций на основе кейс-метода и имитационных моделей, проведение ролевых игр, тренингов, преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ вуза, учитывающих региональную специфику).