

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, СТРУКТУР, ПРОЦЕССОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В РАМКАХ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

*Б.А. Бадак, О.Б. Долгополова  
Минск, БГУ*

Статья посвящена вопросам использования математических моделей на уроках физики в целях интеграции современного образования, а также особенностям использования средств наглядного моделирования для разработки заданий авторского курса по математике для одарённых учащихся в пределах STEM-образования.

В настоящее время в образовании одной из актуальных тем являются STEM и STEAM. Под аббревиатурой STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) понимается комплекс академических и профессиональных дисциплин в естественных, технологических, инженерных науках и математике, направленных на подготовку специалистов с новым типом мышления, без которых невозможно развитие инновационной экономики [3]. Необходимым импульсом в развитии данного направления в Беларуси послужили частные школы (STEAM-school, Stembridge), центры технического творчества, исследовательские и экспериментальные проекты на уровне РИПО, АПО, МГИРО, а также инициативы отдельных педагогов, которые ищут новые подходы и методы в своей работе.

Цель исследования – разработать ряд факультативных занятий, на которых с помощью моделирования изучаются такие темы, как «Векторы», «Производная».

**Материал и методы.** Проанализировав образовательный стандарт учебного предмета «Физика» (2009 г.), следует отметить: для усвоения таких тем, например, как «Путь и перемещение. Сложение скоростей», «Законы Ньютона», «Колебательное движение. Гармонические колебания», а также других тем раздела, абитуриентам, как будущим студентам, которые планируют поступать в вузы технического и математического направления, не достаточно некоторых математических компетенций (знаний, умений, навыков). Поэтому на факультативных занятиях мы стараемся устранять данную проблему и формировать представления у учащихся по овладению таких дисциплин высшей математики, как «Аналитическая геометрия» на примере темы «Векторы. Действия с векторами», а также «Математического анализа» на примерах «Теория пределов», «Дифференциального исчисления», используя некоторые ключевые сведения на основе математического моделирования.

**Результаты и их обсуждение.** Практически во всех сферах творческой деятельности применяется моделирование. Математическое моделирование должно обеспечиваться выполнением следующих требований: чёткая формулировка основных понятий и предположений, основанная на опыте, анализ адекватности используемых моделей и т.д. Понятие моделирования по А.А. Ляпунову определяется как опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель) [4]:

- находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;
- способная замещать его в определённых отношениях;
- дающая при исследовании информацию о самом моделируемом объекте.

**Заключение.** Фронтальные методы преподавания в школах, к сожалению, перестали быть результативными. Но тем не менее в настоящее время чётко сформулирован запрос работодателей и рынка труда на компетенции будущих выпускников школы. Всё выше и выше процентов неуспешных учеников, всё больше и больше снижается интерес к математике. Европейский отчёт о текущей политике стран в области STEM-образования гласит [1]: «Чтобы открыть математику для учащихся, ученикам должен быть доступен STEM: школьная математика

должна быть не только способом подготовки лучших учеников к продвинутым математическим курсам университета, но она может открывать также горизонты для всех учеников».

1. Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. Scientix Observatory report. October 2018, European Schoolnet, Brussels [Электронный ресурс] <https://ru.scribd.com/document/398968087/Scientix-Texas-Instruments-STEM-policies-October-2018-pdf>.
2. Современное образование: радикальные изменения. Онлайн-курс. В. Мацкевич, Т. Водолажская [Электронный ресурс] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLBAnu4YEjPOLuzFYuo01zwshLHB7nZLEH>.
3. Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: Сборник докладов. Публикация Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» // Под ред. А.С. Обухова. – М: МОД «Исследователь»; Журнал «Исследователь/Researcher», 2018. – 260 с.
4. Звонарев, С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие / С. В. Звонарев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОТЫ В ТЕРМОЭЛЕМЕНТЕ С ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОВОДИМОСТЬЮ

Ю.И. Бохан, А.А. Варнава

Витебский филиал УО «Белорусская государственная академия связи»

Моделирование термоэлементов имеет значительное научное и практическое применение [1]. Это актуально для неоднородных материалов, используемых в производстве [2-3].

В тоже время слабо развито моделирование временных зависимостей распространения температуры вдоль образца в сравнении с экспериментальными результатами. В этой связи представляется актуальной задача моделирования эксперимента для сравнения результатов различных моделей и выбора наиболее адекватной.

В стандартном подходе моделирования распространения теплоты в термоэлементе [4] как правило используются классические уравнения баланса переноса теплоты:

$$q = \alpha j T - \frac{j^2 r L}{2}, \quad (1)$$

где  $q$  – удельная теплопроизводительность,  $T$  – температура теплоотдающей среды,  $\alpha$ ,  $r$  – термоэ.с. и удельное сопротивление термоматериала,  $j$  – плотность тока,  $L$  – длина термоветви.

Характерной особенностью модели (1) является отсутствие временной зависимости  $q$  и температурной  $\rho$ . В случае использования в качестве ветви термоэлемента материала с ОТКС [5], зависимость от температуры существенна и требует учета при моделировании параметров термоэлемента. Ранее [6] было показано, что последовательный учет релаксационных процессов может приводить к возникновению волн теплоты и существенно меняет характер распространения тепла на начальной стадии процесса.

Другой особенностью моделирования является сравнение результатов модели с экспериментом. Экспериментально используется достаточно сложная схема возбуждения и измерений температуры. Наиболее привлекательной выглядит схема с использованием в качестве источника теплоты и заряда импульса тока (Рис. 1).

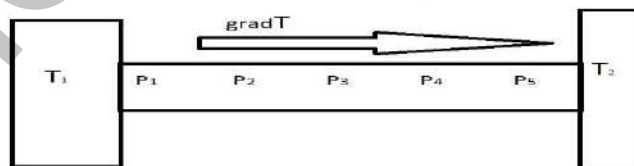


Рисунок 1 – Схема моделирования термоветви.

В этом случае, измеряя температуры в точках  $P_i$ , при возбуждении импульсом тока (точка  $T_1$ ) можно реализовать прямую схему распространения теплоты вдоль ветви термоэлемента.

Исходная система уравнений может быть записана в виде [6]

$$q + \tau_T \frac{\partial q}{\partial t} = -\lambda \nabla T + q_0(t, x) \quad (2)$$