

2. Груздков А. А., Слободинская Т. В. О результатах диагностического тестирования по математике в СПбГТИ(ТУ) // Проблемы математической и естественно-научной подготовки в инженерном образовании: сб. тр. V междунаучн.-метод. конф. СПб.: ПГУПС, 2018. С. 101–108.

3. Марков В. Н. Знание против понимания // Мир психологии. 2018. № 2(94). С. 171-182. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35555026>

4. Новиков А.М. Методология учебной деятельности: контроль, оценка, рефлексия // Педагогическая диагностика. 2015. № 2. С. 16–23.

5. Серегин Г.М. Психологический аспект понятия «понимание» // Философия образования. 2008. № 1(22). С. 156-163. <https://elibrary.ru/item.asp?id=11789640>

Сведения об авторах:

Алексей Андреевич Груздков

Служебный адрес: 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26.

E-mail: [gruzdkov@mail.ru](mailto:gruzdkov@mail.ru). Spin-code: 9756-8959.

УДК 519.6

**А. В. Гусаров**

кандидат технических наук, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева, Ярославская обл., г. Рыбинск, Россия

### **ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ВЫПУСКНИКАМИ КОЛЛЕДЖЕЙ ВО ВРЕМЯ ИХ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

**Аннотация.** Одной из проблем, возникающих в процессе обучения в вузе студентов-выпускников колледжей, является несоответствие их уровня математической подготовки и подготовки по предметам, определяющих их профессиональную деятельность. Цель работы – показать на конкретном примере, что существуют проблемы при решении практических задач без углубленного изучения теоретического материала, а также предложить один из способов их решения. Задачей является разработка методических указаний коллективом преподавателей кафедры высшей математики и выпускающей кафедры. В качестве примера приведена разработка алгоритмов для программной реализации дискретного преобразования Фурье. Результаты работы проходят апробацию в процессе обучения.

**Ключевые слова:** проект; выпускники колледжа; ряды Фурье; дискретное преобразование Фурье; алгоритм.

**DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-114-121**

В настоящее время студенты-бакалавры, имеющие профильное образование в колледже, обучаются по сокращенной программе. Срок обучения при этом фактически составляет не 4 года, а 3, так как в оставшиеся месяцы обучения в последнем осеннем семестре идет процесс выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР). Повышенная учебная нагрузка приводит к тому, что у студентов практически не остается времени на участие в различных общественных и научных мероприятиях (собраниях, конкурсах, олимпиадах, конференциях). К этому еще нужно добавить, что многие студенты, обучающиеся по сокращенной программе, подрабатывают по специальности. Для студентов со средним профессиональным образованием и дипломом программиста найти работу не так уж сложно. В отличие от выпускников школ, совсем недавно изучавших школьный курс математики, выпускники колледжей изучали математику 2 – 3 года назад, что по нынешним меркам – очень давно. Лекции по разделам высшей математики обычно проводятся совместно с вчерашними школьниками, поэтому часто имеет место ситуация, когда одни (вчерашние школьники) откровенно «скучают», а другие мучительно пытаются что-то вспомнить. Вместе с тем выпускники колледжей имеют большой опыт практической работы, в том числе создания готовых продуктов, который на младших курсах оказывается невостребованным, а также опыт учебы, а иногда и работы, в коллективе. При этом никто не отменял рейтинговую систему контроля знаний, которая используется при обучении на первых двух курсах.

Участие в олимпиадах и конференциях в процессе обучения в техническом вузе – тенденция современного высшего образования. При отсутствии взаимодействия между предприятиями, производящими продукцию (в том числе и в сфере ИТ-технологий), участие в олимпиадах и выступление на научных конференциях – один из способов совершенствовать умения и навыки, необходимые в процессе трудовой деятельности на предприятии.

Сама идея привлечения студентов к участию в олимпиадах и конференциях не нова. В бытность автора студентом еще существовала система хоздоговоров с предприятиями, в которой находилось место и студентам, причем с первого курса. Студенты-мужчины часто начинали работать на хоздоговорных темах после службы в армии или на флоте, то есть на втором или даже на третьем курсе. При этом срок обучения составлял 5 лет, и студенты успевали получить необходимый опыт работы. В то же время участие в конференциях по естественнонаучным, и, в первую очередь, по математическим дисциплинам являлось своего рода обязательным дополнением к работе на хоздоговорной теме,

так как полученные в процессе работы результаты публиковались и использовались для подготовки кандидатских и докторских диссертаций. Участие в олимпиадах в то время практически не давало никаких преимуществ для студента, так как повышенная стипендия назначалась по результатам научной и общественной работы. Сейчас участие в олимпиадах и конференциях позволяет студенту получить весомую прибавку к стипендии и сконцентрировать все свои силы на учебном процессе, а не на подработках.

Таким образом, выпускники колледжей, получающие высшее образование по профильным *IT*-направлениям, имеют ряд преимуществ по сравнению с вчерашними школьниками. Поэтому на кафедре вычислительных систем РГАТУ имени П. А. Соловьева среди выпускников колледжей с первых дней обучения проводится работа по их привлечению к участию в математических олимпиадах и научных конференциях, в том числе и всероссийского уровня. Дальнейшая работа с ними в процессе обучения направлена на вовлечение таких студентов в различные проекты, реализуемые на кафедре. Опыт разработки ими программного обеспечения в данном случае помогает в тех ситуациях, когда нужно написать программы на языках высокого уровня. Кроме того, студенты сами углубленно изучают те вопросы применения математических методов, которые не рассматриваются в курсе высшей математики. В качестве примера можно привести участие студентов-выпускников колледжей во Всероссийской научно-практической конференции «Актуальная математика» [1], где они делали доклады на темы, связанные с применением математики в процессе криптоанализа.

Для реализации большого потенциала студентов-выпускников колледжей в области практических знаний имеет смысл давать им возможность реализовать практические навыки путем изучения применения конкретных разделов математики в проектах, реализуемых на кафедре. Для этого студент или группа студентов получают задание по реализации, например, программного обеспечения для микроконтроллера, выполняющего функции контроля и управления. Программа пишется на языке *C* с использованием встроенных библиотек для микроконтроллеров. Для написания программы необходимо изучить один или несколько разделов курса высшей математики.

В качестве примера рассмотрим следующее задание: написать программу для реализации преобразования Фурье синусоидальных сигналов при помощи микроконтроллера с встроенным аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Параметры АЦП и передаточная функция канала ввода аналогового сигнала известны. Задача является частью проекта, реализуемого в рамках научных исследований по некоторой тематике.

При кажущейся простоте решения задачи даже при наличии конспекта лекций по высшей математике [2], о котором восторженно отзываются многие математики, студенты сталкиваются со следующими проблемами. О рядах Фурье здесь написано достаточно много, но для случая, когда анализируемая

функция задана аналитически. Приводятся примеры разложения функции в ряд Фурье, используя, например, соотношение

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n \cdot e^{\frac{i \cdot n \cdot \pi \cdot x}{l}}, \quad c_n = \frac{1}{2 \cdot l} \int_{-l}^l f(x) \cdot e^{-\frac{i \cdot n \cdot \pi \cdot x}{l}} dx, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

Дело в том, что АЦП позволяет считывать значение входного сигнала только в дискретные моменты времени, в то время как классическая математика обычно рассматривает непрерывное преобразование Фурье для входного сигнала. Действительно, во времена Жана-Батиста Фурье не использовалась дискретизация входного сигнала. И это первое, с чем сталкивается студент, который пытается решить подобную задачу.

Наиболее инициативные студенты начинают искать пути решения в соответствующей отечественной математической или технической литературе, например, в книге А. Б. Сергиенко [3], либо на просторах интернета, и находят их, например, на интернет-сайте [4]. На этом сайте можно найти информацию, что преобразование Фурье для цифровых отсчетов непрерывного входного сигнала называется дискретным преобразованием Фурье и записывается следующим образом:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot \left( \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot n}{T}\right) - i \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot n}{T}\right) \right), \quad (2)$$

где  $N$  – количество отсчетов входного сигнала за период времени  $T$ ;  $k$  – индексы входных отсчетов;  $n$  – индексы входных значений.

Из комментариев к расчетам, в частности к формуле (1), непонятно, какие значения принимает  $k$ , и что делать дальше с полученной суммой, рассчитанной по формуле (2), если мы все-таки ее каким-то образом вычислим. В книге [3] не приводится даже такая формула. Таким образом, в интернете и отечественной литературе не всегда содержится информация, которой позволяет программисту написать программу. Такая ситуация имела место и в те годы, когда автор был студентом: книг по цифровой обработке сигналов было мало, и все они были написаны так, чтобы запутать и без того не совсем осведомленных в этом вопросе читателей. В то же время в зарубежной технической литературе, например [5], приводится подробный пример, позволяющий получить алгоритм для реализации дискретного преобразования Фурье, сам алгоритм при этом отсутствует. В условиях тотального дефицита времени у студентов-выпускников колледжей это приводит к тому, что они либо отказываются участвовать в таком проекте, либо уходят в силу невозможности преодолеть его начальный этап, не реализуя свой потенциал в вопросах разработки программного обеспечения.

Для решения этой проблемы предлагается организовать совместную работу преподавателей кафедры высшей математики и выпускающей кафедры, на которой реализуется проект для подготовки методических пособий по разделам высшей математики. В этих пособиях должны содержаться материалы, включающие в себя:

- теоретические сведения из раздела высшей математики;
- примеры использования этих знаний в конкретной области науки и техники;
- примеры решения задач из конкретной области науки и техники с подробным описанием последовательности выполняемых действий;
- графы, алгоритмы и пр. способы описания вычислительного процесса, реализующего решение задачи из конкретной области науки и техники;
- примеры программной или аппаратной реализации типовых задач из конкретной области науки и техники.

В пособии должен приводиться список литературы по теме, включающий как известные труды в данной области знаний, так и последние достижения в этой области, в т.ч. публикации в периодических и непериодических изданиях в нашей стране и за рубежом.

При использовании такого подхода студент-выпускник колледжа будет знать, в чем заключается практическое применение знаний из разделов высшей математики, и как он может реализовать себя в рамках участия в проекте, который реализует его выпускающая кафедра, а также занимать призовые места на олимпиадах различного уровня. Полученные в результате работы над проектом знания могут быть использованы для подготовки материалов научных конференций. Это поможет им более глубоко и качественно освоить программы подготовки, в том числе высшую математику, и в дальнейшем стать грамотными специалистами.

В качестве примера элементов методики реализации практического применения дискретного преобразования Фурье приведен алгоритм получения входного значения  $X(n)$  в частотной области, используя формулу (2).

Величина периода  $T$  является величиной постоянной – это обеспечивается средствами синхронизации устройства, поэтому значение  $2 \cdot \pi / T$  можно вычислить заранее, например, после получения массива значений входных отсчетов. Используем обозначения индексов входных отсчетов и индексов входных значений, принятые в [5], и обозначим  $2 \cdot \pi / T = \tau$ . Массив значений входных отсчетов во временной области, формируемый из входного непрерывного сигнала при помощи АЦП, состоит из  $N$  элементов  $x[k]$ . Индекс  $k$  меняется от 0 до  $(N - 1)$ . Значения  $x[k]$  формируются через строго определенные промежутки времени  $T \cdot 1/N, T \cdot 2/N, \dots, T \cdot (N-1)/N, T$  от начала отсчета. Таким образом, получим следующее выражение для вычисления входного значения  $X(n)$  в частотной области

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x[k] \cdot (\cos(\tau \cdot k \cdot n) - i \cdot \sin(\tau \cdot k \cdot n)). \quad (3)$$

Всего при использовании обычного преобразования Фурье необходимо рассчитать  $N$  значений  $X(n)$ , индекс  $n$  меняется от 1 до  $N$ .

Входное значение  $X(n)$ , вычисляемое по формуле (3), представляет собой сумму из  $N$  комплексных чисел  $X(k)$ , каждое из которых представлено в виде

$$X(k) = \text{Re}[k] - i \cdot \text{Im}[k], \quad (4)$$

где  $k$  – индексы входных отсчетов.

Для представления  $X(n)$  в виде

$$X(n) = \text{Re}(n) - i \cdot \text{Im}(n), \quad (5)$$

где  $n$  – индексы входных значений, необходимо просуммировать  $\text{Re}[k]$  для получения  $\text{Re}(n)$  и просуммировать  $\text{Im}[k]$  для получения  $\text{Im}(n)$ . Полученное комплексное число  $X(n)$  можно использовать для анализа входного сигнала в реальном времени или для других целей, например, построения для АЧХ и ФЧХ.

Значения  $\text{Re}[k]$  и  $\text{Im}[k]$  рассчитываются по формулам

$$\text{Re}[k] = x[k] \cdot \cos(\tau \cdot k \cdot n), \quad (6)$$

$$\text{Im}[k] = x[k] \cdot \sin(\tau \cdot k \cdot n). \quad (7)$$

С учетом (6) и (7) выражение (3) можно записать в виде

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} \text{Re}[k] - i \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \text{Im}[k] = \text{Re}(n) - \text{Im}(n). \quad (8)$$

Мнимая единица не используется при расчетах, поэтому для хранения в памяти значения  $X(n)$  достаточно иметь пару значений  $\text{Re}(n)$  и  $\text{Im}(n)$  – выражение (8).

Изобразим обобщенную граф-схему алгоритма получения массива входных значений (рис.1, а). В ней присутствует один главный цикл расчета входных значений  $X(n)$ . Считаем, что элементы входного массива отсчетов уже введены. Граф-схема предельно проста и позволяет легко перейти от алгоритма к программе. Изобразим граф-схему алгоритма получения элемента массива входных значений  $X(n)$  (рис.1, б). В ней присутствует также один главный цикл

расчета входных значений  $Re[k]$  и  $Im[k]$  и  $Re(n)$  и  $Im(n)$ . Граф-схема также предельно проста и позволяет легко перейти от алгоритма к программе.

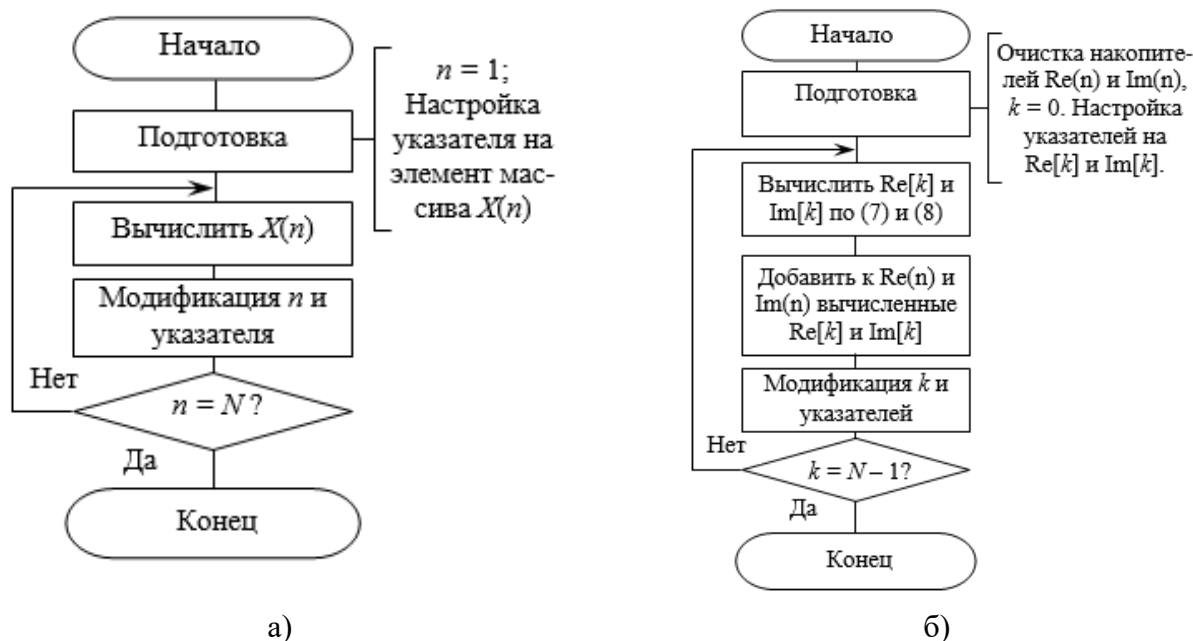


Рис. 1. Граф-схемы алгоритмов получения: а) массива входных значений; б) элемента массива входных значений

Данные алгоритмы использовались в СКБ кафедры вычислительных систем для практической реализации дискретного преобразования Фурье с использованием платформы *Arduino* [6].

### Библиографический список

1. Гусаров А. В., Тарасова А. А. Криптоанализ полиалфавитных шифров вероятностным методом Фридмана // Актуальная математика: материалы научно-практической конференции педагогических работников и учащихся (19–20 апреля 2019 г.) / Отв. ред. А. В. Васильева; РГАТУ имени П. А. Соловьева. Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2019. Ч. 2. С. 9 – 11.
2. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. 9-е изд. М.: Айрис-пресс. 2009. 608 с.: ил.
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2002. 608 с.: ил.
4. Дискретное преобразование Фурье [Электронный ресурс]. URL: <http://digteh.ru/dsp/DFT> (дата обращения 10.09.2019).
5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: Второе издание / Пер. с англ. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. 656 с.: ил.
6. *Arduino* – сайт на русском языке для начинающих мастеров. URL: <https://arduinomaster.ru> (дата обращения 11.09.2019).

Сведения об авторе:

Александр Вячеславович Гусаров

E-mail: alvgus@mail.ru. Spin-код: 6260-2229.

Научные интересы: автоматизация технологических процессов, прикладная математика, информационная безопасность.

УДК 51-74

**Н. И. Гусарова**

кандидат физико-математических наук

**Е. В. Олейникова**

кандидат технических наук

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева, Ярославская обл., г. Рыбинск, Россия

## **О НЕСКОЛЬКИХ ПОДХОДАХ К ПРЕПОДАВАНИЮ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ**

**Аннотация.** Данная статья посвящена обсуждению вопросов преподавания цикла математических дисциплин некоторым категориям иностранных студентов, обучающихся в техническом вузе. Проводится анализ основных различий в подаче материала, организации самостоятельной работы и контроля успеваемости. Предлагаются рекомендации по повышению качества обучения студентов в зависимости от их базовых знаний по математике и национальных особенностей. В работе отмечена важная роль вовлечения иностранных студентов не только в учебный процесс, но и в активную олимпиадную, научную и культурную жизнь вуза.

**Ключевые слова:** иностранные студенты; билингвальный подход; визуализация материала; математические дисциплины.

**DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-121-125**

Появление в российских вузах большого числа иностранных студентов стало неотъемлемой частью современного образовательного пространства. Рано или поздно каждый преподаватель сталкивается с необходимостью пересмотреть свой годами наработанный стиль преподавания в связи с необходимостью обучать студентов из других стран. Здесь приходится менять всё – и форму подачи материала, и систему контроля, и оценки знаний, и даже стиль общения с аудиторией.

При этом необходимо учитывать не только само наличие иностранцев, но и состав аудитории. В Рыбинском авиационном техническом университете