

## Предисловие редактора

Повышение качества образования на протяжении долгого времени остается одной из актуальных и трудно решаемых проблем не только для России, но и для всего мирового сообщества. Решение этой проблемы связано с модернизацией содержания образования, оптимизацией способов и технологий организации образовательного процесса, а также определения целей и результатов образования. С другой стороны, наблюдается повышение требований рынка труда к уровню подготовки специалистов с высшим образованием. Вызванное этим все возрастающее внимание к его качеству предопределяет необходимость реализации комплекса мер, связанных с принятием эффективных управленческих решений в сфере высшего образования, направленных на повышение компетентности выпускников вузов. Изобилие проблем на этом направлении исследований предопределило создание модельно-инструментального измерительного комплекса (МИИК) построения и оценивания компетенций, который был сформирован в рамках ряда научно-исследовательских работ, проводимых на кафедре математического моделирования бизнес-процессов Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики в 2017–2018 годах. МИИК включал в себя разнообразный математический аппарат, сформированный посредством гибридизации математических моделей.

Идея гибридизации математических моделей из разных классов не нова, она использовалась сразу же за периодом «наивного» математического моделирования, когда акцентировалось собственно использование математического аппарата в существенно вербальной сфере. Но осознание на методологическом поле укрепления семантики рациональной категории адекватности математических моделей пришло не сразу, потребовалось накопить достаточный опыт математического моделирования и его осознание. Некоторый накопленный нами опыт построения гибридных математических моделей из разных предметных областей показал как вычислительную эффективность по критерию времени, так и существенную экономическую эффективность от повышения качества продукции.

При моделировании же образовательных систем, с нашей точки зрения, повышенная адекватность и объективизация оценивания достигаются в наибольшей степени через гибридизацию моделей и методов системного анализа, экспертного оценивания, специализированных методов статистической обработки данных, методов мно-

гокритериальной оптимизации, решающих задачи класса NPC\*, методов нечеткой логики и энтропийного подхода, а также разработки специальных методик, моделей и информационных технологий конструирования компетентностных моделей и оценивания результативности обучения в разрезе формирования компетенций обучающихся. Достижение этого видится в создании специализированного модельно-инструментального измерительного комплекса как основы для организации профессиональных образовательных программ. Можно утверждать, что это направление является современной, распространенной и востребованной задачей в вузах России. В первом приближении нами решена задача создания такого МИИК, который включает в себя некоторые новые математические модели и алгоритмы анализа данных и оценивания в условиях неопределенности и риска, и обеспечивает повышение эффективности построения и реализации образовательной программы, в том числе оценивания качества их освоения. В частности, предварительные исследования показали трехкратное сокращение временных затрат на проектирование и разработку профессиональной образовательной программы на основе сгенерированных структур компетенций, двукратное повышение оперативности реализации процесса оценивания, а также увеличение точности оценивания качества освоения учебных дисциплин на 12 %.

Настоящая монография — это попытка популяризованного представления полученных и описанных выше результатов, а также их развития в рамках разрабатываемой автором концепции регуляризации образовательной деятельности и конвергентной парадигмы профессионального образования, поддерживающей принципиальную интеграцию построены гибридных моделей в единый МИИК. Рациональные структуры компетенций, сконструированные на базе единой модели и удовлетворяющие основным критериям оптимальности, таким как междисциплинарность, проверяемость, гармоничность, полезность, профессиональная направленность и другим, могут быть подвергнуты эффективной по трудовым и временным затратам процедуре оценивания их сформированности с учетом всех заложенных критериев, что, в свою очередь, позволяет получать релевантную информацию о профессиональной подготовке трудовых ресурсов и профессорско-преподавательского состава,

---

\* Аббревиатура NP обозначает класс задач, разрешимых на недетерминированной машине Тьюринга за полиномиальное время, или, упрощенно говоря, решаемых методом перебора. Класс NPC (NP-полные задачи) — это класс эквивалентных между собой задач, для эффективного решения любой из которых достаточно решить одну. — *Прим. редактора.*

идентифицировать тенденции и слабые места в системе образования и на рынках труда, а также осуществлять подготовку рабочих программ дисциплин, фонда оценочных средств и прочей документации к перманентным проверкам Рособнадзора.

*Научный редактор: заведующий кафедрой математического моделирования бизнес-процессов ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», доктор техн. наук, доцент Канев В.С.*

## Введение

Проблема повышения качества образования на протяжении долгого времени остается одной из актуальных и трудно решаемых не только в России, но и во всем мире. Решение ее тесно связано с модернизацией содержания, оптимизацией и цифровизацией образования. Все большую важность обретают задачи всестороннего обеспечения высокого уровня подготовки, в первую очередь посредством качественной организации образовательных программ (ОП). При этом качество в отношении образования будем понимать в соответствии с п. 29 ст. 2 Федерального закона об образовании в РФ от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ [150] как комплексную характеристику образовательной деятельности и подготовки обучающегося, выражающую степень их соответствия федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС), а также потребностям физических или юридических лиц, в интересах которых она осуществляется, в том числе степень достижения планируемых результатов ОП. Пункт 3 ст. 11 этого же закона определяет триаду ОП «структура», «ресурсы», «результаты», требования к которым предъявляют ФГОС. Это три кита, на которых зиждется образование как явление и которые для обеспечения его высокого уровня должны быть на высоте.

Поэтому важным направлением исследований выступает рационализация решений по структуре и ресурсам ОП и объективизация оценивания результатов. Усложнение этих задач в связи с развивающейся функционалистской парадигмой высшего образования (ВО) и сопутствующего ей компетентностного подхода обязывает многоаспектно рассматривать цикл ВО в аспектах данной триады с применением математических средств и информационных технологий. Подобным исследованиям посвящен ряд работ таких ученых, как М.В. Белов, Д.А. Новиков, В.Н. Бурков, Д.А. Губанов, А.Н. Райков, А.П. Караваев, В.А. Камаев, А.А. Большаков, В.В. Кручинин, В.С. Канев, В.М. Белов и др. Все они солидарны в том, что регуляризация образовательной деятельности оказывает позитивное влияние на ее качество, для чего необходим единый научный подход, интегрирующий методы и модели сбора и переработки образовательных данных и организации ОП.

Отдельного внимания заслуживает проблематика оценивания результатов обучения (РО), которая в последние годы активно разрабатывается, как в России (А.В. Хуторской, О.Е. Пермяков,

С.В. Минькова, В.П. Беспалько, И.Д. Рудинский и др.), так и за рубежом (W. Nutmacher, J. Wilkerson и др.). Ни у кого из указанных исследователей нет сомнений в возможности измерения РО через сформированность компетенций. Однако, если при проектировании ОП влияние субъективности не является очевидным, то при оценивании ее освоения фактор субъективизма становится критическим, так как результат оценивания непосредственно наблюдаем и используется, зачастую в неизменном виде, в задачах управления развитием образовательных и трудовых ресурсов. К тому же в задаче оценивания имеет место множественная нечеткость, обусловленная влиянием человеческого фактора как на процедуру, так и на результат оценивания. Поэтому решение задачи оценивания РО с необходимостью влечет разработку методик и информационных технологий на основе методов и алгоритмов искусственного интеллекта, позволяющих эффективно обработать и учесть указанную нечеткость.

Сформировавшийся комплекс взаимосвязанных задач является достаточно сложным как с концептуальной, так и с математической точки зрения. Необходим новый научно обоснованный интегрированный модельно-инструментальный комплекс (МИК), который характеризуется гибридностью, интеллектуальностью и обеспечивает регуляризацию образовательной деятельности. Такая методологическая конвергенция может выступить хорошей базой для формирования цифровой ОП, что является распространенной и востребованной в вузах задачей в связи с уверенным курсом современного образования на цифровизацию. Разработка подобного МИК была осуществлена в рамках научно-исследовательской работы, выполненной в СибГУТИ под руководством проф. В.С. Канева [83]. МИК позволяет решать указанные задачи научным способом. Вместе с тем при достаточной адекватности МИК эффективность его невысока в силу недостаточной разработки компонента построения компетентностной модели (КМ), ущербности компонента оценивания РО, не отвечающего в полной мере требованиям современных ФГОС ВО 3++, и недостаточности механизмов оценивания эффективности реализации ОП. Необходимо развитие этого МИК, что требует разработки соответствующей методологии, которая, рассматривая качество ВО как точку сборки основных его парадигм, позволит формировать основные профессиональные образовательные программы (ОПОП), отвечающие требованиям образовательных и профессиональных стандартов и современному состоянию умов и потребностям граждан России. Разработка такой методологии, интегрирующей множество подходов и методик в соответствии с принципами системности, междисциплинарности и профессиональной направленности, представляет собой научно-техническую проблему, разре-

шение которой необходимо для эффективного управления образовательным процессом в вузе и имеет существенное социально-экономическое значение с точки зрения повышения качества образования и уровня жизни в России.

В первой главе выполнен анализ текущей ситуации в сфере высшего образования и проблематики организации профессиональных образовательных программ. В частности, показана существенная и перманентно нарастающая сложность этого процесса в условиях безальтернативности компетентностного подхода к образованию, а также необходимость формирования комплексного математического решения для повышения качества образовательного процесса.

Во второй главе образовательная деятельность рассмотрена как комплексный объект исследования. Рассмотрение управленческих и организационных аспектов образовательной деятельности на этапах жизненного цикла профессиональной образовательной программы сквозь призму множества количественных математических методов моделирования образовательной деятельности позволило сформулировать основные положения конвергентной методологии организации профессиональных образовательных программ и воплощающего эти положения модельно-инструментального комплекса, синтезировать концепцию гибридного математического моделирования для формирования и его развития в МИИК, сформулировать основные гипотезы и направления дальнейших исследований и выполнить научную постановку задачи на разработку МИИК.

Последующие главы 3 и 4 посвящены разработке отдельных компонентов МИИК, оперативные исследования которых позволили подтвердить сформулированные научные положения конвергентной методологии в соответствующих аспектах частных образовательных парадигм, а также проверить выдвинутые рабочие гипотезы в отношении регуляризации образовательной деятельности и эффективности обработки неопределенности образовательного процесса посредством гибридизации математических конструкций МИИК.

Наконец, в главе 5 рассмотрена интеграционная структура разработанного МИИК, реализующего конвергентную методологию организации профессиональных образовательных программ, которая основывается на конвергентной парадигме профессионального образования. Исследуем применение МИИК к задачам организации ОПОП в условиях неопределенности реального образовательного процесса и соответствующей вариативности многочисленных параметров компонентов МИИК, а также риск-менеджмента образовательной деятельности, компьютерного мониторинга качества образования и управления образовательными рисками при поддержке МИИК.

# 1 Современное состояние проблемы организации профессиональной образовательной программы

---

Данная монография имеет целью выработать системное представление о методологии организации образовательной деятельности (ОД) в части отдельно взятой профессиональной образовательной программы. Как будет показано в главе 2, такая деятельность является комплексной, и поэтому для ее исследования необходим комплексный организационный подход. В соответствии со вторым значением понятия «Организация» в толковом словаре русского языка [95] под организацией профессиональной образовательной программы будем понимать деятельность, направленную на создание строгой внутренней упорядоченности, согласованности планомерного взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных компонентов профессиональной ОП. Это предполагает унификацию и конкретизацию (в смысле детерминации компонентов ОП и связей между ними) процедур создания и использования для уменьшения неопределенности в этих процедурах и максимальной их цифровизации. В этой связи следует отличать понятие образовательной организации (ОО), где слово «организация» употребляется в третьем значении [95] и, как правило, подразумевает государственное высшее учебное заведение, деятельность которого регламентирована законодательством РФ (см., например, [150]) и государственными образовательными стандартами [122]. В этой главе рассмотрим основные процессы, протекающие в ОО, их исторический контекст, основные тенденции развития и технологии управления в условиях безальтернативной реализации компетентностного подхода.

## 1.1. Тенденции развития российского высшего образования в условиях реализации компетентностного подхода

В настоящее время сфера образования в России переживает трудные времена. Это объясняется как кризисом образования, связанным с устареванием лабораторно-технической базы, с продолжающимся оттоком научных и педагогических кадров за рубеж при недостаточном количественном и качественном их пополнении молодежью, так и политикой правительства, направленной на перма-

нентное переформатирование образовательных систем (ОС) по западным стандартам. Последнее обстоятельство, наряду с интенсивным внедрением в образование компьютерных технологий, применением для обучения интерактивных программных средств, а для контроля знаний — тестирования, привело к обезличиванию обучающего и обучающегося и породило явление, называемое дистанционным обучением. Все эти факторы в совокупности привели к профанации отечественной сферы образования, не способной нормально функционировать в новых условиях при старой организационной системе. Претерпев трудные реформы, она так до сих пор и не получила эффективного механизма организационного управления, учитывающего потребности регионов в кадровом обеспечении, ресурсные возможности образовательной инфраструктуры и состояние умов современной обучающей и обучающейся молодежи. Для того чтобы разобраться в проблематике такой непростой ситуации, рассмотрим основные тенденции в сфере российского высшего образования.

### 1.1.1. Проблемы становление российской системы высшего образования

Высшее образование в России в ее новейшей истории претерпело ряд существенных изменений, что связано, в первую очередь, с переходом на многоуровневую систему стандартов, характерной для Западной системы образования. Начиная с 2003 года, ОС ВО в России развивается в том числе и в рамках Болонской системы [11], основная цель которой, декларируемая Минобрнауки, — улучшение уровня подготовки, формирование высокообразованных специалистов, социально зрелых и творческих личностей, повышение квалификации научно-педагогического сотрудника (НПС), а также международная мобильность и обмен опытом [9]. Предпосылки к формированию единой межгосударственной ОС ВО, процесса сближения и гармонизации ОС стран Европы возникли еще в середине 1970-х годов, когда Советом министров Европы была принята Резолюция о первой программе сотрудничества в сфере образования. Началом же активных действий на этом направлении можно считать подписание в 1998 году министрами Германии, Франции, Великобритании и Италии Сорбонской декларации с заявленной целью разработки общих положений по стандартизации и создания открытой зоны ВО, построенной на уважении различий и требующей ликвидации барьеров между национальными ОС ВО. Разработки таких рамок и правил обучения, которые бы расширили мобильность, имели целью сделать сотрудничество в образовательной сфере близкими и тесными [18].



На деле же результаты международного сотрудничества и успешного опыта реализации первых образовательных реформ были практически проигнорированы. Представленные в [78] примеры международного сотрудничества показывают, что его результаты практически никак не учитываются в ходе реализуемых образовательных реформ, также недостаточно внимания уделяется вторичному анализу данных, полученных в ходе международных сопоставительных исследований. Исследование проведено достаточно либеральной ОО — Высшей школой экономики, выступающей основным инициатором разных модернизационных инициатив, так что его результаты можно считать вполне достоверными.

В числе прочего отмечается, что прямое заимствование опыта образовательных реформ — участие в «Глобальном движении образовательных реформ» [182], направленном на стандартизацию процесса обучения, достижение высоких показателей образовательных достижений для всех учащихся, обязательное оценивание результатов обучения посредством тестирования и строгая подотчетность работы учебных заведений, — ущербно. Без учета национальной специфики и традиций развития российского образования, без необходимого анализа эластичности ОС, ее адаптационной способности к нововведениям в сфере финансирования, управления образовательным процессом это закономерно привело к обратным результатам. Выхолащивание из образовательного процесса инновационности и креативности в угоду подотчетности и стандартизации не может привести к улучшению качества образования в его новом понимании. А при прочих неблагоприятных условиях, коих, как будет показано далее, имеется в избытке, увлечение модернизационными экспериментами может попросту поставить отечественную ОС на грань выживания. Можно выделить пласт работ, посвященный предпосылкам изменения в управлении ОС в России, где фиксируются реальные противоречия и проблемы, раскрываются возможные пути и способы преодоления барьеров и рисков трансформации вузов и эффективного управления ими [28, 43, 73, 78, 85, 88, 175, 182].

В 1999 году была подписана Болонская декларация, которая стала основным документом о европейском пространстве высшего образования, положившим начало наиболее важной и широкомасштабной реформе высшего образования в Европе за последние тридцать лет. Конечной целью процесса провозглашалось создание к 2010 году Европейского пространства высшего образования, где будет обеспечено свободное передвижение студентов и сотрудников высшей школы и объективное признание их квалификаций. С сентября 2003 года за счет распространения права участия в Болонском процессе для стран-участниц Европейской Конвенции по культуре

число потенциальных участников Болонского процесса было расширено до 40, включая Россию. Тогда же был обозначен курс на синергию между Европейским пространством высшего образования и Европейским исследовательским пространством [10], международную стандартизацию европейских степеней уровня бакалавра и магистра с учетом требований к гибкости их стыковки по объему (европейским кредитам в рамках единой системы ECTS — European Credit Transfer System), а также прогрессивную парадигму learning to learn skills (научение учиться). Также было заявлено, что программы на соискание степени бакалавра и магистра могут иметь различные направления и профили, чтобы удовлетворять многообразию личных и академических потребностей, а также потребностей рынка труда.

Все эти особенности Российская Федерация начала активно вписывать в образовательные стандарты, первые из которых появились в России с введением Закона РФ от 10 июля 1992 г. N 3266-1 «Об образовании» [149]. Статья 7 этого закона была посвящена государственным образовательным стандартам и устанавливала для каждой ОП стандарт, который определял совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ всех ступеней образования образовательными учреждениями, имеющими государственную аккредитацию. Также закон указывал на обеспечение образовательными стандартами единства образовательного пространства РФ и преемственности основных образовательных программ, а также необходимость их соответствия структуре, требованиям к соотношению обязательной и вариативной частей, условиям реализации (в том числе кадровым, финансовым, материально-техническим и др.) и результатам освоения.

По факту ФГОС приобрели статус «рамочных», ориентирующихся не на ресурсы, а на результаты освоения образовательных программ (компетенции выпускников). При этом они не диктуют требования к минимуму содержания ОП и не регламентируют перечень УД, за исключением некоторых базовых дисциплин, предоставляя вузам больше свобод в формировании содержания образования за счет вариативной части программ, а также возможность формирования индивидуальных учебных планов для обучающихся за счет дисциплин по выбору. Во ФГОС-3 было, наконец, реализовано оценивание трудоемкости освоения ОП зачетными единицами, совместимыми с ECTS.

### 1.1.2. Развитие компетентностного подхода в России

Немаловажным аспектом, имеющим ассоциативную связь с Болонским процессом, имеет компетентный подход. В [166] это устремление зафиксировано как культуuroобразующий компонент