

УДК 378

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»  
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ  
(ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ)**

*Марицуневич Н.А.*

*В статье рассматриваются основные стадии развития образовательных программ «Технологические машины и оборудования». На этих этапах реализуются значимые для учебных планов нововведения, устанавливаются партнерские отношения с предприятиями и разработчиками, происходит длительный контроль знаний студентов, а также привлечение студентов к научной деятельности. В статье раскрываются идеи о том, как эти проблемы решаются в Санкт-Петербургском Государственном Технологическом институте.*

*Ключевые слова: образовательная программа, технологическое проектирование, машины и оборудование для химической промышленности, химико-технологические процессы*

До недавнего времени многие отечественные промышленные предприятия предпочитали закупать технологическое оборудование за рубежом, справедливо считая, что качество и надежность разработок российских фирм, как правило, не отвечают современным требованиям. Однако с введением санкционных ограничений нашими западными «друзьями» предприятия химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей отраслей стали испытывать определенные сложности. К сожалению, в очередной раз срабатывает народная мудрость: «пока гром не грянет, мужик не перекрестится». Давно пора научиться извлекать уроки из наказаний и как можно скорее избавиться от унижительной зависимости как от запада, так и от востока. Одна из важнейших задач в этом отношении – наладить выпуск специалистов, способных создавать современное промышленное оборудование, без которого отечественная промышленность развиваться не может. Это тем более актуально в условиях настоящего момента, когда российские предприятия имеют «на вооружении» либо отживающие свой век отечественное оборудование и технологии, либо оснащены новым оборудованием, но импортного производства и без права проведения технической модернизации. Налицо полная зависимость от импортных производителей. И с каждым годом такая зависимость будет только возрастать, что наносит непоправимый урон самостоятельности конкретных организаций и страны в целом. Нельзя не

прислушаться к словам В.В. Путина, сказанным в июне 2014 г. при открытии заседания Совета при Президенте РФ по науке и образованию: «Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости».

Санкт-Петербургский технологический институт (СПбГТИ), на мой взгляд, имеет все возможности внести заметный вклад в решение задачи подготовки высококачественных инженерных кадров в области создания технологического оборудования для вышеперечисленных отраслей промышленности. Важнейшим основанием для такой уверенности является то, что механический факультет данного вуза именно этим и занимался на протяжении многих лет своего существования. Здесь более 150-ти лет назад на кафедре прикладной механики были заложены первые в нашей стране научные основы отечественного машиностроения, и начала формироваться школа конструирования аппаратов и машин для реализации химико-технологических процессов в промышленном масштабе. Особая заслуга в этом принадлежит первому заведующему кафедрой прикладной механики профессору И.А.Вышнеградскому (директору института с 1875 года). Благодаря его таланту и энергии были построены и переоборудованы многие оборонные предприятия России, в том числе Охтинский пороховой завод. Прикладная механика как отрасль научного

знания при непосредственном участии профессора И.А.Вышнеградского получила дальнейшее развитие и разделилась на целый ряд направлений: сопротивление материалов, подъемные машины, построение машин, паровые машины, детали машин. Очень скоро в рамках указанных направлений появились признанные корифеи науки – воспитанники научной школы И.А.Вышнеградского. Нельзя не упомянуть в этой связи имя профессора В.Л.Кирпичева, автора классических учебников по дисциплинам «Сопротивление материалов» и «Детали машин», по которым училось не одно поколение инженеров-конструкторов. Выдающийся ученый и талантливый организатор, В.Л.Кирпичев не только способствовал становлению и развитию научных школ в Технологическом институте, но и принял активное участие в создании технологических и политехнических вузов в Харькове и Киеве, создав предпосылки для зарождения крупных научных центров в этих городах.

Конец XIX и начало XX века ознаменованы появлением целой плеяды ученых с мировым именем. В 1866 – 1893 годах на кафедре прикладной механики преподавал профессор Н.П. Петров, создатель гидродинамической теории трения деталей машин, удостоившийся Ломоносовской премии Российской Академии наук. Тогда же на механическом факультете работали профессор Х.С. Головин, директор Технологического института с 1891 года, профессор И.А. Евневич, декан факультета в 1868 – 1887 годах, профессор Н.Л. Щукин, известный механик и конструктор паровозов. Тысячи паровозов с литерой «Щ» работали на железных дорогах России, а затем Советского Союза. Наконец, в 1911 году в Технологический институт для работы на кафедре механики приглашен С.П. Тимошенко, который впоследствии становится ведущим мировым ученым в области сопротивления материалов, теории упругости, теории колебаний. Его научные труды и учебники остаются настольными книгами инженеров-конструкторов и студентов и поныне.

Разумеется, наличие признанных научных школ в прошлом явилось не единст-

венным основанием при организации подготовки по направлению «Технологические машины и оборудование» в СПбГТИ. Еще одним фактором, повлиявшим на принятие данного решения, послужил состав кафедр, которые входят в механический факультет. Среди них следует в первую очередь указать кафедру механики, кафедру процессов и аппаратов, кафедру инженерного проектирования и кафедру машин и аппаратов химических производств. Все перечисленные кафедры имеют огромный опыт преподавания дисциплин, определяющих фундамент профессиональной квалификации инженеров-проектировщиков и инженеров-конструкторов. Многолетнее сотрудничество кафедр с крупными промышленными предприятиями, в том числе оборонного профиля, позволило накопить большую базу решений реальных задач проектного характера. И кадровый состав кафедр, их материальное обеспечение, методическое обеспечение значительно превышают требования государственных образовательных стандартов. Наконец, то обстоятельство, что в течение нескольких десятков лет выпускающие кафедры факультета подготовили сотни инженеров для серьезных промышленных предприятий и проектных организаций, также придавало решимости при подготовке документов на получение лицензии для подготовки бакалавров и магистров по направлению «Технологические машины и оборудование».

Образовательная программа подготовки бакалавров, разработанная сразу после утверждения в 2009 году образовательного стандарта по направлению «Технологические машины и оборудование», исходила из соответствующей образовательной программы для специалистов, срок обучения которых составлял 5,5 лет. Сокращение срока обучения до 4-х лет произошло путем формального «ужимания» учебных дисциплин без обоснованной переработки учебного плана. Поначалу этого показалось достаточно. Однако очень скоро проявились недостатки такого подхода, и стало ясно, что усеченный учебный план подготовки специалистов не может рассматриваться в качестве полноценного учебного плана подготовки бака-

лавров. Поэтому последовала глубокая переработка всей образовательной программы бакалавров, в основу которой были положены требования ГОС, в том числе весь набор компетенций. В настоящее время эта образовательная программа реализуется по четырем направленностям.

Совершенно очевидно, что квалификации бакалавра недостаточно, чтобы стать творцом нового современного технологического оборудования. Это понимают руководители производств и проектных организаций, это понимают преподаватели технических вузов, это понимают, наконец, сами студенты. Недавно проведенные опросы среди студентов, обучающихся по программе бакалавриата, показали, что большинство из них намерено продолжить обучение в магистратуре. С учетом этого механическим факультетом проведена большая работа с целью открытия магистратуры по направлению «Технологические машины и оборудование». В рамках этого направления подготовлены три магистерские программы, в наибольшей степени отвечающие запросам промышленных предприятий на соответствующих специалистов: «Проектирование технологических комплексов переработки нефти и газа», «Интенсификация процессов в нефтехимии и нефтепереработке» и «Машины и технологии для переработки и модификации полимерных материалов». При этом основной акцент при выборе учебных дисциплин сделан на формировании у магистрантов ключевых профессиональных компетенций, абсолютно необходимых создателю нового оборудования:

- владение современными методами автоматизированного проектирования и конструирования технологических машин и аппаратов;

- способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию с использованием современных компьютерных технологий;

- умение применять при проектировании и расчете оборудования методы взаимозаменяемости и нормирования параметров точности;

- владение методами технических расчетов, технико-экономического и функцио-

- нально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций;

- владение методами диагностики и мониторинга технического состояния типового оборудования.

Формирование указанных профессиональных компетенций обеспечивается освоением таких дисциплин, как «Автоматизированное конструирование технологического оборудования», «Проектирование оборудования с применением стандартных узлов и агрегатов», «Технологический комплекс переработки нефти и газа, как объект проектирования», «Машины и аппараты нефтехимии и нефтепереработки», «Техноэкономический анализ». Перечисленные дисциплины призваны заложить фундамент профессиональной квалификации будущего инженера-конструктора. Другие дисциплины, входящие в учебный план подготовки магистра, рассматривают более частные, но в то же время также необходимые вопросы подготовки специалиста по направлению «Технологические машины и оборудование».

Открытие магистратуры – всего лишь первый шаг на пути к главной цели – выпуску специалистов, действительно способных проектировать технологическое оборудование. Другие шаги связаны с совершенствованием учебных планов, с углублением и развитием взаимосвязей с промышленными предприятиями и проектными организациями, с организацией непрерывного контроля знаний студентов с целью контроля качества обучения, с насыщением лабораторного практикума современным учебным оборудованием, с привлечением способных и заинтересованных студентов к научной работе.

Кратко остановлюсь на каждом из перечисленных шагов, которые, по существу, определяют направления образовательной деятельности механического факультета на ближайшие годы при реализации образовательных программ «Технологические машины и оборудование».

После открытия магистратуры возникла необходимость более тщательного согласования учебных планов магистратуры и бакалавриата и нахождения баланса между общими и специальными дисциплинами в

каждом из них. Это свелось к устранению перегруженности бакалавров на выпускающих кафедрах многочисленными специальными дисциплинами и перенесению части этих дисциплин в план подготовки магистров. Так или иначе, магистерский учебный план должен быть органическим продолжением бакалаврского учебного плана, и знакомство с современными пакетами программ по расчету и конструированию оборудования должно естественным образом перерасти в их практическое освоение и приобретение навыков проектирования технологических аппаратов и их элементов.

Практика последних лет доказала целесообразность сохранения уже выстроенной ступенчатости в подготовке на уровне бакалавриата, специалитета и магистратуры. Преимуществом механического факультета при реализации образовательных программ является глубокая базовая общеинженерная подготовка, осуществляемая в бакалавриате и специалитете в течение двух лет обучения в рамках всего направления (специальности). При этом все учебные планы оптимизированы и максимально универсальны, оставаясь синхронизированными не только по направлению, но и в целом по УГСН, что создает большие возможности для обучающихся для последующего выстраивания индивидуальных траекторий обучения в течение последующих двух лет в бакалавриате по различным направленностям.

В части разработки учебных планов по программам магистратуры на факультете имеются позитивные и существенные достижения, которые хотелось бы отметить. Во-первых, определены основные виды деятельности, на которые нацелена подготовка магистров. Ими явились производственно-технологическая и проектно-конструкторская виды деятельности. Именно эти виды деятельности позволяют сконцентрироваться на подготовке магистров для промышленных предприятий и проектных организаций реального сектора экономики. Во-вторых, разработан по сути модульный учебный план, в котором модули дифференцированы по уровням дисциплин: общие для всех направлений, общие в рамках одного направления и дисциплины,

отвечающие направленности программы магистратуры. При этом план является матрицей, позволяющей создавать новые планы и гибко модернизировать действующие на единых для механического факультета принципах.

Совершенствование учебных планов может быть также связано с введением в программу подготовки магистров дополнительных учебных дисциплин, например, в форме факультативных занятий. В частности, считаю крайне полезным ознакомление студентов-магистрантов с основами проектирования производств (т.е. с этапами разработки проектов отдельных цехов, промышленных площадок, мини-заводов), их содержанием, составом проектной документации и ее разделами. Выпускник механического факультета, освоивший программу магистратуры, должен хорошо представлять последовательность проектирования производств, начиная от планировочной организации земельного участка, архитектурных решений, инженерных сетей, инженерно-технических мероприятий ГО и ЧС и заканчивая основными позициями сметы на строительство.

Качественная подготовка специалиста-проектировщика не может быть осуществлена также без реального участия промышленных предприятий и проектных организаций в процессе обучения студентов. Без конкретного заказчика подготовки, активно участвующего в формировании образовательных программ, заинтересованного в конкретной кафедре, факультете, в целом в сотрудничестве с СПбГТИ, невозможно решение этой сложной задачи. И здесь важнейший вопрос – а чем институт может быть интересен конкретному работодателю, чему факультет может научить своего выпускника, насколько высок уровень преподавательского состава и соответствует ли он современным требованиям, готовы ли выпускники к самостоятельной работе по выбранной специальности. В рамках поставленных вопросов важным звеном в обеспечении узнаваемости и конкурентоспособности механического факультета и СПбГТИ в целом может стать профессионально-общественная аккредитация профессиональных образовательных программ,

которая представляет собой признание качества и уровня подготовки выпускников, освоивших такую образовательную программу в конкретной организации, отвечающими требованиям профессиональных стандартов, требованиям рынка труда к специалистам, рабочим и служащим соответствующего профиля.

Заинтересованность будущего работодателя в молодом специалисте механического профиля должна проявляться задолго до получения им диплома. Это может быть сделано разными способами, в том числе с помощью привлечения руководителей данного предприятия к проведению занятий со студентами, выбора этого предприятия в качестве базы производственной практики, задания темы выпускной квалификационной работы исходя из производственных потребностей организации и т.п. В идеале работодатель должен установить контакт со своим предполагаемым будущим работником за год-два до окончания института, заинтересовать его проблематикой предприятия и курировать выбранного студента на протяжении оставшегося периода учебы.

Еще одна сторона повышения качества обучения связана с непрерывным мониторингом степени усвоения материала учебных дисциплин. Популярная среди некоторых студентов практика учебы «от сессии до сессии» должна уйти в прошлое. Глубокие знания, а тем более навыки проектирования можно приобрести только в результате регулярных занятий. Непрерывный контроль знаний студентов предполагает разработку тестов по всем дисциплинам учебного плана, развитие дистанционного обучения, использование лицензионных тестов как для тренинга, так и для оценки знаний. Целесообразна, на мой взгляд, организация контроля по базовым дисциплинам в виде комплексных письменных работ с элементами конструкторских решений и их обоснованием. Другими словами, наиболее актуальной задачей в настоящее время является создание полноценного фонда оценочных средств уровня освоения компетенций, входящих в государственные образовательные стандарты по направлению «Технологические машины и оборудование». В настоящее время в СПбГТИ есть

масштабные наработки, которые позволяют с оптимизмом оценивать возможность формирования полноценной и всеобъемлющей системы мониторинга качества знаний студентов. Достаточно давно в институте регулярно проводится Интернет-тестирование, отдельными кафедрами используются интернет-тренажеры при проверке усвоения разделов учебных дисциплин, имеется положительный опыт внедрения бально-рейтинговой оценки достижений обучающихся.

Кроме того, в течение ряда последних лет внедрена практика проведения добровольного независимого тестирования для оценки уровня освоения дисциплин математического профиля в ходе промежуточной аттестации обучающихся. Нет сомнения, что такая оценка, во-первых, более объективна, а, во-вторых, основана на одинаковых требованиях ко всем студентам. В планах института продолжить указанную практику и распространить ее на другие дисциплины в отношении программ бакалавриата и специалитета. Наиболее существенным звеном в проведении этой работы становится формирование центра оценивания, который возьмет на себя организацию и проведение всех работ по независимой оценке уровня освоения студентами учебных дисциплин.

Однако во главу угла еще на стадии разработки образовательных программ легла работа по созданию фонда оценочных средств (ФОС). Ее важнейшие этапы состояли в следующем:

- анализ и согласованное закрепление компетенций, приведенных в образовательном стандарте, за учебными дисциплинами в виде «Перечня компетенций» учебного плана;
- подбор одного (двух) профессиональных стандартов, соответствующих данному направлению подготовки, требования которого (которых) должны быть учтены в содержании рабочей программы дисциплины (РПД), программ практик и программы государственной итоговой аттестации (ГИА);
- модернизация и ежегодное обновление РПД, программ практик и ГИА;
- разработка (обновление) фондов оценочных средств как приложений к РПД, к

программам практик и ГИА с их дифференциацией по формулируемым компетенциям и по этапам их освоения.

Количество закрепляемых за каждой дисциплиной компетенций не должно быть большим – не надо «жадничать», подчеркивая значимость и важность изучаемого предмета, ведь по каждой компетенции необходим ФОС, отраженный в нескольких (суммарно в пяти) документах и разделах. Компетенции, включаемые в РПД, должны быть тщательно отобраны: в первую очередь именно те, которые непосредственно ею формируются – косвенное влияние на формирование компетенций имеет практически любая дисциплина.

Поскольку в образовательных стандартах компетенции подразделяются на три группы, целесообразно распределить их между дисциплинами: общекультурные компетенции (ОК) – преимущественно между гуманитарными дисциплинами, общепрофессиональные компетенции (ОПК) – между естественнонаучными инженерными дисциплинами, а профессиональные компетенции (ПК) – между дисциплинами выпускающих кафедр.

Фонд оценочных средств по каждой компетенции в общем случае состоит из трех взаимосвязанных частей:

1. ФОС текущего контроля по дисциплинам (модулям) и практикам: материалы преподавателя для проверки освоения обучающимся учебного материала, включая входной контроль; контроль на практических и лабораторных занятиях (в РПД может приводиться ссылка на приложения к методическим указаниям или рабочие материалы преподавателя, содержащие тесты, задачи, контрольные вопросы, или же такие задания могут содержаться непосредственно в РПД).

2. ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам; материалы для проведения экзаменов и зачетов (оформляются в виде обязательного приложения к РПД).

3. ФОС итоговой аттестации: материалы для проведения государственной итоговой аттестации (оформляются в виде раздела программы ГИА).

При разработке ФОС следует учитывать, что «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.12.2013 г. № 1367, определяет содержание ФОС для проведения промежуточной аттестации, который обязательно должен содержать четыре основных раздела:

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в рамках освоения образовательной программы.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания.

3. Типовые контрольные задания и материалы.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Наконец, еще один важный момент, который учитывался при разработке образовательных программ, состоял в организации научной работы студентов. На младших курсах она может быть ограничена участием в городских и Интернет-олимпиадах с предварительной подготовкой и отбором наиболее способных студентов. Хотя и здесь могут быть исключения. Например, один из студентов механического факультета, обучаясь на втором курсе, опубликовал в академическом журнале («Физика Земли», 2013, № 6, с. 39-48) статью «Пространственно-временные вариации структуры поля поглощения s-волн в районе невадского ядерного полигона». На старших курсах привлечение студентов к научно-исследовательской работе вполне реально, о чем убедительно свидетельствуют результаты ежегодной научно-практической конференции, посвященной годовщине основания СПбГТИ.

Наилучшим показателем эффективности всех перечисленных мер по организации подготовки высококачественных инженерных кадров в области создания технологического оборудования на механиче-

ском факультете СПбГТИ является показателем трудоустройства выпускников факультета. Этот показатель близок к 100% за счет хорошо работающей системы содействия трудоустройству и занятости выпускников. Указанная система реализуется в нескольких формах, а именно:

1. Содействие трудоустройству выпускников:

- непосредственное трудоустройство выпускников и организация временной занятости студентов;

- сбор сведений о наличии вакансий на предприятиях, соответствующих выбранной студентом специальности; создание и обновление базы данных о потребностях в работниках и предоставление этой информации студентам;

- обеспечение студентов базами для прохождения производственной и преддипломной практик и стажировок;

- организация и проведение «Ярмарок вакансий»;

- оказание консультационной помощи по вопросам трудоустройства и вторичной занятости;

2. Профориентационная работа:

- проведение ознакомительных экскурсий на предприятиях и организациях – партнерах института;

- организация встреч студентов с выпускниками прошлых лет, занимающих в настоящее время руководящие должности;

- проведение научно-практических семинаров и конференций по направлениям подготовки механического факультета, а также встреч с ведущими учеными, практиками, руководителями профильных предприятий и бизнесменами.

3. Содействие повышению уровня осознанного профессионального самоопределения:

- вовлечение студентов в различные научные конкурсы (гранты) и предметные олимпиады;

- привлечение студентов к участию в научно-промышленных выставках и форумах;

- реализация программ дополнительных учебных курсов.

4. Мониторинг трудоустройства выпускников, который служит не только выявлению востребованности специалистов различных направлений, но и позволяет корректировать работу по содействию трудоустройству выпускников и занятости студентов.

В заключении хочу выразить надежду, что изложенный мною опыт разработки образовательных программ по направлению «Технологические машины и оборудование» окажется полезным другим вузам России, в которых готовят специалистов механических служб для крупных промышленных предприятий или специалистов по проектированию нового технологического оборудования.

## EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL PROGRAM “TECHNOLOGICAL MACHINES AND EQUIPMENT” IN ST.PETERSBURG STATE TECHNOLOGICAL INSTITUTE (TECHNICAL UNIVERSITY)

*Martsulevich N.*

*Abstract. The main stages of the development of the educational program “Technological machines and equipment” are discussed. These stages include significant curriculum improvement, establish of partnership with industrial enterprises and design engineering company, continuous control of student’s knowledge and attracting students to scientific work. The article shows how each of these problems are solved in St.Petersburg State Technological Institute*

*Keywords: educational program, engineering design, machinery and equipment for chemical industry, engineering processes*