

– *критериальный компонент (IV)* понимается как диагностика личных достижений учащихся и студентов в обучении математике.

В заключение отметим, что квинтэссенцией непрерывности является создание условий для непрерывного личностного и профессионального развития индивида – формирование субъектной направленности процесса непрерывного образования. Ведущим компонентом в решении этой задачи выступает *содержание образования*. Исходя из значимости непрерывного профессионального образования, актуальным является проектирование содержания математического образования в соответствии с принципами непрерывного образования.

#### Список литературы

1 **Цырельчук, Н.А.** Инженерно-педагогическое образование как стратегический ресурс развития профессиональной школы : [монография] / Н.А. Цырельчук. – Минск : МГВРК, 2003. – 400 с.

2 **Шкляр, А.Х.** Непрерывное профессиональное образование в интегративных структурах профессиональной школы (теория и практика). – Минск : НМЦентр, 1995. – 136 с.

3 **Майсеня, Л.И.** Развитие математического образования студентов технических университетов / Л. И. Майсеня. – Минск : БГУИР, 2017. – 283 с.

4 **Мацкевич, И.Ю.** Особенности проектирования методической системы контекстного обучения математике в условиях непрерывности образования / И.Ю. Мацкевич // Вышэйшая школа. – 2017. – № 2. – С. 48–51.

УДК 378.147:51

## О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ

*А.В. МЕТЕЛЬСКИЙ, Н.И. ЧЕПЕЛЕВ*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

В условиях глобальных экологических вызовов (климатические катаклизмы, эпидемии) нужны не просто технологические или организационные решения, а оптимальные по ряду критериев решения, учитывающие возможные экологические и социальные эффекты. Другими словами, – сегодня нужны инновационные решения. А такими могут быть только решения, предложенные на базе математических моделей, позволяющих спрогнозировать и оценить наряду с выгодами весь комплекс эффектов. Только через математическую модель можно оценить эффективность инвестиций в инновационный проект и различить истинные инновации и ложные. Поэтому совер-

шенствование математической подготовки современных инженеров – главный фактор создания и использования инновационных технологий.

Концепция математической подготовки инженера предполагает ответы на три вопроса: для чего учить, чему учить и как учить? Ключевым, разумеется, является вопрос о целях математического образования (для чего учить?). Именно этот вопрос был главным в работах по методике преподавания математики не только сегодня, но и в прошлые времена. Компетентностный подход всегда присутствовал в преподавании математики, ибо эта наука вездесуща, и без ответа на вопрос «для чего учить?» математика лишилась бы дотаций со стороны прикладных наук и не стала бы царицей наук. Ответ на вопрос: «Для чего учить?» у ведущих специалистов (акад. Арнольд В.И., чл.-корр. Кудрявцев Л.Д., проф. Богданов Ю.С.) был, в сущности, одинаков: цель обучения математике – формирование математического стиля мышления.

Собственно, сам процесс изучения математики уже «приводит ум в порядок». Благо изучения математики в том, что она не только вооружает мощным аппаратом изучения всевозможных явлений, но и формирует характер специалиста. Прежде всего, привычку к обстоятельной и точной аргументации, способность сосредоточиться, настойчивость, потребность доводить начатое дело до конца, умение отличать правдоподобное рассуждение от логически обоснованного, приверженность истине.

Решение любой математической задачи предполагает анализ возможных подходов и синтез алгоритма ее решения из имеющихся рецептов. Занятия математикой развивают системный подход к проблемной ситуации, аналитическое и алгоритмическое мышление, а также творческую интуицию – качества необходимые специалисту, способному эксплуатировать и генерировать наукоемкие технологии. Поэтому процесс изучения математики по своей сути является адекватным тренингом для воспитания профессиональной компетентности. Серьезные проблемы – всегда многоплановые, комплексные: их решение требует привлечения знаний, а подчас и специалистов из других областей науки. Язык междисциплинарного общения – это, конечно же, язык математики!

В связи с этим важно воспитание у будущих инженеров: 1) критического и аналитического подхода к повседневности; 2) алгоритмического и системного мышления; 3) представления о математике как

об инструменте абстрактного моделирования разнообразных явлений. Решение перечисленных задач предполагает: 1) углубление традиционной математической подготовки (нельзя научить приложениям математики, не обучив самой математике); 2) акцентирование при изучении математики происхождения основных математических понятий из практики, их физического, механического и др. конкретного содержания; 3) повышенное внимание к математическим рассуждениям через анализ определений, доказательств, внутренней логики математики; 4) специальная подготовка через семинарские занятия, лабораторный практикум, курсовое проектирование, научно-исследовательскую работу и т.д.

Последние два пункта являются самыми важными. «Ежесекундно извлекать квадратный корень» (Маяковский В.В.) – не значит быть математиком! Математический стиль мышления – это не столько вычислительные навыки, и не только способность к логическому рассуждению, но, прежде всего, – развитая интуиция. Именно она – луч света в царстве непознанного. Поэтому необходимо внести количественные (объем часов) и качественные изменения в типовые программы изучения математики, добавив туда, по крайней мере, семинарские занятия, посвященные теоретическим вопросам математики. В программу семинаров следует включить анализ определений, теорем (почему именно такая формулировка, а не иная?), разбор доказательств, интересных примеров и контрпримеров, парадоксов типа Банаха-Тарского, Монти Холла, и, конечно, – этапных приложений математики, изменивших инженерное мышление.

В математике много ситуаций, показывающих, что «подсказка» здравого смысла и истина не всегда совпадают. Исследование Вышнеградского в XIX в. по паровым регуляторам Уатта показало, что совершенствование обработки металлов (очевидное благо!) привело к тому, что регуляторы перестали работать. Построение дифференциальной модели регулятора и ее анализ методами теории устойчивости позволили выявить неочевидные с точки зрения здравого смысла причины этого явления и указать пути решения проблемы. Поиск скрытых причин или возможностей на базе математической модели – единственно возможная платформа для инноваций.

Иногда говорят, что все вопросы, касающиеся математики, можно «загуглить». Конечно, в сети много справочной информации, в том числе по математике, но чтобы ею воспользоваться, надо иметь определенную подготовку. Если же говорить о математических проблемах, возникающих при проведении исследований, то для получения желаемой ин-

формации, необходимо грамотно сформулировать поисковый запрос. Увы, зачастую это такая же сложная проблема, как и та, ради которой осуществляется поиск! Чтобы сформулировать поисковый запрос, необходимо вникнуть в суть решаемой проблемы, наметить возможные пути ее решения. Решение, что называется, «в лоб» для серьезных проблем не проходит по простой причине – такое решение уже было бы найдено другими «умниками», для большинства которых ход мыслей также лежит в русле «здорового смысла». Поэтому важно попытаться увидеть проблему под другим ракурсом или попытаться ее переформулировать, поискать аналогии не только и не столько в смежных областях, а насколько позволяет компетентность – в далеких! Перечисленные подходы – это признаки математического мышления.

Фундаментальные понятия математики, как правило, имеют определенный физический или геометрический смысл, т. е. возникли в приложениях математики. Математики с присущим им стилем мышления способны отделять зерна от плевел и, абстрагируясь от качественного содержания, формулировать задачу в виде, пригодном для логического или, если необходимо, для численного решения. Многие подтверждения этому можно найти в творчестве известных математиков. Чебышев П.Л. задался целью усовершенствовать параллелограмм Уатта – механизм, служащий для преобразования кругового движения в прямолинейное. Будучи математиком (великим!), он увидел эту задачу как задачу приближения функции полиномами, и на основе развитой им теории показал возможность такого преобразования с любой степенью точности. Одновременно, математика обогатилась таким важным разделом как теория приближения функций.

Сегодня нужны не столько «командиры» производства, сколько инженеры-дизайнеры, способные общаться с компьютерной математикой и математиками. Поэтому основа компетентного подхода к математическому образованию будущих инженеров: дать твердые знания об основных математических моделях, о связи основных математических концепций с инженерной практикой, научить свои проблемы формулировать на языке математики. Ибо только этот язык служит интерфейсом для общения с компьютером и специалистами из других областей, в первую очередь, – с математиками.

Успехи всех сфер естественнонаучной и технической деятельности человека определяются глубиной их математизации. «Черные дыры, струны, темная материя» и другие терминологические уловки – это сказочная атрибутика до тех пор, пока они не зафиксированы в четких

математических моделях. Скажем, объяснять ясную погоду антициклоном – это словесная казуистика, подмена одного понятия другим, потому что нет надежной математической модели, прогнозирующей эти явления, а прогноз на три дня можно строить и по народным приметам. Глубина математизации естественнонаучной и технической деятельности человека, в первую очередь, определяется математической компетентностью работающих там специалистов. На недостаточной математизации отдельных наук, имеющих дело с многофакторными и плохо формализуемыми явлениями, может также сказываться отсутствие адекватного математического аппарата. Последний факт есть результат, как сложности окружающего мира, так и недостаточного внимания со стороны общества к математике и математикам не только у нас, но и в некоторых других странах. Не сравнить финансы, которыми располагают развлекательные сферы (популярная культура, кинематограф, спорт), с ресурсами, выделяемыми на образование. По мнению великого писателя и публициста Толстого Л.Н.: «Сила правительства держится на невежестве народа, и оно знает это, а потому всегда будет бороться против образования».

Математическая компетентность есть необходимое условие профессиональной компетентности будущего инженера. В основе математической компетенции лежит математический стиль мышления, предполагающий наличие творческой интуиции, системного подхода к проблемной ситуации, способности анализировать и синтезировать такую ситуацию на языке математических концепций и алгоритмов.

УДК 612.76.001.57

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ В БИОМЕХАНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ “ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ”**

*М.А. КИРКОР, А.Е. ПОКАТИЛОВ, А.М. ГАЛЬМАК*

*Могилевский государственный университет продовольствия,  
Республика Беларусь*

В настоящее время в биомеханическом анализе для получения координат звеньев биомеханической системы (БМС) используют различные технологии «захвата движения», в основном маркерные. Безмаркерные