УДК 371

Че Джонг-Сул [1], Ким Мун-Су [1], Ким Сонг-Дже [1], Г. Я. Куклина [2]

[1] Корейская научная академия для научно одаренных учащихся, город Бусан, Южная Корея

[2] Специализированный учебно-научный центр Новосибирского государственного университета ул. Ляпунова, 3, Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: Galina.Kuklina@gmail.com

КРАТКИЙ ОПЫТ ЗНАКОМСТВА С НАУЧНОЙ АКАДЕМИЕЙ ДЛЯ ОДАРЕННЫХ СТАРШЕКЛАССНИКОВ ЮЖНОЙ КОРЕИ

Краткая информация о Корейской научной академии

Корейская научная академия (КНА – Korea Science Academy, KSA) была открыта 4 марта 1991 г. как одна из 17 Научных академий в Корее под названием «Пусанская научная академия». Эти Академии наук были призваны находить в стране научно одаренных учащихся и обучать их в соответствии с программой научно ориентированных специализированных старших классов общеобразовательных школ (10–12 классы или старшая ступень обучения).

В данной публикации вниманию читателей предлагается краткое описание процесса обучения в КНА, увиденного глазами российского преподавателя, с одной стороны, и описание системы математического образования в КНА на период написания данной статьи совместно с коллегами кафедры математики КНА, с другой стороны.

В Корее три ступени школьного образования: начальная школа – 6 лет, средняя школа – 3 года, и старшая школа – 3 года, всего – 12 лет обучения. Школы, как правило, для каждой ступени школьного образования существуют отдельно друг от друга.

Министерство науки и технологий Республики Южная Корея определило Пусанскую научную академию как школу для высокоодаренных студентов 31 октября 2001 г., после того как Пусанская научная академия выиграла конкурс среди всех специализированных школ республики.

После года подготовки школа приняла первых 144 студентов 5 марта 2003 г. как школа для научно или математически высокоодаренных студентов. Школа изменила название на Корейскую научную академию 12 июля 2005 г.

В КНА могут быть приняты учащиеся средней школы (7–9 классы), выпускники средней школы и другие студенты, все те, кто обладает выдающимися способностями в математике и других научных областях.

В школе каждый учебный год состоит из двух семестров, начинаются занятия в марте и заканчиваются в феврале следующего года. Каждый семестр состоит из 16 учебных недель и одной заключительной экзаменационной недели, кроме этого в каждом семестре есть еще одна свободная от обязательных занятий неделя – фестивальная.

В течение этих двух фестивальных недель в году студенты не учатся, а представляют итоги своего творчества как научного, на тот период фестиваля, когда он превращается в студенческую научную конференцию, так и художественно-музыкального – итоги деятельности всевозможных студенческих клубов и секций, когда вниманию гостей фестиваля предлагаются праздничные представления в виде самодеятельных концертов народной, классической и популярной музыки, спектаклей, филь-

© Че Джонг-Сул, Ким Мун-Су, Ким Сонг-Дже, Г. Я. Куклина, 2008

мов, проводятся спортивные мероприятия и выставки художественного творчества.

Рабочая неделя студента КНА очень напряженная. Занятия по учебному расписанию длятся 5 дней в неделю, каждый день начинается в 6 часов утра, заканчивается, как правило, после полуночи. Это расписание может меняться, поскольку решения принимаются коллективом преподавателей КНА в зависимости от обстоятельств. Общежития не предоставляют возможности для учебы, там можно только спать, поэтому учащиеся работают только в учебных корпусах или библиотеках, комнатах для занятий.

Уроки длятся по 50 мин., перемены – по 10 мин., по расписанию уроков может быть семь: четыре до обеда (с 9 до 13 часов) и три – после обеда (с 15 до 18 часов). По договоренности преподавателя с учениками возможны дополнительные занятия вне этого расписания. Свободное время между уроками студенты могут проводить за самостоятельными занятиями в библиотеке, комнатах для занятий, в свободных аудиториях учебных корпусов, в тренажерных залах и на футбольном поле, на занятиях в различных кружках и секциях.

Суббота посвящается работе над научными проектами под руководством научного руководителя. Иногда это работа в КНА, но нередко – в других научно-исследовательских институтах города или страны. Воскресенье занято не только выполнением домашних заданий, это также день для занятий в клубах по интересам и волонтерской деятельности, которая в определенном объеме является обязательной для каждого студента. Работа в больницах, домах для людей с ограниченными возможностями, забота о бездомных, и многое другое – предлагаются студентам для воспитания чувства сострадания и ответственности наряду с получением школьных знаний и умений. Физическому воспитанию также придается немаловажное значение: помимо всевозможных обязательных занятий и спортивных секций студенты первого курса проводят около пяти дней в походе со своими преподавателями и наставниками.

Для корейских студентов предусмотрена возможность обязательного посещения родного дома и семьи один раз в месяц. Поэтому ежемесячно на одни выходные школа пустеет с вечера пятницы до утра понедельника.

В КНА воспитательская работа разнообразна. Необычной, с точки зрения российского воспитателя, является система кураторства. Со студентами каждого курса, а это около ста пятидесяти человек, работает один куратор, который организует деятельность как самих студентов, так и преподавателей – наставников более малочисленных групп учащихся. Понятие классного руководителя отсутствует. Каждый преподаватель школы имеет среди студентов подшефных, их может быть от двух до пяти человек. Все основные проблемы студент решает со своим шефом – наставником, будь то учеба, быт, поведение, праздники, волонтерская деятельность. Кроме этого, учащиеся имеют своего научного руководителя, когда определяются с темой курсовой и дипломной работ.

Понятие класса для студентов второго и третьего годов обучения размывается, поскольку учащимся приходится выбирать учебные курсы по своему усмотрению, при этом прежний класс может больше не иметь общих уроков, как это было на первом курсе при изучении базовых курсов математики и других дисциплин.

В перерывах между семестрами имеются каникулы. Зимой – 2 месяца (январь и февраль), летом – 1,5 месяца (с середины июля и август). Каникулы не являются каникулами в привычном для российских школ смысле этого слова. В это время отсутствуют обязательные школьные занятия по расписанию, но

это не значит, что студенты вольны распоряжаться своим временем. В основном все их каникулы, как правило, расписаны по дням на различную активную деятельность – как научную, так и другого рода, участие в которой является для студентов КНА столь же обязательным, как и посещение занятий. Например, они продолжают заниматься волонтерской деятельностью в госпиталях, больницах, других социальных учреждениях с целью ухода за социально слабозащищенной частью населения. Также им предстоят работы над научными проектами со своими руководителями в научных центрах, зарубежные поездки для участия в образовательных программах по научному обмену студентов и участие в конференциях.

Процедура отбора в КНА

Кто может быть принят в КНА? Здесь нет возрастных ограничений. Но они должны быть учениками средней школы, выпускниками средней школы или квалифицироваться на этом же уровне. Они также должны показать выдающиеся способности в математике или других научных областях и быть рекомендованы образовательными центрами для одаренных учащихся, директорами, учителями или руководителями Отдела образования. На каждого ребенка в школе заводится личное дело, и там отражаются все успехи на протяжении всего времени обучения учащегося, отметки за каждый год, и главное – отзывы учителей и успехи в различных конкурсах, отзывы о представленных презентациях, докладах, проектах и других видах деятельности в избранной области.

Школа имеет три фазы процедуры отбора. Первая фаза – оценивание личного дела студента. Здесь оценивается, являются ли ученики одаренными, согласно представленным записям. Изучаемый на этой стадии материал включает записи школьных преподавателей и результаты всех типов научных и математических соревнований, включая олимпиады различного уровня, а также любую научную деятельность по избранному направлению. После первого этапа школа отбирает не более чем 1 500 студентов.

Вторым этапом является творческий тест решения математических задач. Он содержит двухчасовой математический тест, двухчасовой физический или биологический тест и двухчасовой химический или геологический тест (наука о Земле).

В этих письменных тестах школа старается проверить способности претендентов в решении задач, нестандартность и высокий уровень мышления в математике и других научных областях. После второго этапа школа отбирает не более 216 претендентов.

Третьим этапом является научный лагерь. В течение 5 дней КНА старается провести всесторонне изучение способностей через деятельность. Студентам надо приготовить доклад и устроить презентацию. Они также проходят углубленное собеседование. Школа старается проверить способности студентов формулировать или ставить проблемы, предлагая им лекции, а затем спрашивая у них возможные постановки задач, касающихся данных лекций. После этого третьего этапа школа проводит окончательный отбор не более 144 студентов. Это составляет 8 классов по 18 человек в каждом классе. Основной контингент состоит из мальчиков в возрасте пятнадцати лет, девочки составляют в среднем не более 10 % от общего числа студентов.

Иногда в школе появляются студенты более младшего возраста, достойно прошедшие процедуру отбора и способные продолжать обучение с опережением сверстников. Опережение сверстников в изучении отдельных курсов и разделов математики удел не только более младших учеников. Как правило, в одном и том же классе учащиеся могут отличаться по уровню знаний отдельных разделов математики, особенно базовых уровней, довольно сильно. Это

вызвано, видимо, желанием студентов освободить время и силы для изучения следующих по уровню курсов и для выполнения научных проектов. Такое опережение дается, как правило, совместными усилиями способных и старательных учеников и преподавателей индивидуального обучения, которые объединены в институты, предоставляющие такой вид образовательных услуг и являющиеся частью системы дополнительного образования.

Новый состав учеников, готовых приступить к занятиям в новом учебном году с марта, сформирован обычно в августе предыдущего года. Поэтому есть время выяснить уровень учащихся с целью распределения учеников по классам и возможного выравнивания.

Надо заметить, что в школе постоянно проходят апробацию новые идеи в преподавании, организации учебного процесса или адаптации абитуриентов к процессу обучения в КНА. Например, осенью происходит обучение будущих учащихся по Интернету по всем основным дисциплинам – математике, физике, химии, биологии, английскому языку, каждой дисциплине уделяется неделя. В течение отведенного времени, а именно – рабочей недели, учащиеся пока еще обычных школ получают материалы занятий и задания, которые они должны выполнить за короткое время, несмотря на занятость в общеобразовательной школе, и отправить решения в этот же день преподавателю.

К началу нового учебного года накапливается обширная информация о будущих учащихся школы благодаря совместной работе преподавателей, администрации КНА, будущих студентов и их родителей. Во время зимних каникул продолжается знакомство с будущей школьной жизнью и сотрудничество на разных уровнях, включая выбор страны и специализированной школы для зарубежных поездок с целью обучения в летних школах.

Краткое описание системы математического образования в КНА

Каждый студент после зачисления в КНА может пройти тест на определение своего уровня знаний по различным дисциплинам. Если он или она получают, например, по математике высший балл А на этом тестировании, то они могут пропустить математические курсы 1-го года обучения – Математику I и Математику II (см. таблицу ниже). Любой другой студент обязан пройти математические курсы 1-го года обучения. Эти курсы являются курсами начал анализа. Каждый курс дается 5 классных часов в неделю, каждый классный час длится 50 мин. Студенты 2-го года обучения и успешно прошедшие определяющий тест обязаны изучать Анализ I, который дается также 5 классных часов в неделю. Интересным является то, что каждый из преподавателей математики дает свои уроки, если они являются обязательными, в каждом из классов курса, а их всего восемь. И каждый ученик получает опыт работы с каждым из преподавателей обязательных курсов.

Содержание математических курсов в КНА

Предмет	Содержание	Часы
Математика I	Графики уравнений. Линейные уравнения двух переменных. Функции. Исследование графиков функций. Библиотека функций. Движение, отражение и растяжение графиков. Комбинации функций. Обратные функции. Математическое моделирование.	10

Продолжение табл.

Предмет	Содержание	Часы
	Квадратичные функции. Полиномиальные функции высоких порядков. Полиномиальное и искусственное деление. Комплексные числа. Нули многочленов. Рациональные функции. Составляющие дроби.	15
	Экспоненциальные функции и их графики. Свойства логарифмов. Экспоненциальные и логарифмические уравнения. Экспоненциальные и логарифмические модели.	10
	Радианная и градусная меры. Тригонометрические функции: единичный круг. Тригонометрия прямоугольного треугольника. Тригонометрические функции произвольного угла. Графики функций синуса и косинуса. Графики других тригонометрических функций. Обратные тригонометрические функции. Применение и модели.	10
	Использование основных тождеств. Проверка тригонометрических тождеств. Решение тригонометрических уравнений. Формулы суммы и разности. Формулы для кратных углов и произведения в сумму.	15
	Теорема синусов. Теорема косинусов. Векторы на плоскости. Векторы и скалярное произведение. Тригонометрическая форма комплексных чисел.	15
Математика II	Решение систем уравнений. Системы линейных уравнений с двумя переменными. Системы линейных уравнений с произвольным числом переменных. Системы неравенств. Линейное программирование.	15
	Матрицы и системы уравнений. Действия с матрицами. Обращение квадратной матрицы. Определитель квадратной матрицы. Применение матриц и определителей.	20
	Последовательности и ряды. Арифметические последовательности и частичные суммы. Геометрическая последовательность и ряды. Математическая индукция. Биномиальная формула. Принципы вычислимости. Вероятность.	20
	Прямые. Введение в конические сечения. Параболы. Эллипсы. Гиперболы. Вращение конуса. Параметрические уравнения. Полярные координаты. Графики уравнений в полярных координатах. Полярные уравнения конусов.	20
Математика III	Числа, множества и функции	3
	Язык и доказательства	3
	Индукция	3
	Биекция и мощность	3
	Комбинаторные доказательства	3
	Делимость	3
	Арифметика сравнений	3

Продолжение табл.

Предмет	Содержание	Часы
	Рациональные числа	3
	Вероятность	3
	Вычислимость	3
	Теория графов	3
	Рекуррентные соотношения	3
	Действительные числа	4
	От N к R	5
Анализ I	Задачи о касательной и скорости. Предел функции. Вычисление пределов с использованием предельного закона. Точное определение предела. Непрерывность. Скорость изменения.	6
	Производные. Производная как функция. Формулы дифференцирования. Скорости изменения в естественных и общественных науках. Производные тригонометрических функций. Правило цепочки. Неявное дифференцирование. Производные высоких порядков. Относительные скорости. Линейные аппроксимации и дифференциалы.	11
	Наибольшие и наименьшие значения. Теорема о среднем. Как влияют производные на форму графика. Пределы на бесконечности, горизонтальные асимптоты. Итог растяжения кривых. Анализ графиков и вычисления. Проблемы оптимизации. Применение в бизнесе и экономике. Метод Ньютона. Первообразные.	13
	Площадь и расстояние. Определенный интеграл. Основная теорема анализа. Неопределенные интегралы и теоремы о заменах. Правило подстановки.	5
	Площадь между кривыми. Объемы. Объемы тел вращения. Работа. Средние значения функций.	5
	Обратные функции. Логарифмическая функция с натуральным основанием. Экспоненциальная функция с натуральным основанием. Логарифмические и экспоненциальные функции с произвольным основанием. Обратные тригонометрические функции. Гиперболические функции. Неопределенные формы и правило Лопиталя.	8
	Интегрирование по частям. Тригонометрические интегралы. Тригонометрические подстановки. Интегрирование рациональных функций разложением на сумму дробей. Стратегия интегрирования. Интегрирование с использованием таблиц и систем компьютерной алгебры. Приближение интегрирования. Несобственные интегралы.	10
	Длина дуги. Площадь поверхности тел вращения. Применение в физике и технике. Применение в экономике и биологии. Вероятность.	7

Продолжение табл.

Предмет	Содержание	Часы
	Кривые, задаваемые параметрическим образом. Анализ параметрических кривых. Полярные координаты. Площади и длины в полярных координатах. Конические сечения. Конические сечения в полярных координатах.	10
Основы теории чисел	Некоторые начальные сведения; законы арифметики, доказательство по индукции принципа упорядочивания. Простые числа. Основная теорема арифметики. Следствия основной теоремы арифметики. Алгоритм Евклида. Другие доказательства основной теоремы арифметики. Свойство наибольшего общего делителя. Разложение на множители. Ряды простых чисел.	15
	Символика сравнений и ее основные свойства. Линейные сравнения. Теорема Ферма и обобщение Эйлера. Функция Эйлера. Теорема Вильсона. Алгебраические сравнения. Сравнения по модулю простых чисел. Сравнения с несколькими переменными.	15
	Первообразные корни. Индексы. Квадратичные вычеты. Критерий Эйлера и символ Лежандра. Лемма Гаусса. Закон квадратичной взаимности. Распределение квадратичных вычетов.	9
	Сумма квадратов. Числа, представляемые двумя квадратами, простые числа вида $4k+1$, представление четырьмя квадратами. Цепные дроби. Некоторые Диофантовы уравнения. Компьютеры и теория чисел.	6
Анализ II	Кривые, задаваемые параметрическим образом. Анализ параметрических кривых. Полярные координаты. Площади и длины в полярных координатах. Конические сечения. Конические сечения в полярных координатах.	5
	Последовательности. Ряды. Интегральный признак и оценки сумм. Признаки сравнений. Знакопеременные ряды. Абсолютная сходимость и коэффициент, и признак сходимости Коши. Стратегия для проверки рядов. Степенные ряды. Представление функций степенными рядами. Ряды Тейлора и Маклорена.	10
	Трехмерные системы координат. Векторы. Скалярное произведение. Векторное произведение. Уравнения прямых и плоскостей. Цилиндрические и квадратичные поверхности. Цилиндрические и сферические координаты.	8
	Вектор-функции и пространственные кривые. Производные и интегралы вектор-функций.	3

Продолжение табл.

Предмет	Содержание	Часы
	Функции нескольких переменных. Пределы и непрерывность. Частные производные. Касательные плоскости и линейные аппроксимации. Правило цепочки. Производные по направлению и вектор градиента. Наибольшие и наименьшие значения. Множители Лагранжа.	10
	Двойные интегралы по прямоугольнику. Повторные интегралы. Двойные интегралы по областям общего вида. Двойные интегралы в полярных координатах. Применение двойных интегралов. Площади поверхностей. Тройные интегралы. Тройные интегралы в цилиндрических координатах. Замена переменных в кратных интегралах.	9
Линейная алгебра	Введение в системы линейных уравнений. Метод исключения Гаусса. Матрицы и действия с матрицами. Обратимости. Правила матричной арифметики. Элементарная матрица и метод нахождения обратной матрицы. Дальнейшие результаты обратимости систем линейных уравнений. Диагональная, трехдиагональная и симметричная матрицы.	8
	Функциональный определитель – якобиан. Вычисление определителей разложением по строке. Свойства функциональных определителей. Разложение матрицы с помощью алгебраических дополнений. Определитель Грамма.	6
	Евклидово эн-мерное пространство. Линейные преобразования из R^n в $R^{\uparrow n}$. Свойства линейных преобразований из R^n в $R^{\uparrow n}$.	6
	Действительные векторные пространства. Подпространства. Линейная независимость. Базис и размерность. Пространство строк, пространство столбцов и нуль-пространство. Ранг и дефект нуля.	7
	Скалярное произведение. Угол и ортогональность. Ортогональный базис. Алгоритм Грамма – Шмидта. QR-разложение. Наилучшие аппроксимации, метод наименьших квадратов. Ортогональные матрицы. Изменение базиса.	6
	Собственные значения и собственные вектора. Приведение к диагональному виду. Ортогональная диагонализация.	6
	Общие линейные преобразования. Ядро и ранг. Обратные линейные преобразования. Подобие.	6
Дифференциальные уравнения	Что такое дифференциальные уравнения? Дифференциальные уравнения и математические модели. Поля направлений и кривые решений.	3

Окончание табл.

Предмет	Содержание	Часы
	Разделяющиеся уравнения и применения. Линейные уравнения первого порядка, уравнения Бернулли, уравнение Рикатти. Смешанные задачи. Подстановки и точные решения.	3
	Проблемы населения, модель скорости роста. Линейные уравнения второго порядка. Вронскиан решений. Общие решения линейных уравнений.	3
	Однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Неопределенные коэффициенты и вариации параметров, снижение порядка.	3
	Механические колебания, силовые колебания и резонанс, электрические цепи.	3
	Метод преобразования Лапласа и его применение.	6
	Введение и обзор степенных рядов. Ряды решений вблизи обычных точек, особые точки, уравнение Эйлера.	3
	Уравнения Лежандра. Метод Фробениуса. Уравнения Бесселя. Применение функций Бесселя.	3
	Рассуждение о применении метода преобразования Лапласа и метода степенных рядов.	3
	Линейные системы дифференциальных уравнений. Системы первого порядка и их применение.	3
	Метод исключения. Матрицы и линейные системы.	3
	Метод собственных значений для однородных систем. Системы второго порядка и системы механики. Решения с кратными собственными значениями.	3
	Нелинейные системы и явления. Равновесные решения и устойчивость. Фазовые пространства.	3
	Линейные и почти линейные системы. Нелинейные системы механики.	3
Анализ III	Повторные частные производные. Ряд Тейлора. Экстремумы действительных функций. Условные экстремумы и множители Лагранжа. Теорема о неявной функции.	12
	Ускорение и второй закон Ньютона. Длина дуги. Векторное поле. Дивергенция и вихрь.	9
	Интеграл по направлению. Параметрические поверхности. Площадь поверхностей. Интеграл от скалярной функции по поверхности. Интеграл по поверхности от векторных функций. Применение к дифференциальной геометрии, физике и формам жизни.	12
	Теорема Грина. Теорема Стокса. Потенциальные поля. Теорема Гаусса. Некоторые дифференциальные уравнения механики и технологии. Дифференциальные формы.	12

Три упомянутых выше курса являются единственно необходимыми математическими курсами для всех студентов КНА. Любой другой математический курс дается 3 часа в неделю, исключая математический семинар, на который отводится 1 час в неделю. Эти трехчасовые и одночасовой курсы являются альтернативными для студентов, специализирующихся в математике, и факультативными для учащихся других профилей. В 2003–2005 гг. студенты набрали в среднем 6,56 часа в неделю на каждого альтернативных или факультативных курсов.

Среди альтернативных и факультативных курсов имеется три типа курсов.

Математика III и курс «Основная теория чисел» являются типом 1; Анализ II, Анализ III, «Линейная алгебра» и «Дифференциальные уравнения» – типом 2. Всякий другой курс является типом 3. Тип 1 предназначен для более глубокого изучения математики уровня старших классов средней школы. Тип 2 эквивалентен элементарным курсам уровня колледжа. Они называются AP курсами. Некоторые университеты Южной Кореи, включая Корейский передовой институт науки и технологии (Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST), согласны принимать во внимание кредиты AP курсов у студентов КНА, когда они становятся студентами этого университета. Тип 3 эквивалентен начальным университетским курсам. Он может включать в себя такие разделы, как аналитическая геометрия, комбинаторика, математическая логика и теория множеств, теория вероятности и математическая статистика, другие особые темы математики и различные математические семинары.

Обзор математических курсов в КНА

Отделение математики настраивает учебный план на каждый новый учебный год. Следующая информация основана на учебных планах математических курсов осеннего семестра 2005 г. и весеннего семестра 2006 г. Единственный предмет, который был добавлен в этот период из типа 3 был математический семинар. Но этот курс не имеет, как правило, никакого специального плана, поэтому мы опускаем его описание.

Система оценивания в КНА

Система оценивания состоит из двух типов. Первый тип – письменный тест. Преподавателями математики проводятся квизы на один час или короче. Каждый учитель решает сам, сколько квизов ему следует провести. Проводятся также промежуточные и финальные письменные экзамены на три часа каждый.

Другой тип системы оценивания есть оценивание представлений. Это включает персональные или групповые презентации, отношение и вклад работы на уроке, проекты и посещаемость. Вклад второй оценки в финальную оценку определяется учителем.

Когда какой-то предмет ведется несколькими учителями, то группа учителей решает, какую оценку выставлять. На основании результатов вступительных экзаменов и первого времени обучения принимается решение, в какой научной области следует специализироваться каждому студенту.

Как правило, выпускники КНА в достаточной мере владеют базовыми знаниями в основных разделах математики независимо от их будущей специализации. Часть студентов, выбравших математику своей основной учебной дисциплиной в КНА, их бывает около 10 % от общего числа учащихся, проводят немало времени в научных исследованиях при работе над индивидуальным проектом при подготовке к научной конференции, выполняют ежегодные курсовые работы.

Материал поступил в редколлегию 20.03.2008