

Владимир Андреевич Сапегин

г. Армавир

Инженерно-математический класс в системе математического образования в России

В статье обсуждается инженерно-математический класс в период трансформации среднего общего образования. Автор выделяет цель изучения математики в данном классе. Приведено определение инженерно-математического класса, а также раскрыты его существенные характеристики: углубленное изучение математики, физики и информатики, профориентационная направленность, включение в учебный план элективных курсов, направленных на инженерную подготовку. Показана особенность изучения математики с учётом интеграции с физикой, информатикой и 3D-моделированием. Приведен ряд междисциплинарных задач, рекомендованных для включения в содержание математики. Выделяются формы организации работы с потенциальными абитуриентами технических вузов. В связи с инженерной подготовкой предложено выделение проектной и исследовательской деятельности при обучении математике.

Ключевые слова: инженерно-математический класс, инженерная подготовка, инженерное образование, методика обучения математике, математическое образование.

Vladimir Andreevich Sapegin

Armavir

Engineering and mathematical class in the system of mathematical education in Russia

The article discusses the engineering and mathematical class during the transformation of secondary general education. The author highlights the purpose of studying mathematics in this class. The definition of the engineering and mathematical class is given, as well as its essential characteristics are disclosed: in-depth study of mathematics, physics and computer science, career orientation, inclusion in the curriculum of elective courses aimed at engineering training. The peculiarity of studying mathematics, taking into account integration with physics, computer science and 3D modeling, is shown. A number of interdisciplinary tasks recommended for inclusion in the content of mathematics are given. The forms of organization of work with potential applicants of technical universities are highlighted. In connection with engineering training, the allocation of project and research activities in teaching mathematics is proposed.

Keywords: engineering and mathematical class, engineering training, engineering education, methods of teaching mathematics, mathematical education.

На протяжении многих лет система математического образования в России претерпевает изменения в результате следующих обстоятельств [9, 10, 11]:

- введение стандартов и правовых норм их реализации;
- определение обязательного уровня математических знаний и умений, необходимых для карьерного роста и жизни в обществе;
- востребованность математической подготовки выпускников;
- повышение престижа России в математическом образовании в мире.

В свою очередь, для поддержания стабильности и усовершенствования математического образования в России происходят трансформации в системе общего образования на уровне среднего общего образования. Не исключением становятся и классы различного профиля и направленности. В рамках данной статьи мы рассмотрим инженерно-математический класс технологического профиля. Инженерно-математический класс – это класс, который характеризуется включением в учебный план математики, физики и информатики, изучающихся на углублённом уровне, а также ряда элективных курсов (компьютерное черчение, программирование в среде Scratch, 3D-моделирование в программе ScetchUp и др.) [6].

Анализ образовательной практики показал, что данный класс является одним из самых обсуждаемых в связи с тем, что он является связующим звеном между обучающимися и высшими учебными заведениями, специализирующихся на подготовке инженерных кадров. В.В. Путин отмечает: «Важнейшее направление нашей работы - развитие инженерного образования, распространение уникальных методик преподавания естественно-научных дисциплин, подготовка учителей, прежде всего в этой сфере учителей математики, информатики, физики» [7].

Конечно, на протяжении многих лет работа в данном направлении ведется в министерствах (Минпросвещения РФ, Минобрнауки РФ), высших учебных заведениях, общеобразовательных организациях (школах, лицеях, гимназиях и др.). Как отмечает, С.С. Кравцов, что в 2023 году будет утверждена Концепция по развитию инженерного образования в России [5].

Мы придерживаемся того, что математика, как один из основных учебных предметов в инженерно-математических классах, является основополагающей дисциплиной для формирования первоначального научного фундамента у обучающихся. Исходя из этого, возникает необходимость в усовершенствовании методики обучения математики в данных классах.

Анализ следующих исследований [1,4, 6, 8, 13] позволил нам сделать вывод о том, что одна из

целей изучения математики в инженерно-математических классах является развитие математического аппарата (инженерная подготовка), необходимого для продолжения образования по инженерному направлению или смежными с ним направлениями. Это обусловлено тем, что ряд естественно-научных дисциплин опирается на математические формулы, математические факты, математические теории. Мы считаем, что возникает необходимость во включении в предметное содержание по математике тех составляющих, на которых будет базироваться углубленное изучение физики и информатики, а также освоение элективных курсов (компьютерное черчение, программирование в среде Scratch, 3D-моделирование в программе Scetch, основы нанотехнологий и др.). В свою очередь, Н.В. Соседкина отмечает, что «активная созидательная деятельность должна качественно дополнить изучение основ математики, физики и информатики, дать теоретическим знаниям практическое применение» [13]. Автор выделяет значимость включения в образовательный процесс проектных и исследовательских работ, а также модулей в обязательные курсы. В свою очередь, мы считаем, что необходимо дать теоретическим знаниям по математике практическое применение при изучении информатики, физики и элективных курсов.

Анализ образовательной практики [6, 8, 9, 13] позволил нам сделать вывод о том, что существует ряд ключевых особенностей инженерно-математических классов:

- углубленное изучение математики, физики и информатики;

- включение в учебный план элективных курсов, направленных на формирование представлений об инженерном образовании (компьютерное черчение, программирование в среде Scratch, 3D-моделирование в программе Scetch, основы нанотехнологий и др.);

- профориентационная направленность данных классов на подготовку будущих абитуриентов технических вузов;

- систематическое использование проектной и исследовательской деятельности при обучении в связи со спецификой инженерных профессий.

Мы считаем, что при изучении математики возникает необходимость включения в предметное содержание материала, который будет удовлетворять ключевым особенностям инженерно-математических классов. В связи с тем, что инженерно-математические классы имеют ряд особенностей, то в содержание математики включают задания междисциплинарного характера (задачи финансовой математики, задачи логистики и др.) [12, С.65].

Мы придерживаемся позиции Л.Н. Хурской, которая считает, что «при изучении физики необходимо использовать алфавит (физические понятия) и определенные правила (физические формулы) [14]. В связи с этим возникает необходимость включения в предметное содержание мате-

матики преобразование физических формул в соответствии с изучаемыми темами по математике. В частности, при изучении свойств логарифмов в содержание целесообразно включать ряд физических формул, в которых встречается логарифмическое выражение:

- второй закон термодинамики: $S = k \ln W$, где S - энтропия, $k = 1,38 * 10^{-23}$ - постоянная Больцмана, W - термодинамическая вероятность [2];

- уровень интенсивности называют десятичный логарифм отношения интенсивности звука к порогу слышимости: $L_B = \lg \frac{I}{I_0}$, где L_B - уровень интенсивности, I - интенсивность звука, I_0 - порог слышимости [3];

- формула Циолковского определяет скорость, которую развивает летательный аппарат под воздействием тяги ракетного двигателя, неизменной по направлению, при отсутствии всех других сил: $V = I \cdot \ln \frac{M_1}{M_2}$, где V - конечная скорость летательного аппарата, I - удельный импульс ракетного двигателя, M_1 - начальная масса летательного аппарата, M_2 - конечная масса летательного аппарата [15].

Анализ курса информатики (углубленный уровень) показал, что в его содержание включены темы связанные с основными разделами математики, такими как комбинаторика, дискретная математика, теория вероятностей, математическая статистика, арифметика и другими. В связи с этим возникает необходимость включения в предметное содержание математики следующих задач: 1) на вычисления степеней с рациональным показателем (системы счисления); 2) на использование логических формул (алгебра логики); 3) на нахождение корней уравнений (теория алгоритмов); 4) на нахождение НОД и НОК (преобразование логических выражений); 5) на нахождение логарифмов (вероятность и информация) и др.

В частности, в содержание математики целесообразно включать следующие задачи:

- найти значение выражения: $1 * 2^5 + 0 * 2^4 + 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0$ (системы счисления);

- найти корни уравнения: $x^4 + 4x^3 - 4x^2 - 20x - 5 = 0$ (системы счисления: использование схемы Горнера);

- вычислить логарифмы: $i = \log_2 \frac{1}{P}$, где i - информационный вес символа, P - вероятность события (вероятность и информация).

При изучении 3D-моделирования основным является создание трёхмерной модели объекта. В связи с тем, что в 3D-моделировании немаловажную роль играет построение геометрической проекции трёхмерной модели сцены на плоскость с помощью специализированных программ. Исходя из этого, в содержание геометрии целесообразно включать задачи, в которых будет демонстрироваться практическое применение наклонной и ее проекции на плоскость, векторов в пространстве.

В связи с тем, что спецификой инженерно-математического класса является инженерная подготовка, то возникает необходимость в использовании проектной и исследовательской деятельности при обучении математики.

Инженерная подготовка является ориентиром на дальнейшее получение инженерно-технических специальностей. Следует отметить, что работа со школьниками для поступления на инженерно-технические специальности проводится следующим образом: 1) занятия в кружках научно-технического творчества, участие в олимпиадах, конкурсах, викторинах, мастер-классах, выставках, научно-популярных лекториях [4, С. 3]; 2) проект «Инженерные

классы» при университете [1]; 3) проведение производственных экскурсий, проведение интенсивов, проведение «встреч с профессией» [8].

Таким образом, были рассмотрены ключевые особенности инженерно-математического класса, а также показана специфика включения в предметное содержание математики ряда междисциплинарных задач, которые имеют практическое значение при изучении физики, информатики и 3D-моделирования. Приведены формы работы с потенциальными абитуриентами технических вузов в инженерно-математических классах, а также выделена проектная и исследовательская деятельность при обучении математике в связи с необходимостью инженерной подготовки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильева, О.Н. Инженерные классы как инструмент профессиональной навигации / О. Н. Васильева, Н. В. Конавалова. – Текст : непосредственный // Высшее образование в России. – 2018. – № 12. – С. 136-143.
2. Второе начало термодинамики. – Текст : электронный // Большая российская энциклопедия : [сайт]. – Москва, 2004-2017. – URL: <https://old.bigenc.ru/physics/text/2335202> (дата обращения: 05.02.2023).
3. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука. – Текст: электронный. – URL: <https://helpiks.org/6-56481.html> (дата обращения: 01.02.2023).
4. Колонтаевская, И.Ф. Профориентационная работа со школьниками для поступления на инженерно-технические направления подготовки профессионального образования / И. Ф. Колонтаевская. – Текст : непосредственный // Концепт. – 2014. – № 11 (ноябрь). – С.1-6.
5. Концепцию развития инженерного образования утвердят в 2023 году. – Текст : электронный // ТАСС : информационное агентство России : официальный сайт. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/16671677> (дата обращения: 25.01.2023).
6. Отличие инженерного класса от обычного физико-математического. – Текст : электронный // Международный педагогический портал : офиц. сайт. – URL: <https://solncesvet.ru/blog/baza-znaniy/inzheneryj-klass/#2> (дата обращения: 26.01.2023).
7. Путин назвал поддержку инженерного образования и естественных наук приоритетами для РФ. – Текст : электронный // ТАСС : информационное агентство России : официальный сайт. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/15963463> (дата обращения: 16.01.2023).
8. Романова, О. Н. Модель профориентационной работы «Инженерный класс» / О. Н. Романова, Н. А. Бухтоярова. – Текст : электронный // Образование и воспитание. – 2021. – № 5 (36). – С. 43-46. – URL: <https://moluch.ru/th/4/archive/209/6811/> (дата обращения: 02.02.2023).
9. Российская федерация. Министерство просвещения. Об утверждении федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования: приказ [Министерства образования и науки РФ] от 17 мая 2012 г. № 413 (ред. от 12.08.2022). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131131/ (дата обращения: 06.06.2023). – Текст : электронный.
10. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении Концепции развития математического образования в Российской Федерации: распоряжение от 24 декабря 2013 г. № 2506-р (ред. от 08.10.2020) – Доступ из справ.правовой системы «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156618/3f0c2ce94c2946a821d9a52987a9_516f5eac89ee/ (дата обращения: 06.02.2023). – Текст : электронный.
11. Российская Федерация. Президент (2012-2023 ; В. В. Путин) О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ от 1 декабря 2016 г. № 642 (с изм. и доп.). – Доступа из справ.-правовой «Гарант». – URL: <https://base.garant.ru/71551998/> (дата обращения: 04.03.2022). – Текст : электронный.
12. Сапегин, В. А. Особенности обучения школьников математике в инженерно-математических классах / В. А. Сапегин. – Текст : электронный // Педагогическое образование. – 2022. – № 11. – С. 64-68. – URL: <https://po-journal.ru/wp-content/uploads/2023/01/ped-obrazovanie-t-3-11-2022.pdf> (дата обращения: 05.02. 2023).
13. Соседкина, Н. В. Инженерные классы гимназии: немного о концепции / Н. В. Соседкина. – Текст : электронный // Педагогическое обозрение. – 2018. – № 9 (194). – С.3 – URL: <https://niso54.ru/newspaper> (дата обращения: 01.02.2023).
14. Хуторская, Л. Н. О понимании языка физических формул / Л. Н. Хуторская. – Текст : электронный // Вестник Института образования человека. – 2015. – № 2. – URL: <http://eidos-institute.ru/journal/2015/200/> (дата обращения: 03.02.2023).
15. Циолковского формула. – Текст : электронный // Большая российская энциклопедия : [сайт]. – Москва, 2004-2017. – URL: <https://old.bigenc.ru/physics/text/4677755> (дата обращения: 05.02.2023).

REFERENCES

1. Vasil'eva O.N. Konavalova N. V. Inzhenerye klassy kak instrument professional'noj navigacii [Engineering classes as a professional navigation tool]. *Vyshee obrazovanie v Rossii [Higher education in Russia]*, 2018. No 12, pp. 136-143.

2. Vtoroe nachalo termodinamiki [The second beginning of thermodynamics]. *Bol'shaja Rossijskaja jenciklopedija [The Great Russian Encyclopedia]*. Moscow, 2004-2017. URL: <https://old.bigenc.ru/physics/text/2335202> (Accessed 05.02.2023).
3. Zakon Vebera-Fehnera. Urovni intensivnosti i urovni gromkosti zvuka. [The Weber-Fechner Law. Intensity levels and sound volume levels]. URL: <https://helpiks.org/6-56481.html> (Accessed 01.02.2023).
4. Kolontaevskaja I.F. Proforientacionnaja rabota so shkol'nikami dlja postuplenija na inzhenerno-tehnicheskie napravlenija podgotovki professional'nogo obrazovanija [Career guidance work with schoolchildren for admission to engineering and technical areas of vocational training]. *Koncept [Concept]*. 2014. No 11, pp.1-6.
5. Konceptiju razvitija inzhenernogo obrazovanija utverdjat v 2023 godu. [The concept of development of engineering education will be approved in 2023]. TASS : informacionnoe agentstvo Rossii : oficial'nyj sajt. URL: <https://tass.ru/obschestvo/16671677> (Accessed 25.01.2023).
6. Otlicie inzhenernogo klassa ot obychnogo fiziko-matematicheskogo. [The difference between an engineering class and an ordinary physics and mathematics class]. *Mezhdunarodnyj pedagogicheskij portal : ofic. sajt*. URL: <https://solncesvet.ru/blog/baza-znaniy/inzhenernyj-klass/#2> (Accessed 26.01.2023).
7. Putin nazval podderzhku inzhenernogo obrazovanija i estestvennyh nauk prioritetami dlja RF [Putin called the support of engineering education and natural sciences priorities for the Russian Federation]. TASS : informacionnoe agentstvo Rossii : oficial'nyj sajt. URL: <https://tass.ru/obschestvo/15963463> (Accessed 16.01.2023).
8. Romanova O. N., Buhtjarova N. A. Model' proforientacionnoj raboty «Inzhenernyj klass» [Model of career guidance work "Engineering class"]. *Obrazovanie i vospitanie [Education and upbringing]*. 2021, no 5 (36), pp. 43-46. URL: <https://moluch.ru/th/4/archive/209/6811/> (Accessed 02.02.2023).
9. Rossijskaja federacija. Ministerstvo prosveshhenija. Ob utverzhenii federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart srednego obshhego obrazovanija: prikaz [Ministerstva obrazovanija i nauki RF] [Russian Federation. Ministry of Education. On the approval of the Federal State educational standard of secondary general education: order [of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation]], 17.05. 2012 no 413 (red. ot 12.08.2022), Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPljus». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131131/ (Accessed 06.06.2023).
10. Rossijskaja Federacija. Pravitel'stvo. Ob utverzhenii Konceptii razvitija matematicheskogo obrazovanija v Rossijskoj Federacii: rasporyazhenie [Russian Federation. Government. On the approval of the Concept of Development of Mathematical Education in the Russian Federation: order], 24.12.2013 no 2506-r (red. ot 08.10.2020), Dostup iz sprav.ppravovoj sistemy «Konsul'tantPljus». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156618/3f0c2ce94c2946a821d9a52987a9516f5eac89ee/ (Accessed 06.02.2023).
11. Rossijskaja Federacija. Prezident (2012-2023 ; V. V. Putin) O Strategii nauchno-tehnologicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii: ukaz [Elektronnyj resurs] [Russian Federation. President (2012-2023 ; Vladimir Putin) About the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation: decree], 1.12.2016 no 642 (s izm. i dop.). Dostupa iz sprav.-pravovoj «Garant» [The Garant legal reference system]. URL: <https://base.garant.ru/71551998/> (Accessed 04.03.2022).
12. Sapegin V. A. Osobennosti obuchenija shkol'nikov matematike v inzhenerno-matematicheskikh klassah [Features of teaching mathematics to schoolchildren in engineering and mathematics classes]. *Pedagogicheskoe obrazovanie [Pedagogical education]*, 2022, no 11, pp. 64-68. URL: <https://po-journal.ru/wp-content/uploads/2023/01/ped-obrazovanie-t-3-11-2022.pdf> (Accessed 05.02. 2023).
13. Sosedkina N. V. Inzhenernye klassy gimnazii: nemnogo o koncepcii [Engineering classes of the gymnasium: a little about the concept]. *Pedagogicheskoe obozrenie [Pedagogical Review]*, 2018, no 9 (194), p.3. URL: <https://niso54.ru/newspaper> (Accessed 01.02.2023).
14. Hutorskaja. L. N. O ponimanii jazyka fizicheskikh formul [On understanding the language of physical formulas]. *Vestnik Instituta obrazovanija cheloveka [Bulletin of the Institute of Human Education]*, 2015, no 2. URL: <http://eidos-institute.ru/journal/2015/200/> (Accessed 03.02.2023).
15. Ciolkovskogo formula [The Tsiolkovsky formula]. *Bol'shaja Rossijskaja jenciklopedija [The Great Russian Encyclopedia]*. Moskva, 2004-2017. URL: <https://old.bigenc.ru/physics/text/4677755> (Accessed 05.02.2023).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

В.А. Сапегин, аспирант 2 курса, ФГБОУ ВО «Армавирский государственный педагогический университет», г. Армавир, Россия, e-mail: vladimir.sapegin2012@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR:

V.A. Sapegin, 2nd Year Graduate Student, Armavir State Pedagogical University, Armavir, Russia, e-mail: vladimir.sapegin2012@yandex.ru.