

## **МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Вехтер Е.В., Сафьянников И.А.**

*ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия (634050, г. Томск, пр. Ленина, 33), [vehter@tpu.ru](mailto:vehter@tpu.ru)*

---

**В данной статье представлена модель формирования проектно-конструкторских компетенций у бакалавров по техническим направлениям подготовки как целостная, многоуровневая динамическая система, включающая в себя: структурные компоненты организации образовательного процесса; дидактические составляющие учебного процесса; этапы формирования, критерии и уровни сформированности проектно-конструкторских компетенций. Данная модель основана на использовании принципов проблемно-ориентированного и проектно-организованного обучения в сочетании с непрерывностью процесса подготовки студентов к проектно-конструкторской деятельности в течение всего периода обучения в вузе, междисциплинарным характером обучения и опережающей самостоятельной работой.**

---

Ключевые слова: технология обучения, проектно-конструкторские компетенции, структурно-функциональная модель.

## **MODEL OF PROJECT AND DESIGN COMPETENCES DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF MULTILEVEL SYSTEM OF TECHNICAL EDUCATION**

**Vehter E.V., Safyannikov I.A.**

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk  
Tomsk, Russia (634050, Tomsk, avenue of Lenin, 30) [vehter@tpu.ru](mailto:vehter@tpu.ru)*

**The article presents a model of development of project and design competences of engineering bachelors as an integrated multilevel dynamic system including: structural components of educational process organization; didactic components of educational process; development stages, criteria and levels of project and design competences development. This model is based on principles of problem-based and project-organized learning in combination with continuous process of students training for project and design activity during the entire period of study in university, interdisciplinary nature of learning and advanced independent work.**

Key words: training technology, project and design competences, structural and functional model.

### **Введение**

Исходя из сложившейся в нынешнем столетии специфики развития высокотехнологичного сектора производств, деятельность выпускника технического вуза становится всё больше ориентированной на создание и управление сложными техническими системами, совершенствование существующих и внедрение новых технических объектов.

В этих условиях главной задачей системы ВПО является усиление внимания к проблеме подготовки выпускников технического профиля качественно нового уровня, а именно формирование активной творческой личности, способной самостоятельно определять и решать комплексные инженерно-технические проблемы, выходящие за пределы стандартных ситуаций; способной проектировать и конструировать сложные ресурсоэффективные технические объекты и производственные процессы.

Несмотря на то что современное разделение труда в области инженерной деятельности неизбежно ведет к специализации инженеров, базовой составляющей любой инженерно-

технической деятельности является *проектно-конструкторская деятельность (ПКД)*, успешность которой зависит от сформированности соответствующих компетенций.

Переход к компетентностно-ориентированному образованию определяет необходимость поиска соответствующих теоретико-методологических решений, направленных на эффективную организацию учебного процесса и обеспечивающих повышение качества развития профессионально значимых компетенций, необходимых для ведения проектно-конструкторской деятельности, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда.

### **Материал и методы исследования**

Анализ ситуации в инженерном образовании [1] показал, что *важнейшими задачами* эффективного *формирования проектно-конструкторских компетенций (ПКК)*, которые должны быть учтены при разработке концептуального подхода к системе подготовки к проектно-конструкторской деятельности, *являются*: преодоление однобокого образования, дававшего человеку только знания; необходимость планирования содержания образования, ориентированного на конечный результат; организация непрерывного процесса развития *ПКК* в течение всего периода обучения.

Для оптимального решения поставленных задач в рамках данного исследования за основу был принят интегративный подход в организации процесса, сочетающий в себе основные положения таких научных подходов, как: системно-деятельностный, личностно ориентированный и компетентностный [2]. Основные принципы этих подходов были учтены при построении модели организации образовательного процесса подготовки бакалавров технического профиля к *ПКД* в условиях многоуровневой системы образования (рис. 1). Разработанная модель представлена в виде двух взаимосвязанных структурных компонентов: *концептуального и процессуально-содержательного*.

*Концептуальный компонент* отражает современные требования к подготовке бакалавров и магистров в области техники и технологий, которые в последующем трансформируются в результаты обучения в виде перечня профессионально значимых компетенций необходимых для ведения *ПКД*. В основу предлагаемой модели заложены теоретико-методологические аспекты развития системы ВПО, интегрирующие в себе: современные тенденции развития ВПО, различные методологические подходы в образовании и основные дидактические принципы организации учебного процесса. *Процессуально-содержательный компонент* модели отражает основные составляющие процесса организации обучения: *дидактическое проектирование и дидактический процесс*.

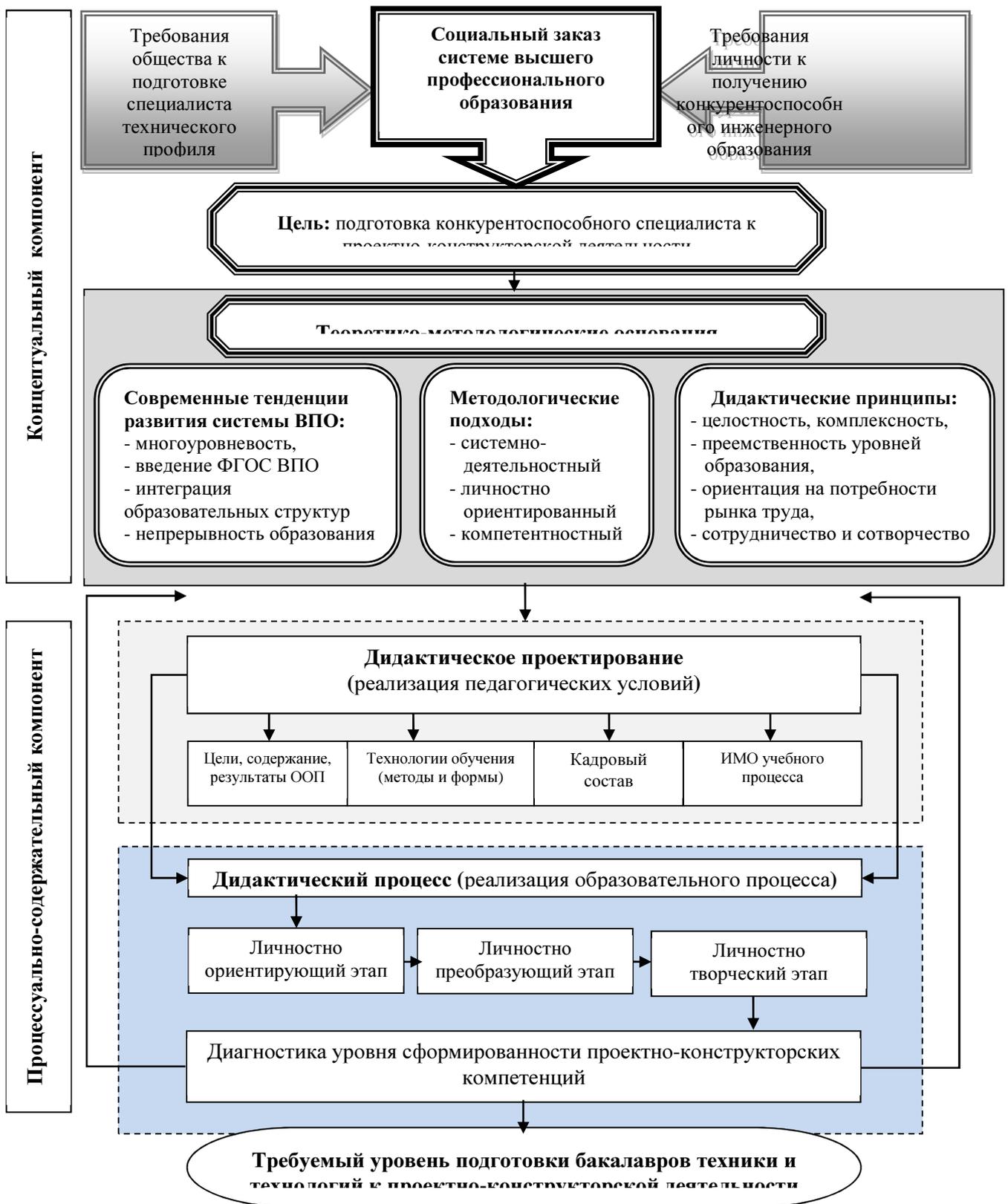


Рис. 1. Модель подготовки бакалавров технического профиля к проектно-конструкторской деятельности.

*Дидактическое проектирование* включает в себя проведение качественного анализа компонентов образовательного процесса (информационно-методическое обеспечение учебного процесса, используемые технологии обучения, кадровый состав, система

оценивания результатов обучения) с целью обновления содержательного наполнения образовательных программ, планирования и организации эффективного дидактического (педагогического) процесса. Именно эти компоненты образовательного процесса и можно отнести к дидактическим условиям, выполнение которых, позволит обеспечить эффективную подготовку бакалавров техники и технологий к будущей ПКД (рис. 2).

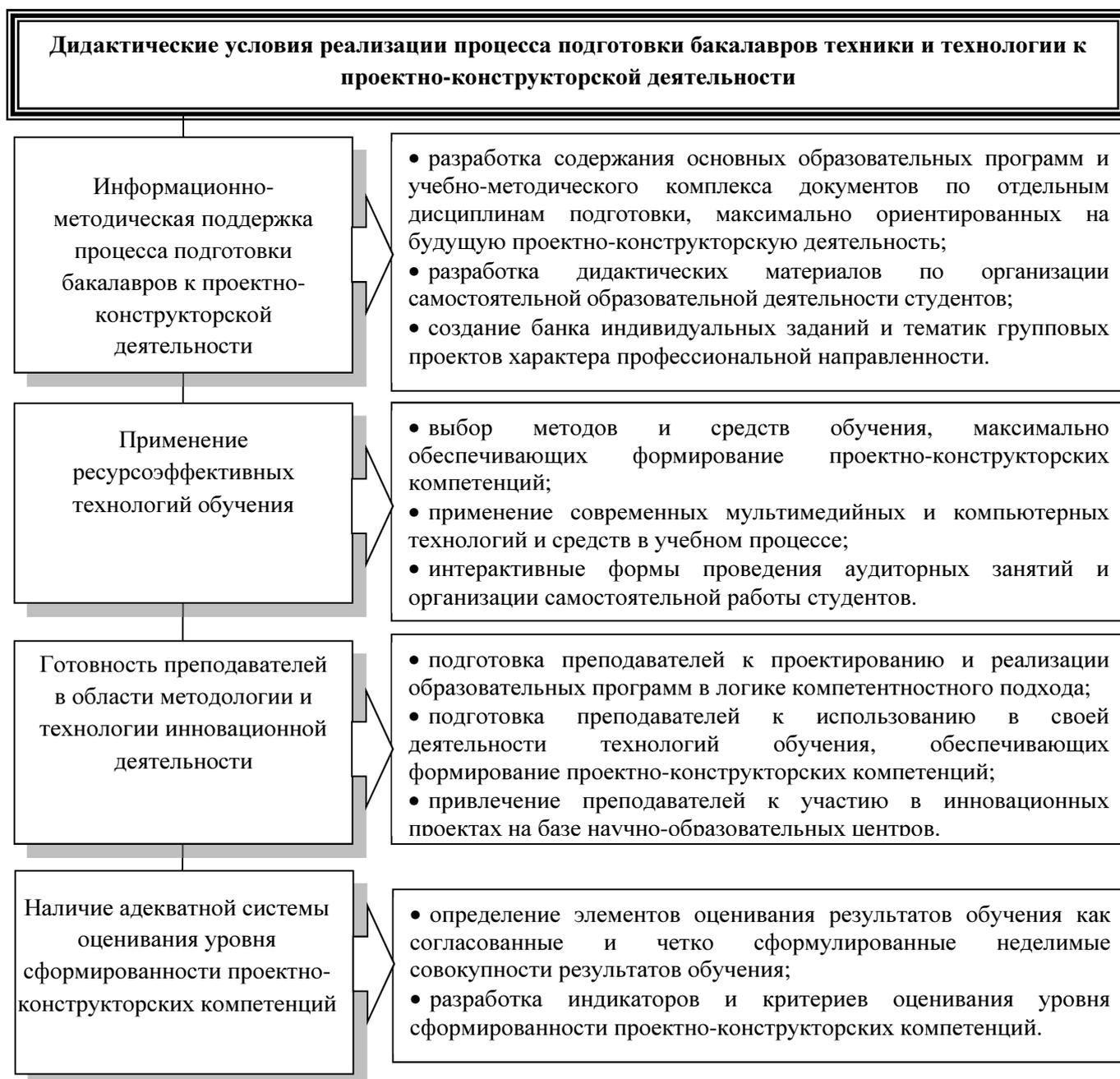


Рис. 2. Дидактические условия реализации процесса подготовки бакалавров техники и технологии к проектно-конструкторской деятельности.

*Дидактический процесс* подготовки студентов к ПКД рассматривался как поэтапный переход одного состояния в другое, отличающееся своими функциями и ведущими направлениями деятельности. В целостном и непрерывном процессе подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности было условно выделено три взаимосвязанных

этапа обучения, влияющих на развитие ПКК – *лично ориентирующий, лично преобразующий и лично творческий*.

Основная идея предлагаемого подхода в обучении заключается в попытке обеспечения тесной связи производства и непрерывности процесса подготовки студентов к проектно-конструкторской деятельности, на основе интегративного подхода отражающего реализацию трех основных положений, организации учебного процесса: *содержание обучения, методика обучения и организационный аспект*. На каждом этапе обучения обеспечивается взаимосвязь между различными уровнями готовности студентов к ПКД посредством корректировки целей, содержания и выбора соответствующих технологий обучения.

*На лично ориентирующем этапе* (1-2 семестры) обучения процесс развития ПКК осуществляется на уровне интеграции межпредметных связей: используются понятия, законы, категории, которые являются общими в дисциплинах общепрофессиональной подготовки; изложение теоретического материала ведется с опорой на знания студентов смежных дисциплин; для самостоятельной работы студентам предоставляется право выбора уровня сложности задания в соответствии с их возможностями. В этот период обучения наряду с решением хорошо структурированных типовых задач вводятся творческие мини-проекты, для выполнения которых студентам необходимо актуализировать знания не только дисциплин проектировочного блока, но и смежных учебных дисциплин общепрофессионального цикла. Процесс обучения, основанный на информационно-развивающих технологиях обучения [3], направлен на систематизацию у студентов знаний по общепрофессиональным дисциплинам, своевременную их актуализацию, а также на формирование устойчивых навыков работы с информацией.

*На лично преобразующем этапе* (3-6 семестры) обучения процесс развития ПКК направлен на формирование потребностей студентов в дополнительной информации, умений ее поиска и переработки с опорой на дисциплины проектировочного блока. На данном этапе обучения, основанном на использовании деятельностных технологий обучения [3], студенты самостоятельно или под руководством преподавателей профилирующих кафедр овладевают практическим опытом ведения проектной деятельности через выполнение типовых курсовых работ и проектов, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки, представляющие собой творческие задания внутридисциплинарного характера. В этот период обучения происходит формирование у студентов системы профессиональных практических умений и навыков, по отношению к которым учебная информация выступает инструментом, обеспечивающим возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Целевая ориентация и мотивация студентов направлена на повышение потребности в самообразовании и самосовершенствовании своей ПКД.

На *личностно творческом этапе* (7-8 семестры) обучения студенты овладевают практическим опытом ведения проектной деятельности через введение в учебный процесс заданий по разработке проектов междисциплинарного характера, которые представляют собой синтез творческой, научно-исследовательской и проектной деятельности. Выполнение проектов, их презентация и защита способствуют дальнейшему формированию субъектной позиции студента. Интеграция учебной деятельности осуществляется на стыке проектировочных и специальных дисциплин. В этот период обучения доминируют продуктивные методы обучения, предлагающие творческую деятельность проблемно-практического характера [4]. Результатами данного этапа обучения является подготовка студентами выпускной квалификационной работы (ВКР), которая представляет собой практико-ориентированный проект в области будущей профессиональной деятельности.

Для подтверждения эффективности предлагаемого подхода в организации учебного процесса подготовки бакалавров к ПКД была проведена экспериментальная проверка разработанной модели формирования проектно-конструкторских компетенций.

### **Результаты**

Обучение в контрольных группах (КГ) проводилось с использованием классических подходов по традиционной программе. В экспериментальных группах (ЭГ) учебный процесс организовывался на основе реализации совокупности выдвинутых организационно-педагогических условий (рис. 2).

На *личностно ориентирующем этапе* обучения подготовка к ПКД осуществляется через освоение дисциплины «Инженерная и компьютерная графика», которая помогает развить базовые инженерно-графические компетенции (правила проектирования и конструирования, выполнения и оформления проектно-конструкторской документации). Учебный процесс на данном этапе обучения строится через решение проблемно-творческих расчетно-графических задач, не имеющих алгоритма решения, посредством работы в малых группах или индивидуальной работы с использованием системы автоматизированного проектирования Autodesk AutoCad и Autodesk Inventor. Содержание заданий подбирается с учетом будущей профессиональной направленности, с применением межпредметных связей. Итогом обучения на данной ступени является выполнение проекта инженерной направленности, тему которого студенты определяют самостоятельно или совместно с профилирующей кафедрой. Результаты работы над проектом позволяют определить базовый уровень развития первичных навыков инженерного проектирования, критерием которого является разработка проектно-конструкторской документации сборочного узла технического устройства и выполнение его трехмерной модели. При этом следует отметить, что базовый уровень имеет 4 оценочные шкалы: *низкая, средняя, высокая, очень высокая*.

Результаты обучения в экспериментальных и контрольных группах в период с 2007 по 2010 г. представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

Развитие первичных навыков инженерного проектирования	2007/08 уч. год		2008/09 уч. год		2009/10 уч. год		2010/11 уч. год	
	КГ1 (20 чел.), %	ЭК1 (22 чел.), %	КГ2 (20чел.), %	ЭГ2 (22 чел.), %	КГ3 (21 чел.), %	ЭГ3 (20 чел.), %	КГ4 (23 чел.), %	ЭГ4 (27 чел.), %
низкое	25	13,6	15	4,6	9,5	5	13,0	3,7
среднее	40	9,1	25	0	28,6	15	26,1	11,1
высокое	20	31,8	30	31,8	38,1	25	34,8	14,8
очень высокое	15	45,5	30	63,6	23,8	55	26,1	70,4

Анализ результатов позволяет сделать вывод о том, что введение в учебный процесс экспериментальных групп отдельных элементов технологии проектного обучения (принцип доступности, принцип активности, принцип наглядности) способствует усилению мотивации студентов для ведения ПКД, стимулирует студентов к систематической самостоятельной работе и способствует развитию таких проектно-конструкторских компетенций, как: чтение и выполнение чертежа, развитие наглядно-образного и словесно-логического мышления, умение принимать правильные решения, организаторские способности, умения совместной деятельности, самостоятельность, самоконтроль.

На *лично преобразующем этапе* обучения интеграция учебной деятельности осуществлялась на стыке проектировочных и общепрофессиональных дисциплин. На данном этапе обучения у студентов формируются практические умения и навыки учебно-проектной деятельности. Студенты самостоятельно или под руководством преподавателей профилирующих кафедр овладевают практическим опытом ведения проектной деятельности через выполнение типовых курсовых работ и проектов, представляющих собой творческие задания внутридисциплинарного характера. Результатами данного этапа обучения становится ценностно-смысловое самоопределение студентов, развитие профессиональной мотивации, высокий уровень активизации учебной деятельности студента, сформированность его личностного отношения к самообразованию и самосовершенствованию. Опыт ведения ПКД формирует прочную основу понимания приобретенных дисциплинарных знаний, умений и навыков, на которых можно построить концептуальное понимание сущности деятельности междисциплинарного характера.

На *лично творческом этапе* обучения студенты овладевают практическим опытом ведения проектной деятельности через введение в учебный процесс заданий по выполнению реальных проектов междисциплинарного характера по заказу предприятий нефтегазового

комплекса. Обучение проходит в процессе моделирования месторождений нефти и газа, когда создаются цифровые 3D-геологические и 3D-гидродинамические модели по результатам сбора и анализа реальных данных. В результате выполнения таких проектов разрабатывается полный набор проектно-конструкторской документации в соответствии с отраслевыми регламентами и инструкциями. По итогам выполнения практико-ориентированных междисциплинарных проектов, по сути, являющихся научно-исследовательскими работами, студенты выполняют свои ВКР.

Эффективность и качество такого подхода в обучении подтверждается активным участием студентов в работе конференций и семинаров различного уровня, в реализации хоздоговорных работ по заказу предприятий. Предложенный подход в организации учебного процесса формирует у студентов, помимо профессиональных компетенций, также ряд общекультурных, таких как: критическое мышление, навыки работы в команде, способность грамотно ставить задачи и принимать самостоятельные решения, находить общий язык со специалистами в другой предметной области в процессе совместной деятельности. Более того, поскольку выполняемые работы – это реальные производственные задачи, значительно возрастает интерес студентов к ним, возникает понимание значения и востребованности того комплекса знаний, который приобретают студенты на протяжении всего обучения в вузе, эти знания закрепляются и рассматриваются на примере реальных, а не абстрактных задач.

### **Заключение**

Результаты эксперимента показали, что разработанная модель способствует успешной подготовке бакалавров в области техники и технологий к будущей проектно-конструкторской деятельности. Утверждение основано на том, что модель учитывает особенности будущей профессиональной деятельности специалистов и нацелена на формирование их способностей к естественной и быстрой адаптации в трудовых коллективах и оперативному освоению самых современных наукоемких технологий.

### **Список литературы**

- 
1. Агранович Б.Л., Похолков Ю.П., Федоров И.Б. и др. Становление и развитие системы университетского технического образования России / под. ред. Федорова И.Б. – Москва : МГТУ им. Баумана, 2007. – 187 с.
  2. Гриценко Л.И. Теория и практика обучения: интегративный подход : учебное пособие для вузов. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 240 с.
  3. Лаврентьева Н.Б., Федорова Т.С. Педагогические технологии: технология учебного проектирования в системе профессионального образования. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ. – 2003. – 120 с.

4. A. Kolmos Facilitating change to a problem-based model // The International Journal for Academic Development. – 2002. – P. 63-73.

**Рецензенты:**

Соколова И.Ю., д.п.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет», г. Томск.

Стародубцев В.А., д.п.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.