

УДК 004.4; 621.01

DOI 10.54835/18102883_2021_29_4

ИНТЕГРАЦИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН И ПРОЦЕДУР В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ НА ОСНОВЕ ЭСОО

Кузлякина Валентина Васильевна,
доктор технических наук, профессор,
KuzlyakinaVV@mail.ru

Россия, 690054, Владивосток, ул. Рыбацкая, д. 17.

На рубеже третьего тысячелетия произошёл информационный взрыв, вызванный появлением мощных вычислительных комплексов с фантастическими (по сравнению с прежними) возможностями. Эти возможности были сразу же использованы в передовых отраслях промышленности, в технически и интеллектуально развитых странах, что позволило им выйти на качественно новый уровень в производстве различных изделий, изменить стиль управления экономикой и обществом, технологию и методику образования. Во всех сферах человеческой деятельности развиваются интеграционные процессы.

Ключевые слова: интеграция в образовании, информационная среда, креативная технология обучения, электронные системы организации обучения.

Введение

События конца XX века привели к разрушению всего народного хозяйства. Однако мощный научный задел Советской науки, работавшей на опережение, позволил сравнительно быстро приступить к восстановлению.

Развитие экономики страны во многом определяется возрождением машиностроительных предприятий оборонной, судостроительной отраслей и сопутствующих им производств. Работа предприятий должна основываться на применении современных технологий в проектировании и в производстве объектов, их технической эксплуатации и утилизации. Речь должна идти о комплексной системе автоматизированного производства и эксплуатации изделий, структура которой представлена на рис. 1.

Система была впервые представлена в 1997 г. без первого и последнего столбцов, которые были добавлены в последующих работах [1]. Система инженерного образования должна обеспечивать подготовку будущих специалистов для реализации этой интегральной системы в реальном производстве.

Наиболее сложными, определяющими качественный уровень производимой продукции, являются подсистемы автоматизированные системы: формирование идеи и технического решения, проектирование на стадии структурно – параметрического синтеза, конструирование и расчёты на прочность. На этих этапах решаются следующие задачи:

- описание потребностей (задача № 1);
- выбор физической операции (задача № 2);
- выбор функциональной системы (задача № 3);
- выбор физических принципов действий (задача № 4);
- принимается техническое решение (задача № 5);
- выполняется технический проект (задача № 6).

При решении задачи № 6 улучшаются технико-экономические показатели изделий на 10–15 %, задачи № 5 – на 20–30 %, задачи № 4 на – 30–50 %, а иногда и в несколько раз. Ещё больший эффект достигается при решении задач № 1 и № 2. В то же время имеет место два парадокса:

- решают на предприятиях и учат в вузах в основном задачам № 6;
- многочисленные стандарты, нормалы и инструкции в основном относятся к техническим решениям, тогда как к задачам выбора физических операций, функциональных систем, физических принципов действий не существует ни инструктивной, ни методической литературы.

Современные компьютерные технологии (КТ) позволяют в полной мере реализовать многовариантный поиск решений и выбор оптимальных решений по критериям ТРИЗ (теория решения изобретательских задач), обучение решению всех перечисленных выше задач.

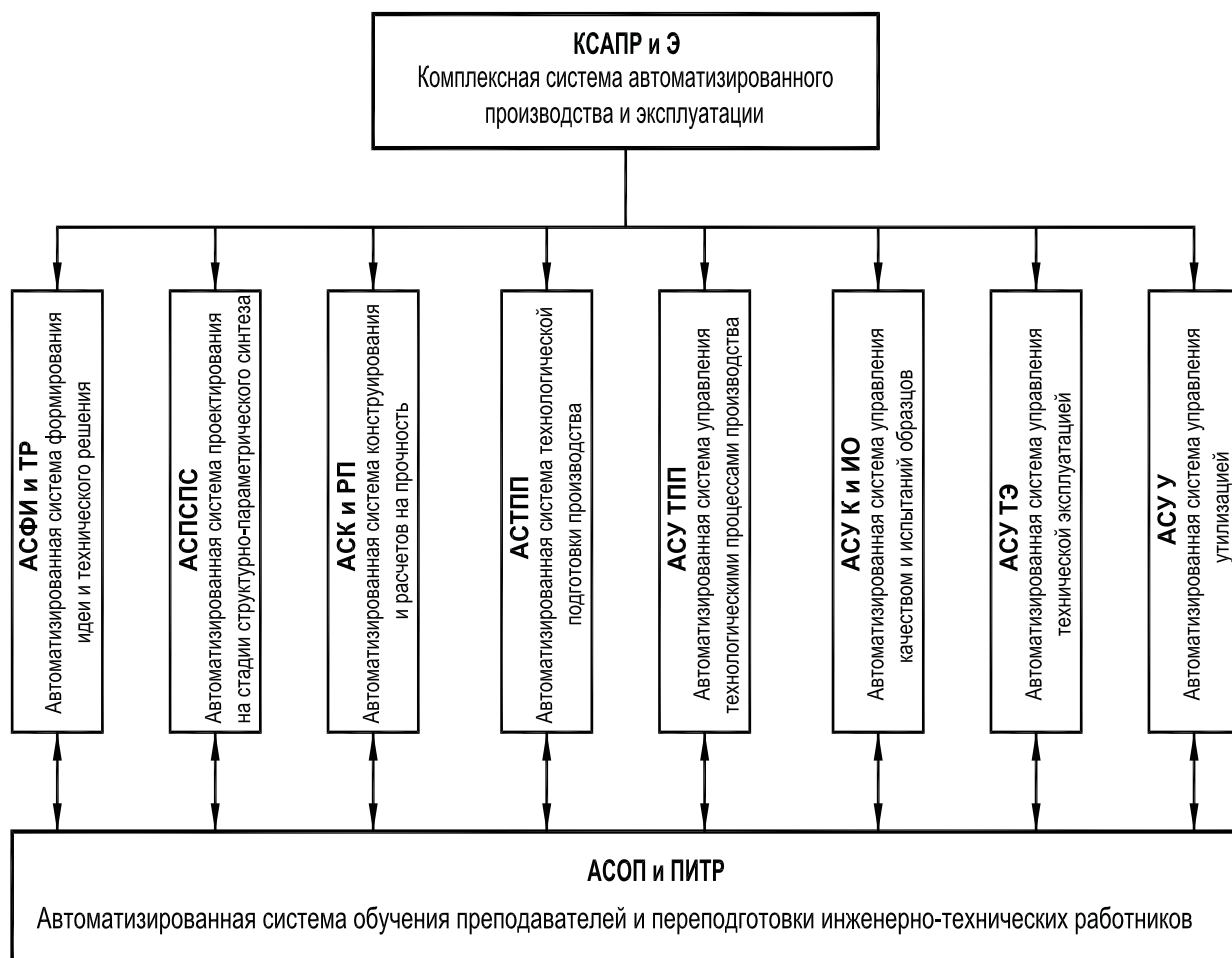


Рис. 1. Структура обобщенной комплексной системы автоматизированного производства и эксплуатации ТО
 Fig. 1. The structure of a generalized integrated system of automated production and maintenance of TO

1. Современное инновационное инженерное образование

Стандартный массовый характер обучения (неиндивидуализированное образование) не соответствует потребностям XXI века. Современный бизнес нуждается в квалифицированных творческих работниках, ощущается необходимость перехода от репродуктивной познавательной деятельности обучаемых к поисковой. Инновационное образование предполагает совокупность новых инструментов обучения, технологий и методик, направленных на развитие творческого потенциала личности обучаемого. Это возможно только на основе компьютерных технологий, внедрение которых изначально зависит от степени подготовленности материально-технической базы и педагогических кадров высших и средних специальных технических учебных заведений. Не случайно произошло преобразование большинства технических институтов в университеты. Это преобразование влечет за собой усиление роли фундаментальных наук,

к которым традиционно относятся математика и физика. В технических университетах и академиях к фундаментальным наукам целесообразно отнести и такую основополагающую дисциплину как «Основы проектирования машин», включив в ее состав курсы: теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования, элементы систем автоматизированного проектирования. Между тем возникла опасная тенденция снижения знаний по точным наукам и прежде всего по школьной программе и, как следствие, снижение качества инженерного образования. Имеет место противостояние (противоречие) между новыми средствами и традиционными технологиями обучения.

Современное инженерное образование предполагает: усиление естественно – научной базовой подготовки, введение в учебный процесс преимущественно аналитических методов исследования и проектирования объектов, использование современных высоко-

интеллектуальных систем автоматизированного проектирования, наличие современной лабораторной базы. Поэтому современные технологии обучения инженерных дисциплин должны основываться на компьютерных технологиях, использующих современные средства представления информации, эксперимента, проектирования, тестирования, организации обучения. В начале этого года в издательстве Palmarium вышли два сборника статей [2, 3], посвящённых вопросам автоматизации инженерного образования и проектирования, в которых представлен опыт работы преподавателей и сотрудников МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Дальрыбвтуза, ДВФУ за 40 лет (1980–2020 гг.).

На рынке программных продуктов для организации процесса обучения предлагается много различных средств, например, Олимп ОКС, УСАТИК, Skill Мастер, Claroline, Dokeos, LAMS, Moodle, OLAT, OpenACS, Sakai, LMS, Blackboard и другие. Системы разнообразны и по функциональным характеристикам, и по стоимости. В большей степени предлагаемые электронные системы организации обучения (ЭСОО) ориентированы на обучение по гуманитарным, естественнонаучным и экономическим направлениям. Инженерное направление в предлагаемых системах реализовать сложно.

Новые ЭСОО требуют и новых технологий обучения, которые могут быть реализованы путём создания информационных сред (ИС) по отдельным дисциплинам, а также единой информационной среды учебного курса и специальности

Информационная среда, созданная современными средствами информационных технологий, рассматривается как составная часть среды обучения и формируется как интегрированная система, компоненты которой соответствуют учебной, вне учебной, научно-исследовательской деятельности, мониторингу и оценке результатов обучения. Структура информационной среды представляет собой взаимосвязанный набор программных модулей, который обеспечивает возможность подготовки и проведения учебного процесса и реализации функциональных обязанностей любой категории пользователей, главными из которых при подготовке и реализации учебного процесса являются преподаватель и студент.

Информационные ресурсы ИС могут включать разделы: теория, практика, лабора-

торный практикум, учебное проектирование, многоуровневое тестирование, модули САПР, а также любые дополнительные элементы. Состав и содержание информационных ресурсов определяется преподавателем, а набор сервисных служб – программным обеспечением ЭСОО.

Основой информационных сред отдельных дисциплин, кафедр, образовательных программ является система организации обучения. В МГУ им. адм. Г. И. Невельского более 20 лет применяется Автоматизированная система организации обучения второго поколения КОБРА. 15 ноября 2013 г. была зарегистрирована система третьего поколения – ЭСОО СОТЕСА, работающая на современных моделях компьютеров и в современных операционных системах.

Совокупность средств организации обучения, методических материалов и пособий, выполненных как в традиционной форме, так и в компьютерной, образует информационную среду дисциплины. Совокупность ИС_Д формирует информационную среду специальности (ИС_С). Разработка и внедрение информационных сред требуют внимательного подхода и четкого понимания важности использования каждого ее элемента.

2. Интеграция учебных процедур

Будущие инженеры должны получить представление о сложности и многообразии методов расчета задач, решаемых при проектировании машины, а также о функциональных обязанностях и взаимоотношениях между разными отделами и отдельными должностями инженерных служб предприятий. Чтобы наилучшим образом реализовать такие задачи и научить будущих инженеров эффективно использовать современные пакеты прикладных программ (ППП), необходимо в процессе обучения их обще профессиональным инженерным дисциплинам применять деловые игры, имитирующие процесс проектирования технического объекта (ТО), выбор рационального варианта конструкции, технико-экономическую проработку различных вариантов. При этом целесообразно выполнять не отдельные курсовые проекты по различным курсам, а комплексный курсовой проект, включающий проработки по различным дисциплинам. В рамках вуза формируется модель промышленного предприятия со всеми техническими службами.

Идеи профессиональной инженерной подготовки в Морском государственном университете реализуются на начальном этапе создания ТО в виде комплексного курсового проектирования. Для проектирования предлагаются судовые агрегаты: насосы, компрессоры, судовые энергетические установки. Проектирование выполняется с помощью универсальных и специальных профессиональных компьютерных программ [2, 3].

Курсовое проектирование студентов организовано по принципу «бригадного метода», когда в каждой бригаде из 4–5 человек рассчитывают один тип исполнительного механизма. На этапе структурно-параметрического анализа и синтеза выполняется проектирование четырёх-пяти вариантов агрегата с различными технико-экономическими показателями. Лучший из них подвергается детальной проработке на этапе расчетов на прочность и конструирования с оформлением рабочей документации. При такой организации проектирования студенты имеют возможность проследить, как изменение одного из параметров может повлиять на всю конструкцию в целом. Во время обучения в вузе у них появляется уникальная возможность пройти путь по созданию элемента технической системы от начала до конца самостоятельно и в полном объеме. В одном лице они представляют

разработчика-проектировщика, конструктора, технолога, инженера-производственника, воплощая в курсовом проекте свои технические решения от кинематической схемы до готовых чертежей с учетом способов изготовления деталей. Применение автоматизированных систем проектирования позволяет ставить и решать многокритериальные задачи с множеством управляемых параметров в курсовом проекте. Кроме этого, подобная форма организации курсового проектирования стимулирует развитие творческих способностей обучаемых. Реализация идеи комплексного проектирования на современном информационном уровне требует серьезных научно-методических разработок.

Профессиональная инженерная подготовка начинается с дисциплины ТММ, продолжается в курсе «Детали машин и основы конструирования (ДМ и ОК)» и затем в специальных дисциплинах. Первые навыки инженерного труда прививаются в процессе курсового проектирования.

На рис. 2 представлено выполнение курсового проектирования в традиционной форме кафедрами вуза.

Целесообразно комплексное курсовое проектирование выполнять несколькими кафедрами вуза в единой среде САПР. Взаимосвязь между различными кафедрами и дисциплина-

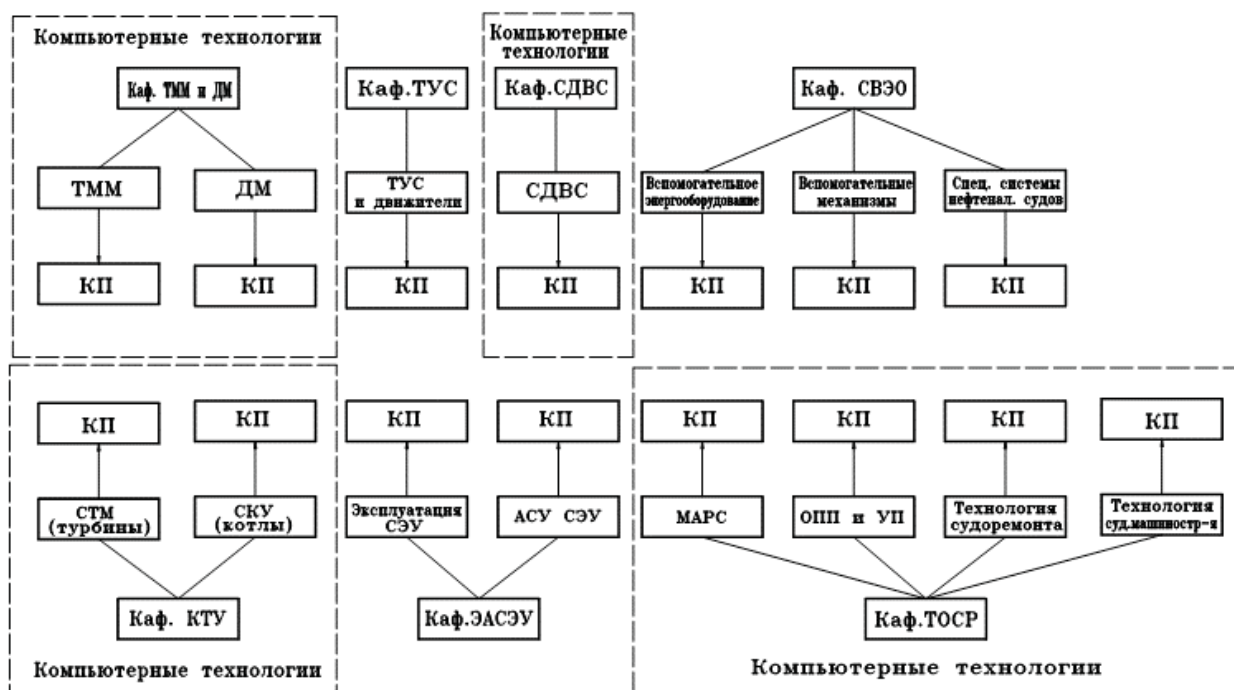


Рис. 2. Схема выполнения курсового проекта традиционно
Fig. 2. The scheme of the course project is traditionally

ми затруднена из-за обособленности некоторых дисциплин, различных методических приемов обучения, разных уровней применения компьютерных технологий. Однако, интеграция учебных процедур на основе компьютерных технологий неизбежна. Ключевую роль в этом вопросе играет выпускающая кафедра.

Использование профессиональных интегрированных САПР в учебном процессе должно являться неотъемлемой частью подготовки современных инженеров. Это позволяет готовить квалифицированных инженеров, владеющих современными средствами автоматизации проектирования, и одновременно способствует процессу продвижения CAD/CAM/CAE-систем в производство. Знания в этой области уже сегодня выступают одним из критериев конкурентоспособности выпускников технических вузов на рынке труда.

К сожалению, реформы последнего времени не способствуют повышению качества инженерного образования. Стандарты нового поколения усугубили этот процесс: во многих образовательных программах уменьшили количество аудиторных занятий по дисциплинам: теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования, а из некоторых программ курс теория механизмов и машин изгнали вообще. Убрали из этих дисциплин курсовое проектирование: сначала заменили курсовые проекты курсовыми работами, затем расчётно-графическими работами, а позже и вовсе убрали. К сожалению, «хотели, как лучше, а получилось как всегда». Результатом таких новаций стало ухудшение инженерного образования, уничтожение его фундаментальной составляющей.

В этой ситуации интеграция учебных процедур неизбежна. Из опыта работы МГУ им. адм. Г.И. Невельского:

1. Учебное проектирование реализовано в расчётно-графической работе (РГР), сохранив объём и содержание.
2. Выполнение разделов РГР совместили с лабораторным практикумом, практическими занятиями и самостоятельной работой, сделав её обязательной.

Применение компьютерных технологий позволило обеспечить необходимый уровень знаний, а в период пандемии эффективнее реализовать дистанционное обучение. При этом увеличилась нагрузка на преподавателя, но зарплата не повысилась.

3. Интеграция учебных дисциплин

Под эгидой «инновационных преобразований» в угоду не совсем корректной политике министерства образования начались реорганизации многих Вузов: несколько университетов объединили в крупные – федеральные, несколько факультетов – в институты в рамках одного университета, некоторые кафедры укрупнили, объединяя часто несочетаемые дисциплины.

В связи с уменьшением аудиторной нагрузки сократился штат преподавателей. Во многих вузах остались ещё кафедры по 3–5 человек. Как бы для устранения этой проблемы стали резко «укрупнять» кафедры. Во многих вузах исчезли традиционно общепрофессиональные инженерные кафедры: Теория механизмов и машин, Детали машин и основы конструирования, Теоретическая механика и другие. Эти фундаментальные дисциплины теперь разбросаны по разным выпускающим кафедрам. Задачи выпускающих кафедр и общепрофессиональных совершенно разные и такие преобразования нельзя назвать продуктивными.

Особое место в третьем цикле дисциплин занимает дисциплина «Механика» с ужасающим соотношением между количеством отводимых часов и объёмом содержания. Судя по объёму и содержанию, дисциплина «Механика» является ознакомительной, поэтому дробление её между разными кафедрами, как это делается во многих вузах, нецелесообразно. Целесообразно ориентировать ведение этой дисциплины на одной кафедре с учетом специальности.

Важное значение имеет согласование учебных программ всех дисциплин учебного плана образовательных программ с целью реализации преемственности дисциплин. Недопустимо, когда, например, курс ТММ ведётся после изучения дисциплины ДМиОК, курсы материаловедения и технологии машиностроения после курса Прикладная механика или ДМиОК. К сожалению, имеет место различные формулировки классических законов механики, различные обозначения физических величин.

При малочисленном составе общепрофессиональных кафедр целесообразно создание кафедр или департаментов общепрофессиональных инженерных дисциплин, варианты структуры которых могут быть разными. Один из вариантов приведён (рис. 3).



Рис. 3. Примерная структура цикла общепрофессиональных инженерных дисциплин

Fig. 3. The approximate structure of the cycle of general professional engineering disciplines

В этом случае можно реализовать единый подход к научному, методическому и информационному обеспечению в подготовке инженерных специалистов современного уровня и высокого качества.

Примером интеграции учебных дисциплин могут быть, например, курс «Проблемы динамики и прочности машин» для магистров, или курс «Основы проектирования машин» для бакалавриата и специалитета.

На рис. 4 показана структура информационного обеспечения в единой ЭСОО, реа-

лизованной в МГУ им. Г.И. Невельского ещё более 10 лет назад [2, 3], тогда как ДВФУ – вуз мирового уровня громко заявил о цифровизации учебного процесса в 2018 г.

Создали специальную структуру, попросили преподавателей дать названия курсов для разработки электронных курсов. Нами подано было 10 наименований практически готовых по инженерному направлению, надеясь принять участие в этой важной работе. Но.... ответ был таков: «Вот мы сейчас закупили онлайн курсы у москвичей, их введём, а потом уже будем разрабатывать свои???!!!!» Действительно, на сайте ДВФУ появилась информация: «На 2018–2019 учебный год во все учебные планы включены онлайн курсы от ведущих российских университетов: НИУ ВШЭ, ИТМО, МГУ им. М.В. Ломоносова, НИТУ «МИСиС», МФТИ, СПбГУ, СПбПТУ, ТГУ, ТюмГУ, УрФУ» по 67 образовательным модулям. Среди дисциплин нет ни одной по инженерному направлению! А между тем инженерное образование является основой развития производства.

Для поддержки ИТО и их развития целесообразно иметь ГБ научно-учебную лабораторию «Механика машин и САПР» на базе компьютерного класса.

Состав и содержание информационных ресурсов определяется преподавателем и может быть представлен на трёх языках.

Примерная структура Информационного обеспечения обучения по инженерному направлению

Для поддержки ИТО и их развития целесообразно организовать ГБ научно-учебную лабораторию «Механика машин и САПР» на базе компьютерного класса

Профессор, д.т.н.

В. В. Кузлякина

КУРС ДИСЦИПЛИНЫ САПР	ИЗУЧАЕМЫЕ ПАКЕТЫ	ДИСЦИПЛИНЫ, ПРИМЕНЯЮЩИЕ САПР	ПРИМЕЧАНИЕ
1 САПР ТС	КОБРА, СОТЕКА,	Все дисциплины	Оболочки, позволяющие подключать любые материалы по любым дисциплинам
Информатика	Согласно стандарту Mat Lab, Mat Cad и др	Во всех дисциплинах учебного плана	Во многих курсах даются дополнительные разделы
Инженерная графика	Автокад, КОМПАС	Все дисциплины	Все учебные процедуры выполняются в комбинированных технологиях. Большая часть в Компьютерных классах в часы самостоятельной работы. Реализуется принцип сквозного проектирования, итерное многовариантное проектирование, бригадный метод.
2-3 Информационные технологии в проектировании	VSE, Dinamic, GCG&FQ, KUL WIN, APM Win и др.	Теория механизмов и машин, Прикладная механика Сопротивление материала	
		Детали машин и основы конструирования Гидравлические машины Другие дисциплины	
3-4 САПР по специальности	Solid Works, APM Win, AVEVA и др.	Все специальные дисциплины, курсовое и дипломное проектирование	
Эти же программные средства можно использовать в комплексе и при обучении по магистерским программам. Оболочки КОБРА и СОТЕКА позволяют организовать обучение на 2-3 х – языках: русском, английском и родном			

Рис. 4. Примерная структура информационного обеспечения обучения по инженерному направлению

Fig. 4. The approximate structure of information support for training in the engineering direction

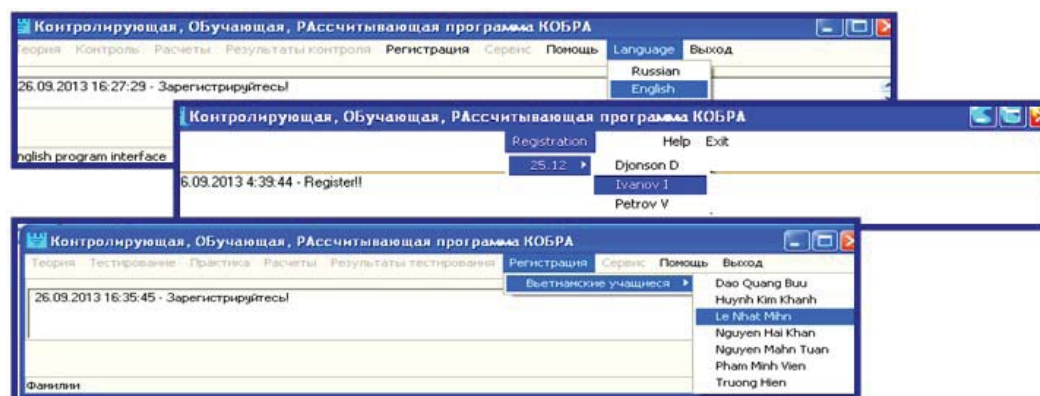


Рис. 5. Выбор языка интерфейса, процедура регистрации обучаемых
Fig. 5. Choice of interface language, registration procedure for trainees

На мировом рынке предлагается большая номенклатура различного суперсовременного компьютерного оборудования и не менее богатая палитра различных инструментальных систем для решения широкого круга инженерных задач. Разобраться в этом многообразии и остановиться на конкретных вариантах достаточно сложно. Тем более что всё это дорого стоит и при значительных финансовых трудностях вести речь о приобретении каждым вузом и предприятием, а особенно малым, необходимых программных продуктов проблематично. С целью экономии финансовых и материальных ресурсов необходимо определиться с технической платформой компьютерной техники и программными продуктами. Целесообразно иметь единые или совместимые средства в рамках края, региона для выработки единой технической политики на предприятиях и этим же средствам обучать студентов.

Не отказываясь от сотрудничества с зарубежными партнерами, следует, однако, строить нашу информационную научную политику более независимой, на взаимовыгодной основе, не забывая, что российская культура, научная школа, методика образования была, есть и, хочется надеяться, будет основополагающей в мировом сообществе независимо от экономических и политических потрясений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузлякина В.В. Методы и средства автоматизированного проектирования судовых механизмов и машин. Докторская диссертация. – Владивосток, 1997. – 315 с.
2. Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Роншина Е.С. IT-технологии в образовании. 40 лет пути (Опыт работы МГУ им. адм. Г. И. Невельского, Дальрыбвтуза, ДВФУ) // Сборник статей и докладов. – Palmarium 2020. – 493 с.
3. Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Ермолаева Л.А. IT-технологии в инженерном проектировании // Сборник статей и докладов. – Palmarium 2020. – 493 с.

Заключение

Интеграционные процессы в инженерном образовании могут быть реализованы в разработке информационных сред дисциплин и современных компьютерно-механических лабораторных комплексов по инженерным дисциплинам (КМК_ИД), создание которых требует значительных финансовых вложений и кооперирования интеллектуальных ресурсов на уровне региона, страны, а возможно и нескольких государств.

Использование и разработка средств САПР (в том числе и с участием студентов) для создания информационного обеспечения учебного процесса и производства (баз данных, библиотек, типовых конструкторских и технологических решений и их элементов), разработка информационных средств обучения представляют собой новый способ передачи знаний. Это особенно важно в условиях известной тенденции последних лет – старения кадров высшей школы. Эти проекты долгосрочные, но их можно реализовать поэтапно. Средства обучения и их содержательная часть (наполнение) могут быть представлены на языках исполнителей проекта. Такие проекты можно реализовать по дисциплинам: механика, прикладная механика, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, основы проектирования машин и другие.

Дата поступления: 21.01.2021.

UDC 004.4; 621.01

DOI 10.54835/18102883_2021_29_4

INTEGRATION OF EDUCATIONAL DISCIPLINES AND PROCEDURES IN ENGINEERING EDUCATION BASED ON ESOO

Valentina V. Kuzlyakina,

Dr. Sc., Professor,

KuzlyakinaVV@mal.ru

17, Rybatskaya st., Vladivostok, 690054, Russia.

At the turn of the third millennium, an information explosion took place, caused by the emergence of powerful computing systems with fantastic (compared to previous) capabilities. These opportunities were immediately used in advanced industries, in technically and intellectually developed countries, which allowed them to reach a qualitatively new level in the production of various products, to change the style of managing the economy and society, technology and methods of education. Integration processes are developing in all spheres of human activity.

Key words: integration in education, information environment, creative teaching technology, electronic systems for organizing education.

REFERENCES

1. Kuzlyakina V.V. *Metody i sredstva avtomatizirovannogo proyektirovaniya sudovykh mekhanizmov i mashin*. Dr. Diss. [Methods and means of computer-aided design of ship mechanisms and machines]. Vladivostok, 1997. 315 p.
2. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V., Ronshina E.S. IT-tehnologii v obrazovanii. 40 let puti (Opyt raboty MGU im. adm. G. I. Nevelskogo, Dalrybvtuza, DVFU) [IT technologies in education. 40 years of journey (Experience of Moscow State University named after Adm. G. I. Nevelskoy, Dalrybvtuz, Far Eastern Federal University)]. *Sbornik statey i dokladov*. Palmarium, 2020. 493 p.
3. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V., Ermolayeva L.A. IT-tehnologii v inzhenernom proyektirovanii [IT technologies in engineering design]. *Sbornik statey i dokladov*. Palmarium, 2020. 493 p.

Received: 21.01.2021.