

## СТРАТЕГІЯ, ЗМІСТ ТА НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ З ВИЩОЮ ТЕХНІЧНОЮ ОСВІТОЮ

УДК 378.147:51

**В. М. Михалевич<sup>1</sup>**  
**Я. В. Крупський<sup>1</sup>**  
**О. І. Тютюнник<sup>1</sup>**

### ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ MAPLE

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

*Запропоновано концепцію адаптації СКМ Maple до навчання вищої математики та математичного програмування шляхом створення навчальних Maple-тренажерів (НМТ). Розроблено теоретичні та методичні засади створення нового типу навчальних задач, а також висвітлено створення, на основі розроблених НМТ, навчальних задач з лінійного програмування нового типу в яких значна частина арифметичних обчислень виконується НМТ автоматично.*

**Ключові слова:** педагогічний експеримент, самостійна робота студента, навчальні Maple-тренажери, вища математика, математичне програмування, симплекс-метод, Maple.

#### Вступ

Завдання поліпшення освіти молоді, її суспільного, трудового, морального, естетичного, фізичного виховання відповідно до потреб суспільства і перспективи розвитку науково-технічного прогресу диктує необхідність підвищення якості навчання й виховання майбутніх громадян нашої країни. При цьому потрібно забезпечити якомога вищий рівень викладання кожної дисципліни і міцне оволодіння основами наук і вдосконалювати форми, методи і засоби навчання.

Загальні питання використання інформаційно-комп'ютерних технологій, зокрема систем комп'ютерної математики у навчанні математики в середній і вищій школах досліджені в роботах К. В. Власенко, О. М. Гончарової, В. П. Дьяконова, М. І. Жалдака, В. І. Клочка, В. М. Михалевича, Н. В. Морзе, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, С. О. Семерікова, О. В. Співаковського, Ю. В. Триуса та інших.

#### Виклад основного матеріалу

За допомогою комп'ютера можна забезпечити індивідуальне навчання «у масовому порядку» особливо в процесі вибору навчальної дії (пояснення, підказка, заохочення), враховувати навчання кожного конкретного студента. Використання комп'ютера надає можливість враховувати особливості пізнавальних процесів студента: сприйняття, мислення, пам'яті, і надати допомогу студенту з урахуванням його індивідуальних здібностей [1].

На думку багатьох фахівців наявність сучасних математичних пакетів, зокрема СКА, створює умови для докорінного перегляду змісту, цілей, форм, засобів та методів навчання вищої математики майбутніх інженерів. Кількість робіт із застосуванням математичних пакетів під час навчання вищої математики зростає з кожним роком.

Під час використання систем комп'ютерної математики у навчанні вищої математики необхідно проводити значну роботу з адаптації таких систем. Адже вони створювалися, у першу чергу, для забезпечення професійної діяльності спеціаліста. В роботі [2] показано, що перспективний напрямок адаптації СКМ Maple для навчання вищої математики студентів технічних та економічних спеціальностей полягає у створенні та використанні навчальних тренажерів для автоматизованого відтворення покрокового ходу розв'язання типових задач вищої математики (ТЗВМ).

Під ТЗВМ розуміються математичні задачі, уміння розв'язувати які передбачається засвоєним

студентами на рівні навичок у відповідності з навчальною програмою з дисципліни вищої математики для студентів відповідної спеціальності. Під навчальними тренажерами розв'язування ТЗВМ розуміється ПЗНП, що призначені для автоматизованого відтворення покрокового ходу розв'язання ТЗВМ з наявністю текстового коментаря, а під навчальними Maple-тренажерами (НМТ) — навчальні тренажери розв'язування ТЗВМ, що розроблені та функціонують у середовищі СКМ Maple [2].

*Мета створення* НМТ — забезпечення високого рівня навчання з вищої математики майбутніх студентів технічних спеціальностей на основі широкого впровадження у навчальний процес НМТ, використання яких сприяє формуванню у студентів навичок, умінь та знань з указаної дисципліни за рахунок інтенсифікації процесу навчання, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, підвищення інформаційної культури та їхньої професійної підготовки [2].

Для з'ясування ролі, місця та призначення НМТ в навчальному процесі студентів інженерних спеціальностей з вищої математики, подамо схематично модель аудиторної та позааудиторної СРС за традиційною технологією навчання ([2, рис. 2.4]).

Коли група складається з 20—30 студентів, під час аудиторної СРС, студенти, у яких виникають питання, з яких необхідно отримати консультацію у викладача, утворюють ЧСКВ. Під час перебування в ЧСКВ активність пізнавальної діяльності студентів, як правило, помітно зменшується, іноді, навіть, втрачається інтерес до задачі, що розв'язується.

Ще гірша ситуація відбувається під час позааудиторної СРС. У цьому випадку, у разі виникнення питань у студента, він, як правило, змушений чекати консультації по декілька днів, в залежності від графіка консультацій викладача. До того ж, під час таких консультацій мають місце ті самі недоліки, як і при аудиторній СРС, що пов'язано з утворенням ще більшої ЧСКВ, оскільки на вказані консультації приходять студенти з багатьох груп.

В роботі [2, рис. 2.4, 2.5] використовується термін «черга» в контексті «черга студентів на консультацію до викладача» (ЧСКВ). Поняття ЧСКВ та її довжини вперше введено в [2].

Під довжиною ЧСКВ розумітимемо сумарні часові витрати студентів на перебування у ЧСКВ.

Очевидно, що довжина ЧСКВ залежить від:

- числа студентів, які її утворюють;
- сумарної кількості запитань, з яких студенти бажають отримати консультацію;
- рівня підготовки кожного зі студентів для сприйняття пояснення викладача;
- ступеня однорідності запитань, які виникли у студентів;
- наявності засобів навчання, які допомагають викладачеві за стислий термін надати студенту вичерпні роз'яснення.

Звичайно тут наведено не всі чинники, від яких залежить довжина ЧСКВ, а тільки основні та ті, на які, на наш погляд, безпосередньо впливає використання НМТ.

Кількість студентів, які утворюють ЧСКВ, в результаті використання НМТ може збільшуватися, або зменшуватися. Це залежить від багатьох чинників і з'ясувати дійсний стан можна тільки в результаті спостережень або заздалегідь спланованих експериментів. Ми не проводили відповідних замірів, але на основі проведених нами спостережень склалася уява про підвищення кількості студентів, які зверталися з конкретними запитаннями до викладача.

Очевидно, що з ростом сумарної кількості запитань, з якими студенти звертаються для отримання консультації, довжина ЧСКВ, за рівних інших вимог, збільшується.

Стосовно рівня підготовки кожного зі студентів для сприйняття пояснення викладача, що впливає на тривалість індивідуальної консультації слід зауважити наступне. Іноді викладачу достатньо кількох секунд для надання вичерпної, а головне, зрозумілої для студента відповіді на поставлене ним питання. В інших випадках, відповідь на конкретне питання необхідно супроводжувати поясненнями деяких прогалин у знаннях студента, який звернувся за консультацією [2].

Використання НМТ сприяє підвищенню рівня підготовки кожного із студентів для сприйняття пояснень викладача, що, в результаті, зменшує довжину ЧСКВ.

Одне із завдань використання НМТ полягає у закріпленні та повторенні основних умінь та навичок з указаної дисципліни, за рахунок інтенсифікації процесу навчання, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, підвищення інформаційної культури та їхньої професійної підготовки. Тобто мається на увазі, що студенти уже пройшли певний курс із вищої математики, за своїли теоретичний та практичний матеріал, а НМТ використовуються для відпрацювання математичних навичок.

Ступінь однорідності запитань, з якими студенти звертаються на консультацію до викладача,

може бути оцінений кількісним показником. Наприклад, відношенням числа типових запитань до числа загальних запитань.

Під типовими тут розуміємо однакові або близькі за змістом запитання. З ростом однорідності запитань довжина ЧСКВ зменшуватиметься, оскільки почути відповідь на своє запитання можуть і студенти, черга до яких ще не надійшла. За нашими спостереженнями використання НМТ сприяє збільшенню однорідності запитань, оскільки на значну частину різnorodних запитань студент має змогу отримати відповідь самостійно за допомогою програми тренажера.

І нарешті, наявність НМТ допомагає викладачу оперативніше та повніше дати відповідь на цілу низку запитань студентів. Зокрема, якщо студент не може знайти помилку в своїх обчисленнях, викладачу немає необхідності перевіряти всі викладки, достатньо звірити їх з результатами роботи НМТ.

Отже, середня тривалість однієї консультації залежить від сумарної кількості запитань, з яких студенти бажають отримати консультацію, ступеня однорідності цих питань та рівня підготовки кожного зі студентів до сприйняття пояснень викладача та оперативності останніх.

Зменшення довжини черги, у такому розумінні, сумарних часових витрат студентів на перебування в ЧСКВ може відбуватися навіть на фоні збільшення кількості студентів, які її утворюють. Це може бути за умови зменшення середньої тривалості однієї консультації.

В роботах [3, 4] розроблено теоретичні та методичні засади створення нового типу навчальних задач з математики, а також висвітлено створення, на основі розроблених НМТ, навчальних задач лінійного програмування (ЗЛП) нового типу, в яких значна частина, наприклад, від 30 % до 90 % арифметичних обчислень виконується програмою автоматично, а також формуються всі необхідні симплекс-таблиці, що позбавляє студента необхідності виконання однотипних громіздких обчислень та записів. В таких навчальних задачах студенту пропонується обчислити та заповнити значення тільки в деяких порожніх клітинах таблиці, свідомо не заповнених програмно.

Передумовою створення вказаних задач стали результати багаторічних експериментів та спостережень, частково відображених у табл., в ході яких нами виявлено, що типовою є ситуація, коли студенти освоюють техніку заповнення симплекс-таблиць під час розв'язання типової ЗЛП, не розуміючи суті виконуваних ними операцій. За 3 роки опитано 527 студентів. Із 250 студентів контрольної групи сформували високий рівень навичок розв'язування ЗЛП за допомогою симплекс-таблиць тільки 54 %.

Результати анкетування контрольної та експериментальної груп

| № | Запитання  | Контрольна група (250 студентів) | Експериментальна група (277 студентів) |
|---|--|----------------------------------|--|
|   |  | Правильна відповідь (%)          |  |
| 1 | Навіщо ми ділимо всі коефіцієнти розв'язувального рядка на розв'язувальний елемент?  | 20                               | 40                                     |
| 2 | За якими формулами відбувається переобчислення коефіцієнтів та вільних членів у разі переходу до наступного опорного розв'язку.  | 40                               | 85                                     |
| 3 | В чому сутність операцій визначення розв'язувального рядка?  | 33                               | 62                                     |
| 4 | Чому вибирається найменше із додатних значень відомого співвідношення?   | 33                               | 83                                     |
| 5 | Чому відсутність додатного значення для відомого співвідношення в жодному із рядків є свідченням відсутності розв'язку ЗЛП через необмеженість області допустимих значень? | 33                               | 79                                     |
| 6 | В чому полягає сутність перевірки поточного опорного розв'язку на оптимальність?   | 52                               | 97                                     |
| 7 | Що являють собою числа в рядку (часто їх називають оцінками) за знаками яких здійснюється висновок про оптимальність поточного опорного розв'язку?                         | 52                               | 100                                    |
| 8 | Обґрунтуйте тезу «Однаковість знаків перед коефіцієнтами у відповідному рядку є необхідною ознакою оптимальності поточного опорного розв'язку».                            | 52                               | 70                                     |

| №  | Запитання  | Продовження таблиці              |  |
|----|--|----------------------------------|--|
|    |  | Контрольна група (250 студентів) | Експериментальна група (277 студентів) |
| 9  | Обґрунтуйте тезу «Необхідною та достатньою ознакою оптимальності поточного опорного розв'язку в ЗЛП на знаходження найбільшого значення є відсутність додатних коефіцієнтів у відповідному рядку». | 52                               | 72                                     |
| 10 | Обґрунтуйте тезу «Необхідною та достатньою ознакою неоптимальності поточного опорного розв'язку є наявність у відповідному рядку коефіцієнтів різних знаків».                                      | 52                               | 96                                     |
| 11 | В чому полягає сутність симплекс-перетворень за формулами Гаусса і що в цьому контексті означає переміна місцями вільної та базисної змінних?  | 0                                | 68                                     |
| 12 | У чому принципова відмінність розв'язання СЛР за схемами Жордана-Гаусса та єдиного ділення (підказка: формули для переобчислення коефіцієнтів та вільних членів ті самі)?                          | 0                                | 55                                     |

В експериментальній групі, яка складалася із 277 майбутніх менеджерів-адміністраторів, навчання розв'язування ЗЛП було організовано у відповідності до запропонованої методики із використанням СКМ Maple.

Вказана методика базується на використанні нового типу ЗЛП та відповідних НМТ. У роботах [4, 5] наведено подібні навчальні ЗЛП, які призначені для засвоєння суб'єктами навчання симплекс-методу без проведення ними громіздких рутинних та однотипних арифметичних обчислень та записів, які супроводжують використання симплекс-таблиць.

### Висновки

Дослідження показують, що застосування СКМ в сучасних умовах суттєво змінює роль і функції викладача та студентів, значною мірою впливає на всі компоненти навчального процесу: змінюється сам характер, місце і методи спільної діяльності викладача та студентів; співвідношення дидактичних функцій, що реалізуються в системі «викладач—СКМ—студент»; видозмінюються методи і форми проведення навчальних занять. Інакше кажучи, впровадження в навчальний процес СКМ неминує веде за собою суттєві зміни у структурі всієї педагогічної системи навчання вищої математики.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. — М. : Высш. шк., 1980. — 368 с.
2. Михалевич В. М. Розвиток системи Maple у навчанні вищої математики майбутніх інженерів-механіків : моногр. / В. М. Михалевич, Я. В. Крупський. — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 236 с.
3. Михалевич В. М. Проектування навчальних задач з лінійного програмування з використанням систем комп'ютерної математики [Електронний ресурс] / В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2013. — Т. 38, № 6. — Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua>.
4. Тютюнник О. И. Новый тип учебных задач по линейному программированию в условиях использования СКМ [Электронный ресурс] / О. И. Тютюнник, В. М. Михалевич // Информационно-технологическое обеспечение образовательного процесса современного университета : международная интернет-конференция. — Режим доступа : <http://conference.bsu.by/course/view.php?id=5>.
5. Михалевич В. М. Використання системи комп'ютерної алгебри для висвітлення ключових ідей симплекс-алгоритму / В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : зб. наук. праць. — 2011. — Вип. IX. — С. 113—118. — Кривий Ріг : вид. відділ НМетАУ.

Рекомендована кафедрою автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 24.01.2014

**Михалевич Володимир Маркусович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри вищої математики;

**Крупський Ярослав Володимирович** — канд. пед. наук, старший викладач кафедри вищої математики, e-mail: acer4444@rambler.ru;

**Тютюнник Оксана Іванівна** — асистент кафедри вищої математики.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

V. M. Mykhalevych<sup>1</sup>  
Ya. V. Krupskiy<sup>1</sup>  
O. I. Tiutiunnyk<sup>1</sup>

## The students individual work through the use of Maple computer algebra

<sup>1</sup>Vinnytsa National Technical University

*The concept of adaptation of SCM Maple to the study of higher mathematics and mathematical programming through the development of training simulators Maple is suggested in the paper. Theoretical and methodological foundations for the creation of a new type of educational objectives are developed, the creation, based on the developed BDC, educational problems of linear programming of a new type in which much of the arithmetic is performed by TSM automatically is highlighted.*

**Keywords:** pedagogical experiment, independent work of student, Maple-training simulators, rocket science, mathematical programming, simplex method, Maple.

**Mykhalevych Volodymyr M.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Higher Mathematics;  
**Krupskiy Yaroslav V.** — Cand. Sc. (Educ.), Senior Lecturer of the Chair of Higher Mathematics, e-mail: acer4444@rambler.ru;

**Tiutiunnyk Oksana I.** — Assistant of the Chair of Higher Mathematics

В. М. Михалевич<sup>1</sup>  
Я. В. Крупский<sup>1</sup>  
О. И. Тютюнник<sup>1</sup>

## Организация самостоятельной работы студентов путем использования системы компьютерной математики Maple

<sup>1</sup>Винницкий национальный технический университет

*Предложена концепция адаптации СКМ Maple к обучению высшей математики и математического программирования путем создания учебных Maple-тренажеров. Разработаны теоретические и методические основы создания нового типа учебных задач, на основе разработанных НМТ предложено создание учебных задач по линейному программированию нового типа, в которых значительная часть арифметических вычислений выполняется НМТ автоматически.*

**Ключевые слова:** педагогический эксперимент, самостоятельная работа студента, учебные Maple-тренажеры, высшая математика, математическое программирование, симплекс-метод, Maple.

**Михалевич Владимир Маркусович** — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики;  
**Крупский Ярослав Владимирович** — канд. пед. наук, старший преподаватель кафедры высшей математики, e-mail: acer4444@rambler.ru;

**Тютюнник Оксана Ивановна** — ассистент кафедры высшей математики