

Инновационный подход к формированию комплексов контроля учебного процесса по экономике высоких технологий

Innovative approach to the formation of complexes of control of the educational process on the economy of high technologies

doi 10.26310/2071-3010.2020.258.4.008



А. В. Путилов,
д. т. н., профессор, декан, факультет
бизнес-информатики и управления
комплексными системами
✉ avputilov@mephi.ru

A. V. Putilov,
doctor of technical sciences,
professor, dean



В. Н. Червяков,
к. х. н., доцент, кафедра стратегического
планирования и методологии управления,
факультет бизнес-информатики
и управления комплексными системами
✉ vnchervyakov@mephi.ru

V. N. Chervyakov,
PhD, docent, department of strategic
planning and management methodology



П. И. Колыхалов,
к. ф.-м. н., доцент,
зам. директора, Бизнес-школа
✉ pikolykhalov@mephi.ru

P. I. Kolykhalov,
PhD, docent, deputy director,
Business school



Д. С. Смирнов,
к. э. н., доцент, кафедра региональной
и инновационной экономики
✉ DSSmirnov@mephi.ru

D. S. Smirnov,
candidate of sciences (PhD) in economics,
associate professor, department of regional
and innovation economics

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
National research nuclear university MEPHI (Moscow engineering physics institute)

Инновации в атомной отрасли неразрывно связаны с экономическими оценками новых инженерных решений. Для повышения экономической грамотности студентов инженерных направлений подготовки в НИЯУ МИФИ разработан и около пяти лет успешно реализуется инновационный междисциплинарный курс «Экономика цифрового проектирования и конструирования в атомной отрасли». Модульная структура курса позволяет привлекать специалистов, наиболее компетентных в соответствующих направлениях подготовки. Для повышения вовлеченности студентов создан программно-технический комплекс, обеспечивающий постоянный интернет-контакт преподавателя со студентами. Студенты в режиме реального времени с помощью своих гаджетов (смартфонов, планшетов и пр.) дают ответы на вопросы в ходе лекций, решают задачи в ходе практикумов. В конце занятия преподаватель имеет ведомость ответов каждого студента с точностью до секунды и может корректировать последующие занятия с учетом понимания тех или иных аспектов курса.

Работа студентов в сети позволила даже в качестве творческого задания разработать технологический пакет «Ядерные технологии-2035», показывающий перспективное видение студентами развития отечественной атомной промышленности. В 2016-2020 гг. обучение прошли более 1400 студентов различных инженерных специальностей. Обработка результатов контроля учебного процесса позволяет делать предварительные выводы о способностях (одаренности) студентов к определенным видам деятельности, описанным, в том числе, в материалах курса. Программно-технический комплекс может быть использован и для других образовательных программ, что в зависимости от предметной области обучения позволяет формировать своеобразный «цифровой портрет» каждого студента.

Innovations in the nuclear industry are inextricably linked to economic evaluations of new engineering solutions. To improve the economic literacy of students of engineering areas of training at NRNU MEPHI, an innovative course on the economics of digital design and engineering in the nuclear industry has been implemented since 2016. The structure of the interdisciplinary course is modular, which makes it possible to involve in the teaching activity specialists who are most competent in the respective areas of training. To increase the involvement of students, a software and hardware complex has been developed, which provides through the wi-fi classroom system a permanent online contact of the teacher with students. During the lectures, students respond in real time through their gadgets (smartphones, laptops, tablets, etc.) to 5 questions on the materials of each specific lecture, and during the workshops – solve about a dozen problems in the explanations of the teacher also through gadgets. This at the end of each lesson allows the teacher on his laptop not only to have a list of responses of each student to the second, but also to adjust the subsequent sessions to the understanding of certain aspects of the course.

The work of students in the network allowed even as a creative task to develop a technological package «Nuclear technology-2035», showing a promising vision of the development of the domestic nuclear industry. In 2016-2020, more than 1400 students of various engineering specialties were trained. Statistical processing of the results of the control of the educational process allows us to make preliminary conclusions about the abilities (giftedness) of students to certain activities described, including in the course materials. Software and hardware complex can be used for other educational programs, which, depending on the subject area of study allows you to form a kind of «digital portrait» of each student.

Ключевые слова: инновационное обучение, способности обучающихся, атомная энергетика, цифровое проектирование, контроль в режиме реального времени, оценка творческих способностей студентов.

Keywords: innovative training, students' abilities, nuclear energy, digital design, real-time control, assessment of students' creative abilities.

Введение

Для контроля усвоения обучающимися материалов курсов в режиме реального времени необходимо использовать современные информационные технологии. На базе таких технологий программно-

технический комплекс был разработан и испытан в течение нескольких лет при совершенствовании образовательного процесса обучения основам цифровой экономики в атомной отрасли старшекурсников инженерных направлений подготовки. Технические принципы формирования комплекса позволяют ис-

пользовать его практически в любом образовательном процессе. Разработка моделей цифрового университета предусмотрена направлением «Кадры для цифровой экономики» госпрограммы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1]. Показателями эффективности этой программы предусмотрено, что к 2024 г. более 120 тысяч человек в год будет выпускаться по направлениям подготовки, связанным с ИКТ, а 800 тысяч выпускников в год должны обладать компетенциями в области цифровой экономики на мировом уровне. Освоенный в НИЯУ МИФИ программно-технический комплекс позволяет совершенствовать образовательный процесс, базируясь на виртуальном контакте в интернет-среде «обучающийся – преподаватель» как в ходе лекционных занятий, так и в рамках практикумов.

1. Инновационная схема программно-технического комплекса

В НИЯУ МИФИ с 2016 г. всем старшекурсникам инженерных направлений подготовки читается курс «Экономика цифрового проектирования и конструирования в атомной отрасли», позволяющий не только сформировать соответствующие компетенции, но проводить отбор для дальнейшего обучения в магистратуре, а затем и аспирантуре. Созданный программно-технический комплекс поддерживает организацию контроля результатов освоения материалов курса в режиме реального времени и обеспечивает формирование цифровых портретов обучающихся в целях дифференцированного выявления потенциальных способностей (одаренности).

Структура комплекса представлена на рис. 1. Здесь цифрами обозначены 3 блока (позиции 1-3), входящие в блоки модули (5-11) и совокупность получаемых в режиме реального времени отчетов о результатах контрольно-обучающих мероприятий (позиция 4). Первый блок (подготовка и проведения контрольно-обучающих мероприятий) реализован по большей

части в технологиях, предлагаемых социальными сетями и виртуальными хранилищами информации. Блок доступен в ходе лекций и практикумов обучающимся, использующим любые, подключенные к Интернет, устройства (мобильные телефоны, планшеты, компьютеры). В блоке имеются модули подготовки учебно-справочных материалов (позиция 5), подготовки тестов, заданий, задач (позиция 6), проведения контрольных мероприятий (позиция 7), хранения информации о результатах контроля (позиция 8). Блоки 2 и 3 являются оригинальными программными разработками. Блок 3 содержит итоговую базу данных о результатах контрольно-обучающих мероприятий, пополняющуюся после каждого очередного занятия. В блоке 2 (управление базой данных) модуль 1 обрабатывает информацию, поступающую из блока 1, модуль 9 формирует базу данных, модуль 10 конфигурирует систему в целом, а модуль 11 создает отчеты по информации базы данных, в том числе цифровые портреты обучающихся.

Использование программно-технического комплекса позволяет анализировать и оценивать промежуточные и итоговые результаты обучения, непрерывно получать полную информацию об уровне знаний, умений и навыков обучающихся, выявлять особые группы обучающихся, в том числе наиболее одаренных обучающихся с учетом специфики их одаренности, формировать рекомендации по коррекции процесса обучения [2, 3]. Положительное отличие комплекса от известных авторам аналогов заключается в том, что в ходе контрольно-обучающих мероприятий возможно использование различных коммуникационных устройств обучающихся в режиме реального времени, а также в возможности развития и модификации блоков и систем комплекса в целях, обусловленных изменениями потребностей управления учебным процессом. Перед каждым занятием преподаватель пишет на доске интернет-адрес, по которому все обучающиеся попадают в форму, содержащую вопросы (тесты) к данному занятию и варианты ответов, правильным из

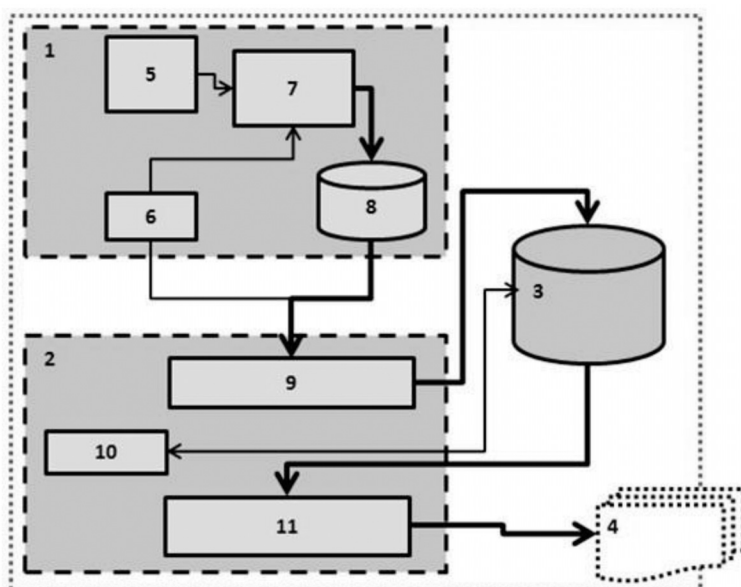


Рис. 1. Структура программно-технического комплекса

которых является только один вариант. Объяснения преподавателя в ходе занятия (как лекций, так и практикумов) позволяют студента выбирать правильный ответ, результат этого тестирования (как по времени ответа, так и по правильности выбора) немедленно отражается на компьютере преподавателя. В последнее время практикуются онлайн-трансляции курсов и обучающиеся в удаленном доступе осваивают материалы курса и проходят тестирование.

2. Организация системы контроля учебного процесса в режиме реального времени

Для получения цифровых портретов студентов (в компьютере преподавателя в виде ответов на поставленные в ходе занятия вопросы или тесты) в целях оценки их личных способностей необходима определенная организация курса дисциплины. Вопросы, задания и тесты подбираются так, чтобы ответы на них как по скорости реакции обучающихся, так и по правильности выбранных вариантов, характеризовали способности, компетентность и определенную меру таланта именно в данном направлении подготовки. Программно-технический комплекс ориентирован именно на формирование цифровых портретов обучающихся в целях дифференцированного выявления их одаренности в изучаемой предметной области, а также на совершенствование учебного процесса на основе анализа усвоения различных разделов курсов обучающимися [4]. Программа курса «Экономика цифрового проектирования и конструирования в атомной отрасли», построена таким образом, чтобы каждый из четырех модулей обладал примерно равным по мощности объемом оценочных средств. Изучение дисциплины в модульном режиме направлено на освоение основ современных теорий инновационного экономического развития сложных технических систем, методов прогнозирования стоимостных показателей инновационных проектов, технологических и цифровых конструкторских решений при реализации объектов использования атомной энергии как в нашей стране, так и за рубежом. Это актуально, поскольку в ряде стран-новичков мирного использования атомной энергии (например, Замбия, Боливия и пр.) создаются Центры ядерной науки и технологий, в которых наряду с исследовательскими реакторами планируется создание технологий для ядерной медицины, облучения продукции и пр. Модули курса детализируют представление о цифровой экономики в атомной отрасли: корпоративной экономики в целом, экономики проектов и конструкций, экономики выбора новых материалов. Обучающихся знакомят с методами функционально-стоимостного анализа сложных технических систем, создание которых связано с широкомасштабным использованием новых технологий и материалов. Для освоения навыков численного анализа в инновационной сфере проводятся практикумы по решению задач, например, задач маржинального анализа изменения прибыли при изменении масштабов производства.

Для приобретения обучающимися инновационных компетенций в курсе рассматривается организация се-

тевых инновационных процессов при проектировании и конструировании сложных систем, при оптимизации технических решений, при выборе материалов элементов и узлов, обсуждаются обеспечение конкурентоспособности проектов, построение технологий анализа и синтеза управленческих решений для высокотехнологичных систем с длительным жизненным циклом, закономерности технологического маркетинга [5, 6]. Предусмотрено рассмотрение практических задач, связанных с диверсифицированным развитием атомной промышленности. Каждый модуль содержит по три лекции и три практикума. В лекциях слушателям предлагается 5 вопросов по читаемому материалу. По адресу в Интернет обучающиеся заходят на нужную Интернет-страницу и дают ответы, что фиксируется (см. модуль 7 на рис. 1) с точностью до секунды. При проведении практикумов преподавателем даются объяснения по решению обучающимися в своих мобильных устройствах примерно десятка задач или тестов.

Модель, позволяющая делать определенные выводы по способностям студентов в определенной сфере, состоит из четырех оценочных показателей. Анализа «правильный ответ – скорость ответа» на вопросы лекции позволяет оценить уровень способностей (одаренности) студентов по двум ключевым характеристикам:

- способность понимать суть сложных явлений (показатель А);
- способность анализировать соотношения различных факторов (показатель В).

Практикумы оценить уровень способностей (одаренности) студентов по умению:

- численно оценивать незнакомые им явления при объяснении схемы оценки (показатель С);
- прогнозировать выводы на основе предыдущего анализа (показатель D).

В дальнейшем можно агрегировать четыре показателя А-D в оценку трех главных компетенций, востребованных на перспективном рынке труда: умение решать сложные задачи, критическое мышление и креативность [21]. Разумеется, эти компетенции оцениваются на предметном рынке труда: экономике цифрового проектирования и конструирования в атомной отрасли. Весовые характеристик показателей в итоговых оценках (70, 30%) выбраны экспертным методом и могут быть пересмотрены. Так что данная модель приводится только как пример и имеет потенциал совершенствования при изменении начальных и граничных условий (табл. 1).

Простая модель оценки способностей обучающихся, заложенная в качестве технического задания в программно-технический комплекс, выглядит следующим образом:

$$PЗ = 0,7 В + 0,3 С,$$

$$KM = 0,7 А + 0,3 D,$$

$$KP = 0,7 С + 0,3 D.$$

Для формирования «цифрового портрета» в целях более полной оценки способностей обучающихся необ-

Схема оценки на базе программно-технического комплекса способностей обучающихся в сфере цифрового проектирования и конструирования

Оценка личных качеств обучающегося	Оценки уровня способностей (одаренности) по ответам на вопросы, решению задач и тестов	
	Главные – 70%	Дополнительные – 30%
Умение решать сложные задачи (РЗ)	Способность анализировать соотношения различных факторов в результате (В)	Численно оценивать незнакомые явления при объяснении схемы оценки (С)
Критическое мышление (КМ)	Способность понимать суть сложных явлений (А)	Прогнозировать выводы из заданий на основе предыдущего анализа (D)
Креативность (КР)	Численно оценивать незнакомые явления при объяснении схемы оценки (С)	Прогнозировать выводы из заданий на основе предыдущего анализа (D)

ходимо аналогичную систему использовать для серии взаимосвязанных курсов дисциплин, но все необходимые условия для этого уже заложены в данной разработке [7, 8]. Программно-технический комплекс может быть использован в учебных заведениях различного уровня и направлений подготовки при проведении контроля в ходе различных обучающих мероприятий. Патентные исследования показали, что ни в одном из аналогов не предусматривается сопоставление получаемых цифровых портретов с возможностью охарактеризовать способность обучающихся понимать суть сложных явлений, способность анализировать соотношения различных факторов в результате, численно оценивать незнакомые явления при объяснении схемы оценки и прогнозировать будущие проблемы [9, 10].

3. Содержательное наполнение курса и экспериментальная проверка процедуры контроля восприятия материала

В ходе обучения студентам НИЯУ МИФИ читались лекции и проводились практикумы по решению современных технических задач в области цифрового проектирования и конструирования. В первом модуле, посвященном общим вопросам атомного проектирования и конструирования, сопоставлялись технологии в области разработки проектов АЭС с реакторными установками на тепловых и быстрых нейтронах большой мощности. Вопросы и тесты посвящены «Стратегии развития двухкомпонентной ядерной энергетики РФ до 2100 г. при замыкании ЯТЦ», оценкам экономических последствий такого решения. В тестах отражены результаты исследований в области обеспечения безопасной длительной эксплуатации реакторов технологии ВВЭР, направленные на продление срока эксплуатации действующих реакторов и разработку материалов для новых реакторов большей мощности с повышенным уровнем безопасности [11, 12]. Данный модуль курса характеризует показатели способностей типа А и С.

Сооружение реактора БН-800 позволило восстановить производственные мощности и компетенции многих предприятий. В настоящее время имеется возможность изготовления прототипов оборудования в имеющихся производственных условиях. В тестах курса дисциплины отражены особенности проектирования изделий активной зоны, проведена экономическая оценка возможности изготовления корпуса реактора, насосов, перегрузочного оборудования, оборудования СУЗ и другого оборудования реакторной установки на быстрых нейтронах. Технология АЭС с реактором

типа БН-1200, является аналогом реализуемых компаниями конкурентами поисковых работ по разработке перспективных ядерных энергетических систем в рамках международного форума «Generation-IV». Обучающиеся в ходе обучения решали тестовые задачи по экономической оценке данного направления развития атомной энергетики. Возможности геоинформационного моделирования обеспечивают основу для более эффективного решения задач, связанных с комплексной оценкой окружающей среды. Эти технологии востребованы на рынке, так как направлены на решение проблем повышения безопасности использования атомной энергетики и улучшения экологии. Данный блок курса характеризует показатели способности типа В и D.

Комплексный анализ рассматриваемых в России и в мире инновационных реакторных технологий нового поколения указывает на то, что концепция быстрого реактора с тяжелым жидкотеплоносителем отвечает более высоким требованиям безопасности и ядерного топливообеспечения. Именно это качество легло в основу соответствующих пионерских разработок не только в России, но и за рубежом: в Европе, США, Японии, Китае, Южной Корее. Признание перспективности использования в качестве теплоносителя тяжелого металла отражено в достаточно активном международном сотрудничестве, в первую очередь – в программах «Поколение-IV» и семинарах МАГАТЭ. Это легло в основу тестовых заданий для блока курса, характеризующих показатели способности типа А, С и D.

В течение долгого времени общим решением для хранения облученного ядерного топлива (ОЯТ) было его размещение в бассейнах выдержки под водой. Весомой причиной в переоценке к подходу в вопросе хранения топлива послужила авария на японской АЭС «Фукусима». В странах, использующих атомную энергию, очень важным является наличие безопасных, экономически эффективных технологий хранения ОЯТ. Концепция обращения с отработавшим ядерным топливом госкорпорации «Росатом» одним из стратегических направлений определяет создание надежной системы долговременного контролируемого хранения ОЯТ. Надежность такой системы, в том числе, обеспечивается переходом на «сухой» способ хранения, при котором коррозия ОТВС и конструкционных материалов будет незначительна, что существенно сократит количество образующихся отходов. В практикуме курса задачи на оценку экономической эффективности «сухого» хранения ОЯТ характеризуют в основном показатели способностей типа С.

Оптимизация процесса создания здания ядерного реактора в условиях применения технологий информационного моделирования имеет большую значимость. Организация взаимодействия участников строительства на основе информационной модели объекта, по всему жизненному циклу — от проектировщиков, через производство, программы учета и склад до строительной площадки и передачи в эксплуатацию готового объекта, обеспечивает повышение качества выпускаемой продукции с сокращением себестоимости строительства, трудозатрат и времени. В задачах курса отражены цифровые технологии контроля качества создания ОИАЭ, контролируется компетентности студентов в этой сфере деятельности. Данный блок выявляет показатели способностей типа А и D.

Важной задачей является создание технологии моделирования сложных технических систем путем развития цифровой платформы, интегрирующей в себе программные комплексы организаций госкорпорации «Росатом», позволяющей создать полную математическую модель АЭС, поддерживать ее изменения на всех стадиях жизненного цикла от проектирования до вывода из эксплуатации, поддерживать «цифровой двойник». Применение цифровых двойников позволяет снизить стоимость сооружения и эксплуатации АЭС, повысить уровень безопасности объектов при эксплуатации, предоставить сервис по имитационному моделированию. Данная технология позволяет интегрировать существующие в организациях госкорпорации «Росатом» расчетные коды; обеспечивает независимость от импортных продуктов, в том числе, возможность использования ее платформы в странах, находящихся под санкционным режимом третьих стран. В задачах курса по анализу рисков создания АЭС отечественного дизайна за рубежом отмечены возможности цифрового анализа рисков и их снижения, наряду с оценками по усвоению материалов курса, в 2019 г. такие задачи были использованы при проведении Международной студенческой онлайн-олимпиады совместно с университетами Республики Казахстан. В олимпиадах задания оценивают способности по всем четырем показателям — А, В, С и D.

Использование перспективных цифровых технологий нашло отражение в материалах курса: интернет вещей описан применительно к энергетическим системам, задачи и тесты касались и этой сферы. Единая цифровая платформа в электроэнергетике, объединяющая информационные потоки от объектов и субъектов отрасли позволит: сформировать среду для интеграции в единое информационное поле новые технологии (АЭС, накопители энергии, малая и распределенная генерация, зарядная инфраструктура для электротранспорта, и др.), за счет внедрения инструментов аналитики больших данных существенно повысить операционную эффективность участников отрасли; снизить транзакционные издержки участников отрасли при осуществлении технологического и операционного управления и коммерческого взаимодействия. Данный блок курса характеризует способности типа А и С.

Комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающих сбор, передачу и интерпретацию информации об оборудовании с целью

перехода на обслуживание и ремонты по состоянию и применения риск-ориентированных методов управления жизненным циклом энергетического актива предназначен для прогнозирования его технического состояния. В условиях дефицита инвестиционных ресурсов и высокого уровня износа оборудования в электроэнергетической отрасли России, формируется запрос потребителей на инструменты, позволяющие сократить прямые и косвенные издержки, связанные с работой технологического оборудования, за счет оптимизации графиков обслуживания и ремонтов, а также оптимизировать и обосновать расходы на обновление основных фондов. Задания и тесты курса позволили обучающимся войти в данную перспективную проблематику и показать понимание общих тенденций в этой сфере. Данный блок характеризует способности обучающихся типа В, С и D.

В энергетике в целом цифровые технологии будут скоро масштабно востребованы: первичное силовое оборудование, цифровой подстанции (ЦПС) и компоненты информационно-технологических и управляющих систем должны быть функционально и конструктивно ориентированы на поддержку цифрового обмена данными. С помощью повышения уровня наблюдаемости и телеуправляемости объектов инфраструктуры электросетевые организации смогут повысить качество функционирования, снизить уровень аварийности и потери электроэнергии, улучшить доступность электросетевой инфраструктуры. Массовое внедрение цифровых технологий позволит участникам электроэнергетической отрасли повысить эффективность работы функций защиты и управления оборудованием за счет обеспечения возможности реализации новых видов алгоритмов. Кроме того, возникает возможность снизить капитальные затраты на оборудование, проектирование, монтаж и наладку вторичных систем подстанций и распределительных устройств; сократить операционные издержки за счет обеспечения удаленного обслуживания, а также мониторинга и диагностики состояния оборудования. В курсе дисциплины на уровне вложенных модулей описаны данные процессы, использованы задачи и тесты, которые характеризуют показатели способностей обучающихся типа А, С и D.

На самых «нижних» уровнях модульного подхода в дисциплине описаны экономические аспекты использования новых материалов. Например, по сравнению с традиционными материалами, повсеместно используемыми в производстве критических узлов, работающих в экстремальных условиях, углеродные волокна (УВ) обладают уникальными свойствами: имеют экстремально высокие значения модуля упругости и прочности, химическую и термическую стойкость, низкий коэффициент линейного термического расширения. Благодаря своим свойствам, УВ обеспечивают высокий уровень потенциального спроса как в материалах стратегического назначения (ракетно-космическая техника, авиация), так и в потребительском секторе спроса (строительство, досуг, спорт), широкое применение УВ также найдут в альтернативной электроэнергетике, например, ветроэнергетике. Использование УВ, в первую очередь, продиктовано невероятной удельной прочностью, что позволяет получать конструкции на

40% легче аналогичных алюминиевых и на 60% легче стальных. Все эти аспекты легли в основу практикума по материалам и сопровождаются задачами и тестами, которые характеризуют показатели способностей обучающихся типа А, С и D.

Технологии ядерной медицины в целях продвижения на рынок высокотехнологичного ядерного продукта также описаны в материалах курса. Основным направлением коммерциализации является включение поставляемых на экспорт продукции наработки молибдена-99 и зарядки генераторов технеция-99m для медицинской диагностики и терапии. Данная концепция является наиболее перспективной и рациональной в контексте малого объема российского рынка генераторов технеция-99m и высокой заинтересованности потенциальных заказчиков в производственных участках молибдена-99. Экономические оценки подобных технологических блоков в международной торговле — задания для тестов и контрольных вопросов курса, характеризующих в основном показатели способностей обучающихся типа А и С [13-16].

Достижения госкорпорации «Росатом» в области физики, техники и технологий управляемого термоядерного синтеза как в магнитом варианте удержания плазмы, так и в инерциальном синтезе, в плазменных и лазерных технологиях широко известны в мире и являются признанными: решение проблемы первой стенки токамака с применением литиевых систем защиты является приоритетным российским предложением; специализированные и многофункциональные мобильные лазерные технологические комплексы являются новым перспективным продуктом ГК «Росатом» мирового уровня [17]. Лазерные технологии неоднократно применялись в газовой и нефтяной промышленности, в частности при тушении пожаров, и вызывают большой интерес российских и зарубежных компаний. В тестах отражены возможности перспективного использования УТС и сравнения данной энерготехнологии с альтернативами, что характеризует все четыре типа показателей способностей студентов [18].

4. Описание результатов контроля учебного процесса в режиме реального времени

Далее в качестве иллюстрации приводятся некоторые итоговые результаты, полученные с применением программно-технического комплекса. Результаты отражают восприятие материала курса в весеннем и осеннем семестрах 2019 г. потоком студентов из нескольких студенческих групп общей численностью более двухсот человек. Для иллюстрации возможностей наиболее интересны сводные данные о распределении студентов по значениям оцениваемых параметров. При этом детальная информация о каждом обучающемся позволяет сформулировать его «цифровой портрет» как в абсолютных значениях, так и по отношению к средним значениям показателей по потоку обучающихся [3].

В настоящий момент в режиме опытной эксплуатации изучаются различные подходы к оценке личностных качеств обучающихся, выявляются наиболее репрезентативные формы представления информации, изучаются статистические характеристики. Высокая технологичность комплекса позволяет быстро формировать новые запросы и получать необходимые данные [19, 20].

На рис. 2 и 3 приведено распределение обучающихся по трем параметрам оценки личностных качеств, указанных в разделе 3. Различается два варианта. В первом случае (рис. 2) успешность (доля правильных ответов) определяется по отношению к числу заданных вопросов. Левый пик гистограммы по факту обусловлен не столько неудачными ответами, сколько отсутствием этих студентов в аудитории. Пропуски занятий компенсируются дополнительными учебными мероприятиями, что также можно учесть в характеристике типичного обучающегося. Во втором варианте (рис. 3) успешные ответы относятся к числу попыток дать ответ и не учитываются пропущенные занятия — студент может иногда отсутствовать, но каждая попытка ответить на вопрос (решить задачу и т. п.) может оказаться успешной. Здесь целесообразно выделить группу обучающихся, демонстрирующих

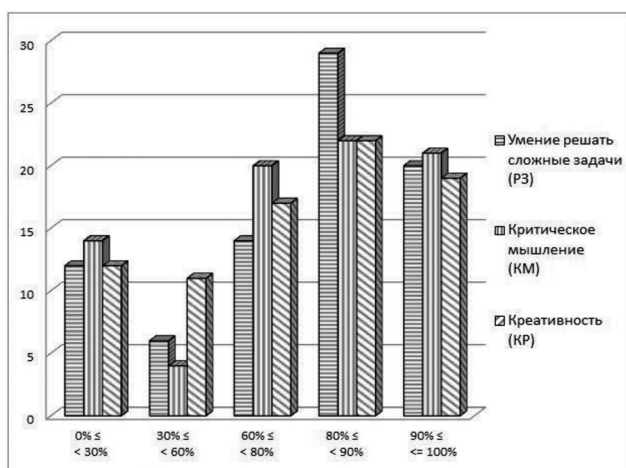


Рис. 2. Распределение обучающихся по результатам оценки личностных качеств по отношению к имевшимся возможностям (пропуски занятий учитываются как неудачные ответы)

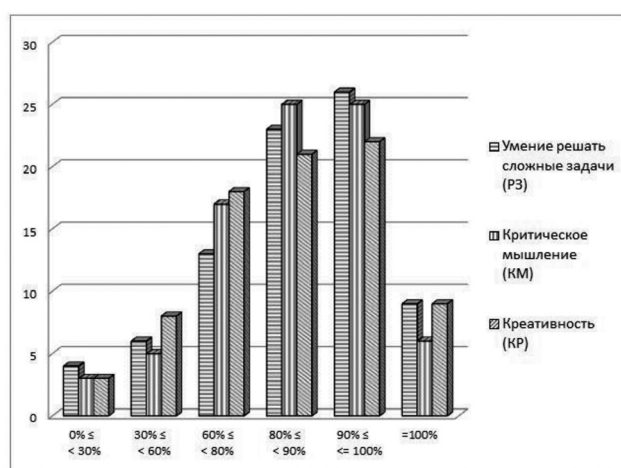


Рис. 3. Распределение обучающихся по результатам оценки личностных качеств по отношению к попыткам ответа (учитываются только имевшие место попытки ответа)

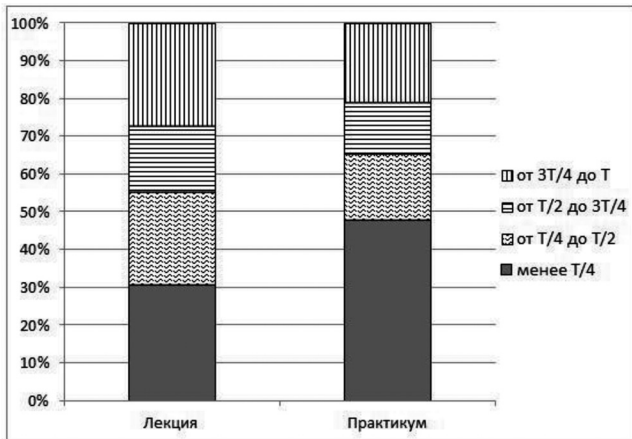


Рис. 4. Распределение времени ответов обучающихся.
T — время, между временем первого и последнего ответом

такую «безусловную» успешность независимо от обстоятельств.

На гистограмме можно наблюдать некоторые вполне ожидаемые результаты:

- 1) распределение по умению решать сложные задачи сдвинуто в сторону низкой успешности в сравнении с двумя другими распределениями;
- 2) распределение креативности напротив сдвинуто в сторону большей успешности;
- 3) успешность 100% по параметру критическое мышление заметно меньше в сравнении с другими параметрами.

Рис. 4 отражает скорость ответа обучающегося на вопрос (решения задачи и т. п.). В качестве базового ориентира берется время (T), прошедшее между первым и последним ответом на задание в группе студентов. Можно наблюдать, что значительная часть ответов дается близко к времени появления необходимой для ответа информации. При этом в ходе практических занятий этот факт более ярко выражен, так как такие занятия имеют ориентацию именно на решение задач и выполнение заданий, в то время как целеполагание лекции не исчерпывается ответами на тестовые вопросы. Любопытно наблюдать всплеск активности на больших временах ($>3T/4$). Максимальное время совпадает с окончанием аудиторного занятия, и студенты пытаются что называется «дожать результат». Аналогичная гистограмма, построенная только по успешным ответам, демонстрирует, что правильные

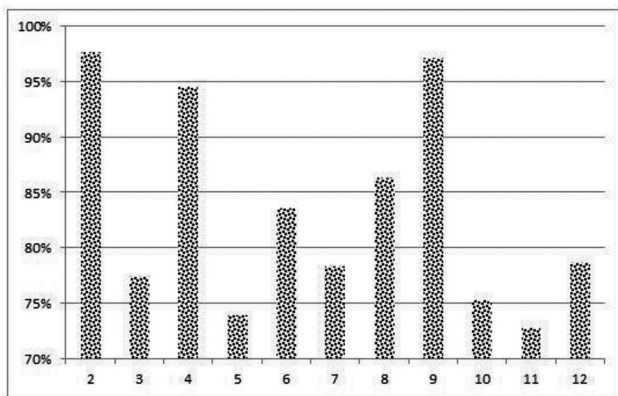


Рис. 5. Оценка уровня освоения содержания лекций на основе среднего значения доли правильных ответов

ответы тяготеют к наименьшему временному интервалу — отсутствие своевременного ответа повышает вероятность отрицательного результата.

Результаты анализа целесообразно использовать и для оценки качества учебного процесс. При этом легко увидеть отличии восприятия различных материалов курса, что позволяет корректировать учебный процесс. На рис. 5 приведена гистограмма успешности ответов на вопросы по 11 лекциям (исключая вводную лекцию). Легко видеть, что разные разделы были поняты студентами в разной степени. Эта информация позволяет в последующем внести соответствующие изменения в лекции (распределение времени, подробность изложения и пр.) и практикумы. Однако «отсроченные» коррективы курса не единственное применения программно-технического комплекса. Поскольку результаты могут появляться оперативно (вплоть до нескольких минут после окончания занятия), то преподаватель может внести изменения в содержание следующего занятия, например, вернуться к пройденному материалу. Курс дисциплины «Экономика цифрового проектирования и конструирования в атомной отрасли» является хорошим тестовым полем для оценки компетенций будущих выпускников, от креативности которых во многом зависит успешное развитие отечественного атомного комплекса [4, 10, 14]. В современную эпоху онлайн-образования все разработки могут быть использованы для дистанционного обучения, не связанного с аудиторной работой студентов.

Заключение

В основу предлагаемой методики, а также разработанного и испытанного программно-технического комплекса положена техническая задача комплексной поддержки проведения учебно-контрольных мероприятий, состоящая из следующих подзадач:

- накопление исчерпывающей информации о знаниях, умениях, навыках обучающихся с учетом возможного их большого числа при проведении занятий (поточные лекции и практикумы);
- оперативная цифровая обработка результатов большого числа контрольно-обучающих мероприятий, допускающая многовариантные системы оценок результатов;
- повышение активности обучающихся в ходе потоковых мероприятий (занятий) вследствие возникающей у них необходимости продемонстрировать имеющиеся и полученные в ходе обучения или испытания знания, умения, навыки;
- повышение доверия обучающихся к результатам оценки, в том числе вследствие очевидной верифицируемости результатов и психологически адекватной технологии проведения контрольных мероприятий;
- обеспечение возможности охарактеризовать способность обучающихся понимать суть сложных явлений, способность анализировать соотношения различных факторов в результате, численно оценивать незнакомые явления при объяснении схемы оценки, прогнозировать выводы из заданий на основе предыдущего анализа.

Программно-технический комплекс позволяет обрабатывать и накапливать результаты, полученные в ходе контрольно-учебных мероприятий (занятиях или тестовых испытаниях), проводимых в различных формах. При этом система оценок (правила, алгоритмы определения оценок в числовой или текстовой форме) для различных форм мероприятий (занятиях или испытаниях) может быть настроена специально под конкретную задачу.

Эффективность работы программно-технического комплекса, включая скорость обработки результатов контроля, слабо зависит от количества обучающихся и комплекс может использоваться для работы с группами сколь угодно большого размера в пределах 10 тысяч обучающихся одновременно. Большее количество потребует контроля нагрузочной способности коммуникационного канала и специальных мер по повышению скорости обработки результатов.

Список использованных источников

1. В. В. Иванов, А. В. Путилов. Цифровое будущее: следующий шаг в развитии атомных энергетических технологий//Энергетическая политика. 2017. Вып. 3. С. 31-42.
2. А. В. Путилов, М. Н. Стриханов, Г. В. Тихомиров. Подготовка кадров для развивающейся атомной энергетики//Известия вузов. Ядерная энергетика. 2019. № 2. С. 208-218.
3. А. В. Путилов. Развитие технологий и подготовка кадров для цифровой экономики в энергетике//Энергетическая политика. 2017. Вып. 5. С. 58-65.
4. Н. А. Ильина, А. В. Путилов, И. А. Баранова. Кадровое обеспечение управления знаниями в инновационной экономике//Инновации. 2016. № 10. С. 2-6.
5. Н. А. Ильина, А. В. Путилов. Анализ становления, текущее состояние и перспективы развития основных участников мирового инновационного атомного рынка//Инновации. 2012. № 9. С. 10-15.
6. А. В. Путилов, А. Г. Воробьев, М. Н. Стриханов. Инновационная деятельность в атомной отрасли. Книга 1. «Основные принципы инновационной политики». М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2010. 184 с.
7. И. А. Баранова, А. В. Путилов. Инвестиции в человеческий капитал — революция в финансировании образования//Journal of Modern Competition. 2016. Vol. 10. № 4. P. 90-98.
8. А. В. Путилов, А. В. Крыанев, Д. Е. Слива. Прогнозирование развития экономических фронтов при помощи статистических методов//Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». 2017. Т. 6. № 3. С. 245-250.
9. А. В. Путилов. Инженерная экономика — путь развития предпринимательства в инженерном деле//Инженерное образование. 2011. Вып. 7. С. 58-67.
10. А. В. Путилов, О. В. Нагорнов, И. Н. Матицин, О. А. Моисеева. Формирование цифровых компетенций для научно-образовательной деятельности аспирантов//Инженерное образование. 2018. Вып. 24. С. 109-117.
11. А. В. Путилов, А. Г. Воробьев, М. В. Бугаенко. Стратегия и практика обращения с радиоактивными отходами и их геологического захоронения//Горный журнал. 2015. № 10. С. 6-10.
12. А. В. Путилов, А. Г. Воробьев, Д. В. Тимохин, М. Ю. Разоренов. Использование метода «экономического креста» в расчетах потребности ядерного топлива для развития атомной энергетики//Цветные металлы. 2013. № 9. С. 18-26.
13. О. П. Недоспасова, А. В. Путилов. Моделирование и оптимизация стратегии корпоративного софинансирования образовательной деятельности//Экономика в промышленности. 2013. № 4. С. 40-48.
14. А. В. Путилов, В. Н. Червяков, А. Г. Хачатуров, И. А. Баранова. Перспективы кадрового обеспечения управления знаниями в инновационной экономике//Всероссийская научно-практическая конференция «Вызовы и возможности финансового обеспечения стабильного экономического роста». Сб. научных трудов. Т. 2. Севастополь, 13-16 сентября 2017 г. С. 300-307.
15. А. В. Путилов, И. А. Зыкин, М. Н. Хусниyarov. Совершенствование экономической практики реализации энергосервисных контрактов на территории России//Экономика в промышленности. 2013. № 3. С. 16-21.
16. А. В. Путилов, В. Н. Червяков, И. Н. Матицин. Цифровые технологии прогнозирования и планирования развития атомной энергетики//Энергетическая политика. 2018. Вып. 5. С. 87-98.
17. В. А. Сидоренко. О стратегии ядерной энергетики России до 2050 г.//Росэнергоатом. 2012. № 6. С. 9-18.
18. А. В. Путилов, И. Л. Быховников, Д. А. Воробьев. Методы технологического маркетинга в анализе эффективности технологических платформ в области энергетики//Инновации. 2011. № 2 (148). С. 82-90.
19. Е. А. Абрамова, А. Ю. Апокин, Д. Р. Белоусов и др. Будущее России: макроэкономические сценарии в глобальном контексте//Форсайт. 2013. Т. 7. № 2. С. 6-25.
20. М. В. Коптелов, А. И. Гусева. Особенности определения риска в инвестиционных проектах строительства АЭС//Атомная энергия. 2013. Т. 115. Вып. 3. С. 170-176.
21. Доклад на международном экономическом форуме «Будущее профессий». <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/8-jobs-every-company-will-be-hiring-for-by-2020>.

References

1. V. V. Ivanov, A. V. Putilov. Digital future: the next step in the development of nuclear power technologies//Energy policy. 2017. Issue 3. P. 31-42.
2. A. V. Putilov, M. N. Strykhanov, G. V. Tikhomirov. Training for developing nuclear power//University news. Nuclear power. 2019. № 2. P. 208-218.
3. A. V. Putilov. Development of technologies and training for the digital economy in energy//Energy policy. 2017. Issue 5. P. 58-65.
4. N. A. Ilina, A. V. Putilov, I. A. Baranova. Personnel support of knowledge management in the innovative economy//Innovations. 2016. № 10. P. 2-6.
5. N. A. Ilina, A. V. Putilov. Analysis of formation, current state and prospects of development of the main participants of the world innovative nuclear market//Innovations. 2012. № 9. P. 10-15.
6. A. V. Putilov, A. G. Vorobyov, M. N. Strikhanov. Innovative activity in the nuclear industry. Book 1. «Basic principles of innovation policy». M.: publishing house «Ore and metals», 2010. 184 p.
7. I. A. Baranova, A. V. Putilov. Investment in human capital-revolution in financing education//Journal of Modern Competition. 2016. Vol. 10. № 4. P. 90-98.
8. A. V. Putilov, A. V. Kryanev, D. E. Sliva. Forecasting the development of economic fronts using statistical methods//Bulletin of the National research nuclear University «MEPhI». 2017. Vol. 6. № 3. P. 245-250.
9. A. V. Putilov. Engineering economy-the way of development of entrepreneurship in engineering//Engineering education. 2011. Issue 7. P. 58-67.
10. A. V. Putilov, O. V. Nagornov, I. N. Matitsin, O. A. Moiseeva. Formation of digital competencies for research and educational activities of postgraduates//Engineering education. 2018. Issue 24. P. 109-117.
11. A. V. Putilov, A. G. Vorobyov, M. V. Bugaenko. Strategy and practice of handling radioactive waste and their geological burial//Gorny Zhurnal. 2015. № 10. P. 6-10.
12. A. V. Putilov, A. G. Vorobyov, D. V. Timokhin, M. Yu. Razorenov. Use of the «economic cross» method in calculating the need for nuclear fuel for the development of nuclear power//non-Ferrous metals. 2013. № 9. P. 18-26.
13. O. P. Nedospasova, A. V. Putilov. Modeling and optimization of corporate co-financing strategies for educational activities//Economics in industry. 2013. № 4. P. 40-48.
14. A. V. Putilov, V. N. Chervyakov, A. G. Khachaturov, I. A. Baranova. Prospects of personnel support for knowledge management in the innovative economy//All-Russian scientific and practical conference «Challenges and opportunities of financial support for stable economic growth». Collection of scientific papers. Vol. 2. Sevastopol, September 13-16, 2017. P. 300-307.
15. A. V. Putilov, I. A. Zykin, M. N. Khusniyarov. Improving the economic practice of implementing energy service contracts on the territory of Russia//Economics in industry. 2013. № 3. P. 16-21.
16. A. V. Putilov, V. N. Chervyakov, I. N. Matitsin. Digital technologies of forecasting and planning of nuclear power development//Energy policy. 2018. Issue 5. P. 87-98.
17. V. A. Sidorenko. On the strategy of nuclear power in Russia until 2050//Rosenergoatom. 2012. № 6. P. 9-18.
18. A. V. Putilov, I. L. Bykovichnikov, D. A. Vorobiev. Methods of technological marketing in the analysis of the effectiveness of technological platforms in the field of energy//Innovation. 2011. № 2 (148). P. 82-90.
19. E. A. Abramova, A. Yu. Apokin, D. R. Belousov et al. The Future of Russia: macroeconomic scenarios in a global context//Foresight. 2013. Vol. 7. № 2. P. 6-25.
20. M. V. Koptelov, A. I. Guseva. Features of risk determination in investment projects of NPP construction//Atomic energy. 2013. Vol. 115. Issue 3. P. 170-176.
21. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/8-jobs-every-company-will-be-hiring-for-by-2020>.