

В. Г. Ермаков

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
Гомель, Беларусь

V. Ermakov

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

УДК 378

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

PROBLEMS AND METHODS ENSURING VERTICAL STABILITY IN HIGHER EDUCATION

В статье проанализирована тенденция к углублению специализации высшего образования. Описаны способы решения сопутствующих образовательных проблем. Обоснована необходимость учета специфики вертикальной устойчивости образовательных процессов в высшей школе. Приведены примеры обеспечения этой устойчивости в процессе преподавания математического анализа, топологии, уравнений математической физики и теории функций комплексного переменного.

Ключевые слова: высшее образование, иерархическое строение научного знания, устойчивость, анализ и синтез, методы текущего контроля.

The tendency to strengthening specialization in higher education is analyzed. Methods of resolving linked educational problems are described. The need to seriously consider specifics of vertical stability of educational processes in higher school is shown. The author gives examples of ensuring such stability in teaching mathematical analysis, topology, mathematical physics equations and the function theory of complex variable.

Key words: higher education, hierarchical structure of scientific knowledge, stability, analysis and synthesis, methods of the current monitoring.

Термины «вертикальная и горизонтальная устойчивость» заимствованы нами из теории биологической наследственности. При описании критически важных характеристик нынешнего углубляющегося кризиса системы высшего образования эти термины важны и в качестве емкого образа, объясняющей метафоры, и в качестве содержательной аналогии.

Об опасном падении уровня математической культуры и образования в мире В. И. Арнольд писал в многочисленных публикациях: «Современное формализованное образование в математике опасно для всего человечества», «Антинаучная революция и математика», «Математическая безграмотность губительнее костров инквизиции», «Новый обскурантизм и российское просвещение» и другие. В статье [1] указан ряд новых факторов, которые существенно ослабляют устойчивость образовательных

процессов. Однако, даже в этой ситуации наблюдаемое снижение уровня образования вступает в определенное противоречие с тем, например, что история математики и математического образования насчитывает несколько тысячелетий и все это время педагогическое оснащение передачи накопленных знаний от поколения к поколению продолжало совершенствоваться в меру необходимости. Для того чтобы уловить механизм поломок в этом своеобразном многовековом и достаточно очевидном симбиозе математики и ее преподавания, обратимся к биологии, которая исследует биологические системы, развивающиеся во взаимосвязи не тысячи, а миллионы лет.

Выражая суть генетики иммунитета, Х. Т. Флор говорил о системе «ген на ген», подразумевая, что эта система возникла в результате совместной эволюции растения и паразита. Согласно этой теории каждому гену растения-хозяина, определяющему его устойчивость, соответствует ген паразита, определяющий его вирулентность. Н.И. Вавиловым была выдвинута и обоснована теория сопряженной эволюции паразита и хозяина на их совместной родине, а Я. Ван дер Планк для уточнения этих зависимостей ввел понятие вертикальной и горизонтальной устойчивости. Вертикальная устойчивость связана с наличием у хозяина генов, делающих его невосприимчивым к вирулентным расам. Такая устойчивость специфична, ярко выражена и хорошо защищает растение от заболевания, но в отличие от горизонтальной устойчивости является узконаправленной. В результате изменения наследственных свойств паразитов в их популяции появляются новые вирулентные расы, и это приводит к сильному поражению растений, обладающих вертикальной устойчивостью.

Ниже покажем, что устойчивость процесса обучения математике уместно отнести к такому же – вертикальному типу. Для обоснования этого тезиса рассмотрим несколько парных событий из истории развития математики и математического образования, демонстрирующих, что появление новых угроз разрушения образовательного процесса, как правило, приводило к разработке дополнительных средств их нейтрализации. Особенно показательна в этом отношении история Древней Греции. В этот короткий по историческим масштабам промежуток времени в математике появилось огромное количество новых результатов, что очевидным образом затруднило их передачу новым поколениям. Вместе с тем, именно тогда были созданы математические теории в собственном смысле слова: в математику было систематически введено логическое доказательство, и отдельные разделы ее стали строиться как дедуктивные системы. Выводимость теории из небольшого числа исходных положений – ценное качество и в педагогическом отношении. Во-первых, передача систематизированных знаний более устойчива в силу появления дополнительной защиты от случайной потери отдельных элементов. Во-вторых, исходные положения и правила вывода составляют малую часть теории, но при этом потенциально несут в себе все ее содержание. Благодаря этому дедуктивное строение теории становится инструментом сжатия, сокраще-

ния материала. Доказательство здесь играет ведущую роль, оно служит средством восстановления всей дедуктивной системы из заданного ядра. Найденный способ архивирования информации стал существенной опорой в развитии науки, образования и цивилизации на протяжении многих столетий.

Педагогическая ценность опоры на связи между фактами заключается и в том, что она инициирует глубокий анализ содержания изучаемого материала и тем самым страхует от формального подхода к обучению. Весь этот каскад позитивных следствий от применения научного аппарата, порождается и дидактикой Я.А. Коменского, поскольку он считал анализ и синтез главной тайной своего метода и основой «любого рода учености». На этом фундаменте ярко раскрывают свой потенциал и современные достижения психологии. Так, согласно теории П.Я. Гальперина, внимание есть деятельность контроля за основной, «рабочей» деятельностью. Но тогда можно утверждать, что анализ утверждений в процессе их доказательства дает явно выраженный импульс развитию внимания, имеющего большое значение для дальнейшей жизнедеятельности человека [2].

Еще один взрывной рост объема научной информации произошел в XIX столетии. Как отмечает Ф. Клейн во введении к монографии «Лекции о развитии математики в XIX столетии», в этот период времени наряду с крупными социальными сдвигами произошла строгая специализация отдельных научных направлений. Математика отделяется от астрономии, геодезии, физики, статистики и т.д. Безмерно возрастает количество квалифицированных математиков-специалистов. Ими начинают становиться представители самых дальних наций. При таком экстенсивном развитии отдельных исследований даже самый универсальный ум оказывается уже не в состоянии синтезировать в себе целое и плодотворно применять его вне себя самого. По мнению Клейна, характерная черта XVIII столетия состояла в том, что «ученый обладал богатейшими познаниями за пределами своей специальности и ощущал живую связь с развитием науки, которую он воспринимал как единое целое». В следующем столетии ситуация изменилась: в каждой культурной стране появились сотни продуктивно работающих математиков, каждый из которых владел лишь небольшим уголком своей науки.

Математика, рассматриваемая в целом, вышла за рамки возможностей кого бы то ни было из людей и этим еще больше обострила образовательные проблемы. Не случайно именно в это время А. Дистервег писал: «Самостоятельность – средство и одновременно результат образования». Это положение можно воспринимать как напоминание об острой дефицитности важнейшего ресурса образования и как установку на его активное приумножение. Заметим, что упоминаемую Клейном специализацию научных направлений тоже можно считать педагогически обусловленной, так как при таком разделении информационного пространства культуры на «человекообразные» части логические связи между элементами теории по большей части были сохранены. Характер устойчивости процесса

обучения математике изменился. С одной стороны, вызванное специализацией науки и образования сближение индивидуальных образовательных траекторий с длинными цепями логических связей между фактами позволило использовать методические средства, накопленные педагогикой ранее, причем с еще большей эффективностью. С другой стороны, эта же специализация резко сократила возможность поддержки образовательного процесса методами социальной инженерии, так как затруднила горизонтальные переходы учащихся с одной учебной траектории на другую. Решающее значение приобрело качество управления процессами обучения в отдельных предметных областях.

Расслоение науки на все более узкие направления продолжается. В первой половине XIX столетия на физико-математических факультетах были кафедры опытной и теоретической физики, чистой математики, прикладной математики, астрономии, химии, ботаники, минералогии и сельского домоводства, технологии и наук, относящихся к торговле и фабрикам. В неделю студент имел шесть-восемь лекций по математике и в три-четыре раза больше занятий по физике, ботанике, минералогии и другим естественно-научным дисциплинам. В настоящее время на отделении математики мехмата МГУ имени М. В. Ломоносова 17 математических кафедр, а на отделении механики – 9. Исследовательских направлений еще больше. В результате этих трансформаций главные события в высшем образовании фактически происходят в тубчатых окрестностях длинных цепей взаимосвязанного материала.

Как известно, «царской дороги в математику нет», но трансляция математического знания в череде поколений не прерывается в течение многих веков. Данное обстоятельство помогает понять, что у завершенной математики и у математики как деятельности сформировалась мощная педагогическая составляющая. Эту педагогику высшей пробы легко обнаружить внутри научных школ и там, где студентов учат математике всерьез, например, в классических университетах. По нашему мнению, термин «вертикальная устойчивость», понимаемый в том же ключе, что и в генетике, хорошо подходит для целостного описания ситуации в современной системе высшего образования.

Однако и эта исторически сложившаяся система связей функционирует с нарастающим напряжением. Специфика дедуктивного строения теории состоит в необходимости оставлять некоторое количество исходных утверждений (аксиом) без доказательств. Первый доклад Н. И. Лобачевского о неевклидовой геометрии, прочитанный им 11 февраля 1826 года, поставил точку в многовековых дискуссиях с Аристотелем по вопросу о том, являются ли начала «доказывающей» науки самоочевидными истинами или нет. Из работы Лобачевского вытекает, что «емкость» начал очень велика, поэтому они создают для студентов почти непреодолимые препятствия. В статье [3] на основании работ С. А. Яновской показано, что идеал, сформулированный Аристотелем, не был достигнут даже в начале истории аксиоматики, а в обучении современной математике без ло-

кального обращения аксиоматических теорий и вовсе не обойтись. Широкое применение аксиоматического метода и связанное с ним отсечение от теории предшествующих этапов ее развития порождает большое число понятий высокого уровня абстракции и задает иерархическое строение научного знания. Стремительно растут и вершины научных достижений. В качестве примеров можно упомянуть теорему Аты-Зингера об индексе эллиптического оператора и грандиозную теорему алгебры о классификации простых конечных групп, доказательство которой потребовало 15 тысяч журнальных страниц. Новый качественный уровень, на который вышла наука, философ и науковед М. К. Петров обозначил термином «не-человекоразмерность». Все эти изменения, отражающие противоречивую тенденцию специализации высшего образования, запредельно обостряют проблемы обучения и наглядно демонстрируют, что теперь и саму вертикальную устойчивость образовательных процессов нужно активно и целенаправленно укреплять. При всей сложности этой педагогической задачи решить ее необходимо уже потому, что, как показано в статье [4], от этого в современных условиях напрямую зависит обеспечение безопасности личности, общества и государства.

Наличие описанной нами длительной взаимной связи между развитием математики и ее преподаванием позволяет предположить, что решение новых образовательных проблем потребует использования еще более сложных (нелинейных) моделей управления образовательными процессами, основанных на детальном учете зависимостей между содержательными и психолого-педагогическими аспектами обучения. Не претендуя на полное решение проблемы укрепления вертикальной устойчивости в системе высшего специального образования, укажем несколько примеров из собственной педагогической практики, которые подтверждают принципиальную разрешимость данной задачи.

Наиболее показательным в этом отношении является построение локального обращения аксиоматической теории на примере курса «Общая топология», представленное в статье [3]. Характерно, что из-за существенного сужения коридора возможностей для выбора педагогических средств последовательность действий педагога практически полностью определялась силовым полем начальных понятий топологии, причем, благодаря адресному воздействию на ситуацию, результат превзошел все ожидания.

В статье [5] описан комплекс мер, который был разработан в связи с тем, что 80 % первокурсников не справлялись с курсом «Математический анализ». Сильный акцент на связях между фактами и новации в осуществлении текущего контроля на этапе усвоения студентами формального аппарата данного курса, позволили кардинально изменить качество учебной деятельности студентов. На этой основе спустя полтора года две трети из них сдали итоговый экзамен на «отлично».

В примере из статьи [6] речь идет о проведении глубокой коррекции качества подготовки студентов пятого курса заочного отделения в рамках

курса «Уравнения математической физики». Сложность теории, большое число рассматриваемых прикладных задач и частных методов их решения, разветвленная сеть межпредметных связей, низкий начальный уровень подготовки студентов и отсутствие времени на проведение корректирующего обучения создали идеальную модельную ситуацию для исследования узловых проблем современного образования. Ответом на этот клубок проблем стало сложное лавирование и в учебном материале, и в разрешении психологических проблем обучения. Превышение результата над ожиданиями произошло и в этом случае.

Острота учебной ситуации, описанной в статье [7], была вызвана очень малым числом лекций по теории функций комплексного переменного, предназначенных студентам одной инженерной специальности. Для разрешения этой коллизии в организацию итогового контроля были внесены очень существенные новации. Опуская детали, отметим, что отклонение результата от ожиданий в положительную сторону оказалось весьма значительным и по объему материала, усвоенного студентами, и по качеству усвоения. Анализ ситуации показал, что проявившиеся синергетические эффекты были вызваны не силой, а топологией управленческих импульсов.

Выводы: на основе методов, ориентированных на горизонтальную – неспецифическую – устойчивость, даже просто сохранить былой уровень математического образования не удастся; в современном высшем образовании, не только математическом, наиболее актуальны усилия педагогов, направленные на предотвращение окончательной утраты вертикальной устойчивости образовательных процессов; резервы для решения этой задачи еще существуют.

Список использованных источников

1. *Ермаков, В. Г.* Методологические и социально-культурные аспекты обеспечения устойчивости образовательных процессов / В. Г. Ермаков // Педагогическая наука и образование. – 2017. – № 4 (21). – С. 3–11.
2. *Ермаков, В. Г.* Методологические проблемы построения эффективных образовательных технологий и психология внимания / В. Г. Ермаков // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2015. – № 5 (92). – С. 15–18.
3. *Ермаков, В. Г.* Психолого-педагогические аспекты применения аксиоматического метода в обучении математике / В. Г. Ермаков // Н. И. Лобачевский и математическое образование в России: материалы Международного научного форума по математическому образованию, 18–22 октября 2017 г. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – Т. 1. – С. 13–17.
4. *Ермаков, В. Г.* Педагогические аспекты безопасности личности, общества и государства в современных условиях / В. Г. Ермаков // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. – М.: РАН. ИНИОН, 2016. – Вып. 11, ч. 3. – С. 732–736.

5. Ермаков, В. Г. Вредные советы: Как новациями в системе образования заблокировать инновационное развитие страны / В. Г. Ермаков // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. – М.: РАН. ИНИОН, 2014. – Вып. 9, ч. 2. – С. 363–368.

6. Ермаков, В. Г. Ожидания индивида как педагогическая задача / В. Г. Ермаков // Социальные явления. – 2016. – № 4. – С. 7–15.

7. Ермаков, В. Г. Контроль в системе математического образования: проблемы и пути их разрешения / В. Г. Ермаков // Математика в высшем образовании. – 2009. – № 7. – С. 95–108.

Л. Д. Ермакова

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
Гомель, Беларусь

L. Ermakova

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus

УДК 378.2:005.336.2-057.875:37.014.61:005.6

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

QUALIMETRIC TECHNOLOGY OF STUDENTS' COMPETENCIES IN THE CONTEXT OF QUALITY OF EDUCATION

В статье раскрывается сущность квалиметрической технологии компетенций образовательной деятельности студентов. Обоснована иерархически соподчиненная система взаимодействия участников образовательного процесса по развитию компетенций. Определены этапы развития компетенций студентов средствами квалиметрической технологии, представлена характеристика интегральной подготовки будущего компетентного специалиста.

Ключевые слова: квалиметрия, квалиметрическая технология, качество образования, компетенции, компетентность, система взаимодействия.

In article the essence of the qualimetric technology of the competences of students' educational activities is revealed. The hierarchically co-ordinated system of interaction between participants in the educational process for the development of competencies is justified. The stages of development of students' competences with the help of qualimetric technology are determined and the characteristic of integral training of the future competent specialist is presented.

Key words: qualimetry, qualimetric technology, quality of education, competences, competence, interaction system.

Современное высшее образование своим основным результатом проектирует личностное развитие студента. Внедряемый в образование стандарт двухуровневого обучения, базирующийся на компетентностном под-