

## Проблемы математизации образовательного пространства

Проанализированы проблемы математизации в рамках опережающего образования с целью формирования конкурентоспособной личности в пост-индустриальном обществе. Выявлены предпосылки, поставлены задачи и сформулированы основные подходы к созданию дистанционных курсов с математическим насыщением. Указаны способы и формы математизации различных элементов дистанционного обучения. Выделены порождаемые математизацией преимущества, возможные затруднения при реализации.

**Ключевые слова:** опережающее образование, информатизация, фундаментализация, математизация, дистанционный курс.

Начало XXI века характеризуется усилением сложных и противоречивых процессов, влияющих на все субъекты мирового пространства. Нарастающие политические противостояния, проявления терроризма и гибридные конфликты, борьба за ресурсы, углубление противоречий между ориентацией на рост потребления и ограниченными возможностями биосферы составляют явную глобальную угрозу. Нынешний способ развития человечества исчерпал себя в силу своей стихийности и полного игнорирования предельных возможностей планеты. Социально-экономическое развитие должно быть направлено на гармонизацию с учетом текущих потребностей без ущемления интересов будущих поколений.

Решение глобальных проблем напрямую зависит от распространения новейших наукоемких технологий. Смена технологической базы, совершенствование производственных отношений должны сопровождаться повышением уровня человеческого капитала. Производительность труда во многом зависит от поддержки науки и образования, которые становятся решающими факторами роста движущих сил общественного развития [4; 8].

Разрешение глубоких проблем украинского общества требует активного развития человека как субъекта социального бытия, как личности с высоким уровнем интеллекта и креативности. Ключевым вызовом является усиление борьбы за определяющие факторы – высококвалифицированную рабочую силу и инвестиции, реализующие новые знания и технологии. Сейчас происходит активная модернизация системы подготовки кадров, в том числе высшего образования, где внедряются новые инновационные формы и подходы [5; 6].

При этом в условиях интеграции вузов в глобальную систему крайне важно не растерять все лучшее, достигнутое отечественной теорией и практикой, а расширить их возможности, повысить конкурентоспособность на мировом рынке образовательных услуг. Система украинского образования

традиционно рассматривалась как общественное благо и ориентировалась на высокий уровень фундаментализации и математизации, на гармоничное сочетание естественнонаучной, историко-гуманитарной подготовок, а также на значительную роль воспитательного фактора.

Современный социум создает для человека новые возможности личностного роста и предъявляет к нему повышенные требования, порождает постоянные риски и ситуации кризисной неопределенности. Заостряется проблема опережающей трансформации сознания и на этой основе – всех видов антикризисной деятельности человека. Эти преобразования обеспечивает массовое опережающее образование, неотрывное от воспитательных функций [4; 8].

Попытки абсолютизировать образовательные традиции приводят к затягиванию кризисных проявлений и выталкиванию отечественной системы образования на периферию рынка образовательных услуг. Вместо усвоения определенного объема знаний главной целью становится формирование способности и стремления к самообразованию, а также к созданию новых знаний на основе включенности в технологические проблемы и их разрешение.

Важной задачей является формирование у молодежи склонности к напряжённому труду и способности корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся обстановкой, стремления постоянно совершенствоваться и реализовывать накопленный личностный потенциал, готовности активно участвовать в социальных преобразованиях.

Информационно-коммуникационные технологии позволяют создавать системы открытого и дистанционного обучения, реализующие принципы непрерывного опережающего образования через всю жизнь, для перманентного обновления знаний и повышения общекультурного и профессионального уровней. Образовательная среда современного украинского вуза – это сочетание традиционных и интерактивных электронных форм обучения с постоянным наращиванием информационных ресурсов и непрерывным совершенствованием дидактических методов и приемов, профессиональных знаний и умений самих преподавателей.

Перед выпускниками вузов стоит задача стать творцами инновационных идей и технологий, способными реализовывать свои наработки с максимальной отдачей, умеющими выявлять и решать сложные проблемы и адаптироваться в различных сферах, обладающими навыками системного анализа ситуаций и поиска нестандартных подходов к построению целостных проектов. Формирование таких компетенций базируется на серьезной фундаментальной подготовке – прежде всего математической – и современных компьютерных технологиях.

Исходя из особой важности математической составляющей в системе опережающего образования и наблюдаемых в этой сфере кризисных

явлений, проводятся разносторонние исследования, в которых формулируются проблемы, прослеживаются тенденции и перспективы математической подготовки во всех срезам [1–3; 9–11; 13; 14]. Следует отметить, что математические компетенции не могут компенсироваться информатикой. Хотя компьютерная техника все шире используется как важнейший рабочий инструмент, умение применять существующие пакеты программ для решения конкретных инженерных задач не может заменить знание математических методов исследования реальных процессов.

В ходе проводимых в Украине образовательных реформ наблюдается негативная тенденция сокращения количества аудиторных часов на математическую подготовку даже для тех специальностей, где она является базовой для формирования специалиста в соответствующей предметной области. Если это не компенсировать интенсификацией учебной деятельности и усилением самостоятельной работы, то многие специальные дисциплины не будут обеспечены необходимым математическим аппаратом. Украинские вузы для сокращения штатов проводят политику укрупнения студенческих потоков, что также имеет свои явные отрицательные последствия – резко сужает возможности ориентации знаний и компетенций на потребности конкретной специальности. Вынужденная стандартизация математической подготовки студентов ограничивает их возможности дальнейшего образования.

На экономию средств также направлено общее сокращение учебной нагрузки украинских студентов. Но образовательную деятельность нельзя пускать на самотек – необходимо ее педагогическое сопровождение. Нейтрализовать негативные явления призвано ускоренное развитие электронных форм обучения как дополнения традиционных образовательных технологий.

Идеи упреждающего прогнозирования и оптимизации предполагают фундаментализацию и математизацию опережающего образования. Фундаментализация означает приоритетность общетеоретических дисциплин, развитие обобщенных интеллектуальных умений, универсальных методов мышления, абстрактной логики и механизмов памяти. Это сопровождается одновременным сокращением общего объема обязательных дисциплин за счет строгого отбора материала и выделения опорных компонент. Узкоспециализированные профессиональные знания и умения рассматриваются как динамичная надстройка, требующая постоянного обновления.

Необходимость разработки эффективных форм и методов обучения на интегрированном уровне выдвигает новые задачи, решение которых требует кардинальных прорывов в понимании образовательных механизмов. Математика выступает как проявление гармонии, которая характеризует устойчивость и динамичность, минимализм и красоту процессов в окружающем мире. Математические модели и методы служат универсальным ключом познания, базой гармоничной коэволюции человечества с биосферой.

В то время как в точных науках роль математики не подвергается сомнению, проникновение математического аппарата в гуманитарные области требует пристального внимания и настойчивости. Важной тенденцией является интеграция наук между собой, науки и практики, что позволяет решать многие глобальные проблемы. В образовательном пространстве это проявляется в переходе от предметно-центристской ориентации к интегративным системам формирования целевых компетенций. Язык математики и ее инструментарий служат методологической базой этих интеграционных процессов.

Информатизация образовательной среды способствует формированию компьютерной грамотности как элемента общеобразовательной подготовки индивида, развивает умения оперирования с информацией, способности к виртуальной коммуникации. Происходит технологизация образования – конструирование учебного процесса в соответствии с дидактическими целями и образовательными стандартами для выполнения социального заказа при минимальных затратах [7].

Компонентами электронной образовательной среды служат дистанционные курсы по отдельным учебным предметам как совокупность взаимосвязанных элементов педагогических средств обучения, составляющих научно-методическую базу реализации опережающего образования [6]. Их эффективность предполагает высокую работоспособность каждого студента, тщательный подбор научного содержания, четкую организацию учебного процесса и разностороннее методическое обеспечение. Ориентация на интерактивные методы обучения позволяет успешно решать целый ряд задач: развивать познавательные и профессиональные мотивы и интересы; формировать системное мышление; прививать общечеловеческие ценности; настраивать на практическое применение знаний и умений.

Математизация как технических, так и гуманитарных наук, а через них – технологического уклада и всех сфер жизни общества является характерной особенностью современного этапа развития человеческой цивилизации [2; 14]. Она тесно переплетается с информатизацией, что приводит к их взаимообогащению. Математизация включает в себя создание и наладку соответствующих математических структур, моделей и расчетных схем, их теоретический анализ и адаптацию, программную реализацию с последующим внедрением в прикладные компьютерные системы.

Феномен взаимодействия математики с каждой научной сферой имеет двусторонний характер. Успешное продвижение математизации предполагает высокий уровень теоретических обобщений и структуризации в соответствующем научном направлении. Глубокое проникновение математики в ту или иную область считается определяющим фактором признания ее высокого научного уровня. Возрастание абстрактности предметного научного знания приводит к углублению его математизации

и компьютеризации, что обеспечивает обогащение понятийного аппарата с помощью математических конструкций. Использование понятий и принципов математики в различных направлениях научного познания повышает эффективность содержательных исследований, которые обогащают саму математику новыми подходами и идеями [1; 10].

Наиболее глубоко математизация проникла в физико-технические знания. Сейчас наблюдается интенсивное синергетическое взаимодействие математики с другими научными сферами, где использование математического аппарата уже не ограничивается простейшими описаниями и расчетными схемами. Происходит усложнение применяемого математического инструментария и возрастание роли математики в формировании и углублении их теоретических положений, что придает содержательным теориям предсказательную силу.

Проблемы на этом пути обусловлены сложностью и качественным разнообразием изучаемых объектов и связей между ними. В частности, в различных направлениях имеется огромная необходимость в изучении разрывных и скачкообразных стохастических процессов, динамического хаоса и фрактальных структур. Математизация общественных наук усложняется многомерностью и стохастичностью социальных явлений, описываемых нечеткими качественными признаками, а также наличием субъективного фактора. В таких областях математизация еще фрагментарна, математический инструментарий применяется ограниченно и с грубыми допущениями, но они уже служат для предсказания и выработки подходов к решению выявленных проблем.

Трудности математизации имеют три составляющие. Первые порождены самой математикой, когда в ней отсутствуют методы оперирования с предлагаемыми математическими объектами. Вторые обусловлены сложностью предметной области и размытостью ее границ. Третьи связаны с интерпретацией и обоснованием адекватности математических описаний. Рост объема специальных знаний, усложнение объектов исследования выдвигают новые требования к математизации соответствующей предметной области.

Сейчас математизация имеет компьютерную форму и особо проявляется при изучении сложных технических объектов, основным методом познания которых выступает математическое моделирование и вычислительный эксперимент. При математизации трудно формализуемых объектов используется сочетание компьютерного инструментария с решающей ролью эксперта. Здесь важное место занимают проблемы гуманизации человеко-машинных систем.

Актуальной составляющей математизации является моделирование, которое представляет собой абстрактное отображение существенных сторон объектов предметной области и отношений между ними. Формализа-

ция информации с помощью общепринятых математических понятий и символов позволяет получать четкие формулировки основных законов исследуемого явления. Внедрение характерного для математики аксиоматического подхода предполагает выявление простейших основополагающих понятий и выделение небольшого списка аксиом, а затем построение строгой теории посредством логических правил как набора теорем и их доказательств.

Примером успешного применения математики в экономических исследованиях служит проведение инвестиционных расчетов, моделирование рисков при случайном характере протекающих процессов, обоснование маркетинговых стратегий и прогнозов, выбор программ развития, изучение покупательского спроса и предложения [9].

Реализация концепции опережающего образования предполагает формирование дистанционных курсов с высоким уровнем насыщения фундаментальными знаниями. Решению этой задачи должна способствовать математизация содержания и форм подачи учебного материала.

Первоочередное внимание при разработке дистанционных курсов должно уделяться учебному контенту, который загружается в систему электронного обучения и предназначается для непосредственного усвоения [12]. Учебный контент дистанционных курсов должен быть подготовлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и при этом учитывать особенности работы с электронными ресурсами. Информационная компонента дистанционных курсов первостепенно влияет на результативность учебной деятельности студентов и их мотивацию. Для качественной фундаментальной подготовки необходимо не только наполнение содержания дистанционных курсов глубоким математизированным материалом, но и разработка адаптированных инструментов продуктивного обучения. При этом основным критерием эффективности педагогических усилий выступает степень усвоения и умелого применения студентами ведущих идей, понятий и подходов соответствующей учебной дисциплины.

Важны не сиюминутные утилитарные узкоспециализированные знания, не успеваемость как оценка совпадения полученных результатов учебной деятельности с запланированными показателями, а глубина компетенций в соответствующей сфере. Поэтому значимым элементом каждого дистанционного курса является входной и выходной контроли, призванные отражать и стимулировать успехи в освоении как тех дисциплин, на которые опирается изучаемый предмет, так и дисциплин последующего цикла, использующих базовые понятия данного предмета [6]. Моменты выходного контроля могут отражаться в итоговом тестировании или представлять собой отдельный компонент формирования оценки за предмет.

Требует внимания налаживание связей внутри каждого блока параллельно изучаемых дисциплин, что служит взаимообогащению их содер-

жания и выработке у студентов системного подхода. Здесь возникают проблемы мониторинга труда преподавателей-предметников и вычленения доли каждого из них в педагогических достижениях. Проще оценивать такой показатель результативности учебного процесса, как объем и глубина накопленных знаний. Вторым важным показателем качества обучения выступает широта, осознанность и эффективность практических умений и навыков. Обобщающую оценку результативности процесса обучения дают экспертные исследования наработанных компетенций, которые проявляются при выполнении комплексных заданий. Здесь возникают трудности отражения выполнения междисциплинарных заданий в нескольких дистанционных курсах.

Существуют различные подходы к разработке учебных материалов для электронного обучения [6; 12]. Здесь особо важна порционность подачи информации – разбивка дистанционного курса на микроблоки в соответствии с целями обучения, которые должны четко формулироваться в начале каждого компонента. Для облегчения ориентации студентов в учебной информации необходимо строгое согласование порядка следования микроблоков с рабочей программой и удобная система навигации в пределах дистанционного курса. Идее математизации более соответствует подача учебного материала по принципу от общего к частному с использованием внутренних переходов и гиперссылок на вспомогательные внешние ресурсы.

Каждый микроблок включает: теоретические сведения, а к ним – вопросы для самодиагностики; иллюстративный материал для обеспечения наглядности; типовые практические задания и образцы их выполнения; тест закрытой формы с вопросами для автоматизированного контроля усвоения фактических данных; тест открытой формы, требующий проверки преподавателем, для формирования и контроля умения комплексного использования знаний, формулировки обоснований своих действий и развития письменной речи; собеседование в форме форума или чата. Рекомендуется каждый тематический тест давать в двух целевых представлениях – для обучения (с мягкими ограничениями по времени, развернутыми комментариями и открытыми ответами) и для контроля (с жестким ограничением времени, числа попыток и закрытыми ответами) [6].

Математизированное задание выступает интеллектуальным затруднением, требующим умственного и психического напряжения. Необходимость преодоления препятствий стимулирует познавательную мотивацию, стремление к личностным достижениям. Логика преобразующих действий нацелена на получение нового учебного результата и развивает культуру умственного труда.

Для адаптации дистанционного курса к студентам различного уровня начальной подготовки и учета личностной множественности целей обучения подача учебного материала должна быть многослойной, но с отражен-

ием общей канвы и фактической основы предметной области. Использование математических формулировок, емких знаковых схем и образов позволяет при компактном объеме насытить каждый микромодуль глубоким содержанием, выстроить сложную логику вариативной подачи материала, обеспечить его доступность, сформировать опорное ядро для закрепления в памяти. При этом производится выделение главных понятий, ключевых терминов, выпячивание существенных взаимосвязей, перенос вводной информации и второстепенных комментариев в примечания и дополнения.

Ограниченность объема текста и его нацеленность на узловые моменты, представленные в сжатой форме с использованием математических конструкций, позволяет каждому студенту сконцентрироваться на важном для него материале, выбрать соответствующую глубину погружения в его суть и спланировать индивидуальный маршрут обучения. Это делает работу с дистанционным курсом посильной для каждого студента, повышает лично ориентированную эффективность учебного труда и сохраняет позитивную мотивацию. Разработчиков дистанционных курсов следует предостеречь от другой крайности – от перенасыщенности текста абстрактными символьными представлениями, от излишней сложности формулировок и от потери наглядности. Важно чувство меры в использовании словесного, графического и символьного способов подачи информации, а также разумное сочетание полноты, научности и доступности с ориентацией на весь спектр индивидуальных особенностей студентов.

Использование математических формулировок, с одной стороны, облегчает насыщение базы тестовых вопросов вариативными однотипными задачами, которые концентрируют внимание на главных моментах. С другой, – позволяет поставить перед продвинутыми студентами сложные учебные проблемы, решение которых требует глубокого нестандартного мышления и высокого уровня владения соответствующим математическим инструментарием, а также способами его компьютерной реализации.

Возможности внедрения принципов опережающего образования и основных его подходов, включая математизацию, определяются состоянием информатизации образовательного пространства учебного заведения и в первом приближении соответствуют уровню использования принятой системы управления обучением (LMS – Learning Management System) [6]. В украинских реалиях вузы отдают предпочтение LMS открытого доступа, из которых наиболее популярной является система Moodle. Она обеспечивает различные формы доставки учебной информации, современные средства коммуникации, инструменты организации индивидуальной и групповой работы студентов, средства контроля результатов учебной деятельности, их фиксации, отображения и анализа.

Негативной тенденцией, противоречащей общемировому тренду, является наблюдающееся в Украине снижение общего уровня математической

подготовки в общеобразовательных школах, что неумолимо влечет за собой падение математической культуры в стенах вузов – и далее отражается на молодых специалистах, включая педагогов новой генерации. Требуется целенаправленная политика позитивных инноваций, составляющей которой должна служить математизация опережающего образования. Для ее осуществления необходима ревизия образовательных программ по каждой специальности с привлечением кафедр математических дисциплин и практикующих специалистов высокой квалификации с ориентацией на перспективу [7]. При создании математизированных дистанционных курсов в качестве консультантов следует привлекать педагогов-математиков, чтобы исключить излишний формализм и перегруженность дидактически неоправданными выкладками.

Математизация дистанционных курсов, кроме разрешения общенаучных и дидактических задач, требует преодоления технологических трудностей. В частности, затратными остаются ввод, коррекция, отображение и согласование математических формул и другой символьной информации. Здесь может помочь подключение самих студентов к подготовке учебных материалов с математическим насыщением.

Анализ состояния математизации опережающего образования и ее отражения при разработке современных электронных образовательных технологий показывает, что данная проблематика находится лишь в начале практического осознания. Общепризнанной является важность данного направления в образовании. Выявлены основные пути продвижения и намечены узловые задачи. Продолжаются исследования феномена математизации в философском и общекультурном плане. Отдельные стороны этого явления привлекают внимание теоретической педагогики. В последнее время педагоги-практики вплотную подходят к постановке задач реализации элементов данного подхода в конкретных дистанционных курсах. Дальнейший прогресс в математизации дистанционных курсов опирается на расширение технологической функциональности электронных образовательных систем и требует новых усилий разработчиков-предметников с учетом педагогических методик учебного применения математических конструкций.

## Литература

1. Алексеев И. Л. Математизация научного знания и ее проблематика / И. Л. Алексеев // Евразийское научное объединение. – 2015. – Т. 2. – № 6 (6). – С. 103–104.
2. Бахтина Г. П. Математизация науки и образования – необходимое условие реализации концепции устойчивого развития / Г. П. Бахтина // Инженерное образование. – 2009. – № 5. – С. 28–34.

3. Бурмистрова Н. А. Опережающее обучение математике студентов экономических университетов в интересах устойчивого развития / Н. А. Бурмистрова // Научный диалог. – 2017. – № 1. – С. 244–253.
4. Ефремов А. П. Опережающее обучение и опережающее образование / А. П. Ефремов // Вестник ЧелГУ. – 2012. – № 19 (273). – С. 38–43.
5. Железнякова О. М. Организация процесса усвоения базовых понятий учебной дисциплины средствами опережающего обучения / О. М. Железнякова, Н. В. Зорькина. – Москва : ФЛИНТА ; Наука, 2013. – 160 с.
6. Кудін А. П. Інформаційно-комунікаційні технології в навчанні / А. П. Кудін. – Луцьк : Волиньполіграф, 2012. – 415 с.
7. Ларькина Е. В. Математические методы определения оптимальной последовательности изучения дисциплин при реализации образовательных программ / Е. В. Ларькина, В. П. Шевкунова // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2011. – № 19–2. – С. 224–233.
8. Лунев В. В. Ориентиры высшего образования постиндустриального общества / В. В. Лунев, Т. А. Лунева, А. И. Бакшеев [та ін.] // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. – 2016. – № 1 (35). – С. 76–80.
9. Мельников Ю. Б. Математика как одна из идеологических основ экономического образования / Ю. Б. Мельников, М. Д. Боярский, М. Д. Локшин // Вестник Уфимского государственного нефтяного технического университета. – 2016. – № 3 (17). – С. 142–148.
10. Мороз В. В. Математическое моделирование в философии: возможности и перспективы / В. В. Мороз // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2013. – № 2 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskoe-modelirovanie-v-filosofii-vozmozhnosti-i-perspektivy>.
11. Павлова Е. В. Вопросы математизации научных знаний в системе вузовской подготовки / Е. В. Павлова, Г. Ф. Исламгулова // Научный диалог. – 2016. – № 5 (53). – С. 225–233.
12. Петриков П. А. Подходы к разработке учебных материалов для дистанционного обучения / П. А. Петриков // Молодой ученый. – 2012. – № 2. – С. 59–62.
13. Харитонова И. В. К проблеме математизации при изучении нематематических дисциплин студентами вузов / И. В. Харитонова, Е. В. Петрова // Проблемы и перспективы развития образования: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Пермь, май 2012 г.). – Пермь : Меркурий, 2012. – С. 165–167.
14. Якунін А. В. Математизація як аспект випереджаючої освіти для сталого розвитку / А. В. Якунін // Сталий розвиток в умовах глобальних викликів : матеріали Всеукраїн. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 7–8 квітня 2017 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – С. 331–332.