
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СКА MAPLE ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ АЛГЕБРЕ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

ДМИТРИЙ Я. ТРЕБЕНКО, ОКСАНА О. ТРЕБЕНКО

POSSIBILITIES OF USING SCA MAPLE TO FORM AND DEVELOP STUDENTS' CREATIVE INDEPENDENCE WHEN LEARNING HIGHER ALGEBRA AT THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

ABSTRACT: Possibilities of using SCA Maple to form and develop creative independence when learning Higher Algebra at the pedagogical university are highlighted in the paper

KEYWORDS: Using of Maple, development of creative independence

Вступление. В современных условиях стремительных изменений требований к специалисту одной из ключевых компетенций выпускника университета становится способность к самообучению, саморазвитию и самосовершенствованию. Именно поэтому современные педагогические технологии организации процесса обучения в высшей школе развитию умений самостоятельной учебной деятельности уделяют особое внимание.

Формирование умений и навыков самостоятельной работы, умения самостоятельно пополнять свои знания и свободно ориентироваться в потоке информации – довольно сложный, длительный процесс, в ходе которого осуществляется постепенный переход от более низкого уровня самостоятельности – репродуктивной самостоятельности – к более высокому уровню – самостоятельности творческой. Под репродуктивной самостоятельностью мы подразумеваем способность студента к самостоятельной деятельности по изучению определенного теоретического материала, по выполнению упражнений, требующих воспроизведения существующих умений по известному алгоритму, образцу. Творческая самостоятельность рассматривается нами как способность к деятельности, результатом которой является открытие чего-либо нового, оригинального, прогрессивного, обладающего личной или социальной значимостью (это может быть как нестандартное решение задачи, оригинальное доказательство теоремы, так и вполне самостоятельное научное или учебное исследование).

На сегодняшний день в психологической науке вопрос о том, каждый ли человек может достичь уровня творческой самостоятельности, еще окончательно не решен. Большинство специалистов все же придерживаются мнения, что научить творить невозможно, поскольку способность к творческой деятельности во многом зависит от врожденных задатков (анатомио-физиологических особенностей мозга, нервной системы, органов чувств и движения, функциональных особенности организма человека). Можно лишь сформировать отдельные качества творческой личности, в частности: критичность в оценке результатов собственных действий, рефлексия, прогностичность, самостоятельность, нешаблонность, гибкость мышления, умение сконцентрироваться, самоорганизоваться, четко и логически формулировать мысли и гипотезы, делать правильные выводы; а также такие способности как: перенос опыта на другие задачи, самостоятельное определение цели, содержания, этапов

исследования, принятие решения и готовность быть ответственным за них и т.п.

В то же время, далеко не каждый одаренный от природы человек свои потенциальные возможности реализует полностью. Ведь не менее важное влияние на формирование личности оказывает и среда, в которой развивалась и находится личность. И, кроме того, очень многое зависит от личного стремления к самосовершенствованию.

Изложенные факты подчеркивают, что для формирования и развития творческой самостоятельности студента необходимо выделять в процессе обучения *специальное* время и место для творческой деятельности, создавать атмосферу, которая бы *стимулировала, поддерживала, развивала* индивидуальность человека и, в то же время, *формировала его внутреннее стремление* к самообучению, саморазвитию и самосовершенствованию.

Отметим, что хороший успешный учитель просто вынужден быть креативным и творчески строить процесс обучения. Ведь урок почти никогда не проходит по полностью продуманному сценарию, его невозможно полностью спрогнозировать, что-то всегда непредсказуемо: реакция учеников, их новаторские идеи, любознательные вопросы. И учителю приходится моментально реагировать, принимать десятки решений на протяжении урока. Следует учитывать и то, что однообразие уроков понижает интерес учеников, а инновационные идеи, разнообразие содержания, форм и методов обучения и воспитания, непредсказуемость, нестандартность учителя, наоборот, порождают стремление учеников к получению новых знаний. Поэтому каждый будущий учитель должен был бы стремиться достичь уровня именно творческой самостоятельности.

Развитие самостоятельности в процессе обучения существенным образом зависит от способа организации самостоятельной работы. Огромные возможности открываются за счет привлечения современных информационных технологий (см., например. [1]).

Вопросы применения ИКТ в учебном процессе вуза и школы многогранно исследовали М.И.Жалдак, Ю.Р.Жук, Р.С.Гуревич, М.Ю.Кадемия, О.П.Круць, С.В.Медвецкий, А.Р.Магамедов, Е.И.Машбиц, В.М.Монахов, Н.В.Морзе, В.И.Сумской, И.Г.Захарова, О.И.Иваницкий, Н.Л.Сосницкая, С.П.Ткаченко и др. Установлено, что мощным средством интенсификации математического образования являются системы компьютерной алгебры (СКА). На сегодняшний день в сфере высшего образования накоплен довольно значительный опыт применения СКА для сопровождения обучения математических дисциплин, наработано достаточно много решений, «рецептов», методик. Возможности применения СКА в обучении математике в вузе широко представлены в работах Н.А.Сливиной, М.В.Бушмановой, М.А.Зарецкой, Л.П.Судаковой, В.Н.Веретенникова, Т.А.Матвеевой, С.И.Машарова, В.П.Дьяконова, С.А.Дьяченка, Т.В.Капустиной, В.М.Волкова, О.В.Крючкова, Ю.С.Рамского и др.

Однако большинство из существующих методик направлены на передачу готовых знаний (например, помогают, облегчают, ускоряют понимание и усвоение материала) и формирование репродуктивных навыков (в частности, обучают приемам самостоятельной деятельности); т.е. основное внимание уделяется развитию репродуктивной самостоятельности. А вот проблема формирования и развития творческой самостоятельности при помощи применения СКА еще не находит должного освещения.

Следует отметить также, что и существующие методики применения СКА – не универсальны. Разработка и внедрение методики при преподавании конкретной учебной дисциплины обязана учитывать специфику данной дисциплины, ее место в программе подготовки специалиста, и, конечно, ее роль, значение для будущей профессиональной деятельности обучаемого. Что же касается курса высшей алгебры для будущих учителей математики, то на сегодняшний день таких методик явно недостаточно.

Целью данной работы является освещение возможностей применения СКА Maple для формирования и развития творческой самостоятельности в процессе обучения высшей алгебры в педагогическом университете.

Основной текст статьи. В современном курсе высшей алгебры для педагогических университетов рассматриваются фундаментальные математические понятия, идеи и принципы (понятия множества, алгебраической операции, алгебраической структуры, изоморфизма и др.). Общенаучный характер рассматриваемых вопросов делает курс особенно трудным для восприятия, ведь изучаемый материал – достаточно абстрактный. Усложняет ситуацию и необходимость изучения курса на начальном этапе обучения, когда студент-первокурсник, еще вчера не имевший представления о современной математике, ее идеях и методах, не достаточно готов к восприятию такой абстрактной, отвлеченной, обобщенной информации. Поэтому пониманию, усвоению новых абстрактных понятий (особенно самых основных, фундаментальных), формированию связей между понятиями следует уделять особое внимание.

Тенденция к уменьшению аудиторных часов и увеличению доли самостоятельной работы абсолютно не способствует повышению качества усвоения учебного материала: к самостоятельному обучению первокурсник совершенно не готов, да и вникнуть в суть абсолютно новых, абстрактных, алгебраических понятий без помощи квалифицированного преподавателя очень непросто.

Использование информационных технологий в некоторой степени помогает решить эту проблему.

Почему выбор пал именно на СКА Maple?

Универсального математического пакета, в котором можно было бы решать задачи из разных разделов курса «Алгебра и теория чисел» на сегодняшний день не существует. Есть ряд специализированных пакетов, которые можно использовать при изучении отдельных тем (например, GAP и Magma для изучения элементов теории групп, CoCoa и Macaulay2 – коммутативной алгебры, PARI – теории чисел). На наш взгляд, использовать в процессе изучения дисциплины несколько различных СКА – нецелесообразно. Кроме того, указанные специализированные пакеты будущий учитель во время работы в школе применять, скорее всего, не сможет: поддержка школьного курса алгебры в них не очень мощная, не совсем простой в пользовании интерфейс.

В пакете Maple для решения задач школьного курса есть в наличии достаточно широкий набор команд. К преимуществам Maple следует отнести также современный интерфейс, развитые графические средства, детализированная справочная система с примерами использования команд, возможность создавать интерактивные документы и презентации. И, что очень важно, от пользователя не требуется особых навыков, система вполне доступна ученику. Кроме того, СКА Maple можно использовать как удобную интеллектуальную среду для математических исследований, а также для подготовки печатного материала (статьи, книги).

Для решения задач курса «Алгебра и теория чисел» в Maple не так много команд. Однако есть возможность создавать новые команды-процедуры, при этом синтаксис языка программирования Maple аналогичен синтаксису универсальных языков (C, Fortran, Basic и Pascal).

Описание технологии. Авторами вот уже на протяжении 5 лет СКА Maple активно применяется в обучении высшей алгебре. В частности, успешно зарекомендовала себя следующая технология организации самостоятельной работы при изучении курса «Алгебра и теория чисел». На протяжении учебного года (в 4-6 этапов) студент выполняет индивидуальную домашнюю работу, включающую базовые задачи курса – задачи, которые

необходимо уметь решать для успешного усвоения программного материала. Решив задачу, студент может самостоятельно проконтролировать себя: проверить, правильное ли решение получено, правильны ли промежуточные вычисления.

Для организации такого вида работы авторами было разработано учебное пособие [2], содержащее набор стандартных задач курса «Алгебра и теория чисел» с детально рассмотренными примерами. К каждому типу задач приведен образец решения в Maple, с комментариями и объяснениями.

Для решения задач, оказавшихся вне поля зрения разработчиков системы, авторами были созданы необходимые Maple-процедуры. Для проверки полученного решения задачи или результатов промежуточных вычислений студенту достаточно воспроизвести в Maple предоставленный образец, подставив данные своего варианта. Так осуществляется формирование репродуктивной самостоятельности студента.

С целью формирования творческой самостоятельности студенту предлагается модифицировать, усовершенствовать процедуру, предложенную преподавателем, предложить более эффективный алгоритм решения в Maple, разработать новую Maple-процедуру. Отметим, что к каждой авторской процедуре в пособии [2] приведено детальное объяснение ее структуры, кода.

Многих захватывает возможность внести свой вклад, что-то усовершенствовать, стать соавтором процесса обучения, партнером преподавателя (т.е. субъектом обучения), а наиболее активные, захватившись процессом, почувствовав удовольствие от собственных полученных результатов, сами создают новые процедуры даже без специального указания преподавателя [3].

Процесс разработки алгоритма решения задачи сходен с небольшим научным исследованием. Поэтому тех, кто показывает успехи в создании новых Maple-процедур для решения алгебраических задач и, главное, делает это с искренним интересом, вполне можно привлекать к посильным научным исследованиям в области современной абстрактной алгебры [4-7].

Начать можно с исследования свойств конкретного алгебраического объекта, создав для этого необходимые процедуры; например, исследовать свойства делимости кольца $Z[\sqrt{2}i]$. Получив результаты, попробовать их обобщить: рассмотреть свойства кольца $Z[\sqrt{d}i]$, где d – произвольное натуральное число, не являющееся точным квадратом. Чаще всего полученные для частных случаев результаты в общем случае уже не будут справедливы. Возникает вопрос, при каких условиях (значениях параметра d) результаты сохраняются, а при каких нет. Первым делом студент возьмется проверять конкретные значения параметра (при помощи компьютера это осуществить несложно), возможно, некоторые будут найдены. А все ли значения найдены? И в чем закономерность? Без настоящего математического исследования тут уже не обойтись! Так, постепенно студент вовлекается в математическое исследование, требующее умений подмечать закономерности, формулировать гипотезы и проверять их, проводить строгие доказательные рассуждения, делать выводы.

Практика показывает, что иногда студенты вначале немного побаиваются осваивать новую для них систему Maple, им кажется, что для этого необходимы особые навыки. Понятно, что уровень сформированности навыков работы с компьютером большинства студентов – очень низкий. Да, они имеют начальные навыки работы с графическим редактором, знают основы работы в Интернет (как найти реферат и как пользоваться социальными сетями), однако для большинства на этом знакомство с компьютером заканчивается. И более того, многие просто боятся выполнять какие-либо более сложные операции, осваивать новые программы, экспериментировать. Тогда нужен особый подход. Во-первых, необходимо прочитать дополнительную ознакомительную лекцию, в ходе

которой раскрыть возможности применения Maple в научных исследованиях, в образовании, познакомить с основами работы с системой, подчеркнуть простоту работы, рассмотрев ряд конкретных примеров, указать на целесообразность применения СКА для проверки полученных результатов. Кроме того, желательно применять Maple на практических занятиях для проверки полученных при решении задач результатов, привлекая к проверке тех, кто еще не начал осваивать Maple, показывая им легкость, простоту работы. Можно также при решении задач проводить в среде Maple промежуточные вычисления, если эти вычисления очень громоздки, а само упражнение, направлено на запоминание алгоритма действий, а не на формирование навыков промежуточных вычислений (особенно когда громоздкие вычисления, проводимые вручную, отвлекают от основной задачи).

Возможности предлагаемой формы работы

I: на уровне использования готовых процедур (встроенных в программу либо созданных преподавателем):

- помогает выявить ошибки на уровне формирования навыков и своевременно устранить их (разобравшись самостоятельно либо обратившись за консультацией к преподавателю);
- позволяет студенту самостоятельно определить уровень своей готовности к модульной контрольной работе;
- создает условия, в которых контроль студентом производится осознано, студент понимает необходимость и целесообразность контроля уровня сформированности навыков решения стандартных задач;
- формирует стимул, стремление студента к самоконтролю;
- изучение студентом описания созданной преподавателем процедуры и анализ ее кода способствуют усвоению алгоритма решения стандартной задачи, сосредотачивают внимание студента на границах, необходимых условиях использования алгоритма;
- для некоторых алгебраических понятий в Maple используются определения, отличные от стандартно используемых в курсе высшей алгебры. Так, в Maple есть команды `irem` и `iquo`, называемые соответственно остатком и неполным частным. В описании этих команд (в частности, команды `irem`) отмечается, что для целых чисел m и n результатом выполнения команды `irem(m,n)` есть число r такое, что $m=nq+r$, где $|r|<|n|$ и $mr>0$. Такое определение „остатка” от деления одного целого числа на другое отличается от классического определения в теории чисел: ведь тогда остаток может быть и отрицательным (например, при делении числа -25 на 3 команда `irem` дает „остаток” равный -1). Обоснование необходимости создания новых процедур позволяет подчеркнуть нюансы введенных определений;
- наличие печатной отчетности о выполнении индивидуальной самостоятельной работы в Maple облегчает работу преподавателя по проверке правильности выполнения заданий (в частности, выполнения вычислений), позволяет больше внимания сконцентрировать на проверке хода мысли студента, корректности логических выводов.

II: на уровне модификации студентом готовых и создания новых процедур:

- способствует развитию алгоритмического, конструктивного, аналитического мышления, а также формирует операционный тип мышления;
- развивает умение работать с информацией (анализировать исходные данные задачи и результаты работы процедуры) и умение решать проблемы крупными блоками с последующей детализацией;
- формирует критичность и прогностичность мышления (в результате анализа возможных способов построения собственного алгоритма и выбора среди них наиболее рационального);

- позволяет студенту не только сверить окончательный ответ, а и проконтролировать себя на любом этапе решения задачи, выявить конкретные действия, выполняемые им с ошибками;
- создает возможность выявить тех, кого захватывает творческий поиск новых решений, кто способен генерировать идеи, и, в то же время, способен к детализации творческого продукта, рационален в анализе полученных результатов (иными словами, способных к творческой деятельности);
- помогает развивать индивидуальные возможности каждого студента, конструировать его собственную творческую стратегию с учетом интересов, потребностей, стремлений;
- повышает внутреннюю мотивацию студента. С одной стороны, студент ощущает успех от полученного нового результата и признания его достижений, с другой стороны, он видит конкретные возможности применения полученных знаний для создания новых продуктов, имеющих конкретную практическую ценность (созданные процедуры могут быть представлены разработчикам пакета Maple и включены в последующие версии системы);
- помогает формировать потребность студента к самооценке, самоанализу, рефлексии;
- создает атмосферу активного обучения (студент становится соавтором процесса обучения, партнером преподавателя).

Отдельно следует подчеркнуть значение описанной формы работы для будущего учителя. Для формирования ИКТ-компетенции выпускника педагогического вуза особенно важно, чтобы студент видел возможности, способы, пути использования ИКТ в процессе собственного обучения (особенно это касается информатизации фундаментальных математических дисциплин), а не только был теоретически с ними ознакомлен. Предложенная форма работы – один из примеров использования ИКТ в обучении математике, она вполне доступна в работе с учениками в школе.

Отметим, что эффективность использования описанной технологии во многом зависит от следующих факторов: педагогических (творческая рабочая атмосфера), социальных (признание инновационной деятельности в студенческом коллективе) и психологические (креативный уровень интеллекта, готовность к совместной творческой деятельности, адекватная самооценка, самоорганизация). Отдельно следует упомянуть о факторах, которые тормозят творческий поиск, не дают полностью раскрыться. Это могут быть: индивидуальные личностные качества студента (отсутствие гибкости мышления, привычка, узко практический подход, боязнь критики, страх перед неудачей, высокая самокритика, лень, боязнь ответственности, низкая оценка способностей), огромное количество рутинной бумажной работы, отсутствие поощрения, награды (и даже не материальной компенсации, а скорее, поддержки, признания, оценки преподавателя, коллектива).

Исходя из сказанного, для успешного применения описанной формы работы необходимо выполнение ряда требований:

- 1) при выборе темы необходимо:
 - учитывать интересы студента, уровень его знаний и потенциальных возможностей (кому то лучше дать тематику попроще, близкую к школьной программе, а кто-то осилит и исследования в области абстрактной алгебры);
 - сложность поставленного задания должна быть адекватной имеющимся навыкам студента (если задание слишком сложное, возникает дезориентация, если слишком простое, снижается интерес); при этом необходимо стараться максимально реализовать потенциал студента, насколько это возможно, позволять ему самому принимать решения;
- 2) четкая постановка задачи;
- 3) наличие возможности сконцентрироваться над решением задания (в частности, наличие свободного времени, например, в межсессионный период, либо каникулярный);

4) наличие позитивного настроения, эмоций, выполнение работы по собственному желанию, без принуждения;

5) важно наличие возможности постоянно консультироваться, обговаривать с преподавателем возможные пути решения (к примеру, используя интернет-связь);

6) наличие стимула; вначале в качестве стимула могут выступать дополнительные баллы, позднее баллы уходят на второстепенный план: чувство успеха становится источником вдохновения, появляется внутренняя потребность в дальнейшей творческой деятельности.

Очень желательны:

– постоянное внимание преподавателя к успехам и неудачам студента, своевременная реакция (вовремя подсказать (неявно), направить, подвести к решению (не забирая, однако, у студента возможность самому получить результат); радость даже малейшему прогрессу, продвижению;

- контроль не только лишь результата, а главным образом процесса творческого поиска студента;

- публичная оценка достижений (не обязательно в узком коллективе группы, но и оценивая выступление студента с докладом на студенческой конференции, семинаре), поддержка, одобрение, признание;

- равноправные, партнерские отношения «студент-преподаватель», сотрудничество.

Следует отметить, что особое значение имеет вдохновленный и творческий труд педагога, ибо «... импульсы, идущие от преподавателя, его активное участие в творческом процессе должно постоянно поддерживать неизменный глубокий интерес к исследовательской работе» [8]. И очень важно, чтобы эта радость успехам была искренней! Уверенность преподавателя в возможностях студента передается студенту, помогает ему побороть боязнь, неуверенность, побуждает его к самосовершенствованию, формирует в нем инициативность, самостоятельность, удовлетворение от собственной творческой деятельности.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

Описанная технология организации самостоятельной работы прошла успешную 5-годовую апробацию авторами на базе Физико-математического института НПУ имени М.П.Драгоманова. Предлагаемый подход позволяет в зависимости от индивидуальных личностных качеств студента, степени сформированных навыков творческой деятельности, наличия мотивации, интереса к исследовательской деятельности организовать самостоятельную работу студента на различных уровнях: базовом (использование готовых процедур с целью самоконтроля), повышенном (модификация готовых, разработка собственных процедур решения стандартных задач), углубленном (поиск решения нестандартных задач, исследование нерешенных проблем в алгебре).

Об эффективности предлагаемого подхода убедительно свидетельствуют: постоянная, систематическая работа студентов, обучение с восторгом, с вдохновением, достижение ими значительных результатов в освоении учебного материала, рост потребности студента к самоконтролю, самосовершенствованию, повышение интереса к самооценке и вообще к изучению курса, расширение знаний студента о методах и приемах самоконтроля, повышение интереса к исследовательской деятельности, новые научные результаты, полученные студентами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Требенко Д.Я., Требенко О.О.** Формування внутрішнього стимулу і готовності до самоконтролю при вивченні вищої алгебри // Наукові записки Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Серія «Психолого-педагогічні науки». – Ніжин: НДУ імені М.Гоголя, 2012. – №1. – С.177-181.
2. **Требенко Д.Я., Требенко О.О.** Використання системи комп'ютерної алгебри Maple при вивченні курсу «Алгебра і теорія чисел». – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. – 532 с.
3. **Цибульська Н.М.** Про авторську процедуру для розв'язування систем лінійних конгруенцій в СКА Maple // Збірник матеріалів I Всеукр.наук.-практ. конф. молодих учених «Наукова молодь-2013» / за заг. ред. проф. Бикова В.Ю. та Спіріна О.М. – К.: ІТЗН НАПН України, 2014. – С.174-178.
4. **Цибульська Н.М.** Про нові процедури для дослідження властивостей кілець $Z[\sqrt{di}]$ та $Z[\sqrt{d}]$ за допомогою СКМ MAPLE // Теоретичні та прикладні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій у науці, освіті, економіці та у виробництві: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції – Маріуполь: МДУ, 2014. – С.216-217.
5. **Цибульська Н.М.** Авторський пакет процедур для СКМ MAPLE і деякі нові результати в теорії кілець // Студентські фізико-математичні етюди. – Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2013. – №12. – С.112-126.
6. **Ласійчук О. Р.** Про один приклад групи, що є розширенням симетричної групи S_3 // Збірник тез конференції «Методика викладання математики в середній та вищій школі», присвяченої 75-річчю лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, академіка Академії наук вищої освіти, професора Колесник Тамари Всеволодівни, 4-5 грудня 2013 р., м. Київ, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2013. – С. 53-54.
7. **Ласійчук О. Р.** Побудова прикладу групи, що містить підгрупу S_3 і володіє певними властивостями // Студентські фізико-математичні етюди. – Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2013. – №12. – С.38-43.
8. **Сидорчук Т.А.** Система творческих заданий как средство креативности на начальном этапе становления личности: автореф. дис. канд. пед. наук. – М.:МГИУ, 1998. – 22 с.