МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Труды IV научно-практической конференции

Элиста, Калмыцкий государственный университет

27-29 ноября 2012 г.

Элиста 2013

ББК В3(2Рос.Калм)я431+В3я431+В1(2Рос.Калм)я431+В1я431
А 437

«Актуальные проблемы современной физики и математики», IV региональная науч.-практ. конф. (2012, Элиста). IV региональная науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы современной физики и математики», 27-29 ноября 2012 г. [Текст]: труды / отв. ред. Б. Б. Михаляев. – Элиста: Изд-во КалмГУ, 2013. 84 с.

Ответственный редактор Б. Б. Михаляев

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 4

I. ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

Амбыкова Ю. А., Гольдварг Т. Б., Агапова О. Е. О максимуме 24-го солнечного цикла 6

Бембитов Д. Б., Михаляев Б. Б., Будиев Э. Г. Роль излучения в затухании медленных магнитозвуковых волн в солнечных корональных петлях 10

Бембитов Д. Б., Михаляев Б. Б., Дертеев С. Б. Формирование токового слоя в солнечных корональных петлях их радиальными колебаниями 14

Соловьев А. А., Басангова В. Н. МГД-моделирование спокойных солнечных протуберанцев 20

Бисенгалиев Р. А., Болдырева А. И., Мусцевой В. В. Неустойчивость переходного слоя от фотосферы к нижней хромосфере Солнца 26

Джимбеева Л. Н., Гольдварг Т. Б. Изменение пространственных характеристик радиоисточников над пятнами 29

Копейко В. И., Шакирова Н. В., Старунова А. В. Стягиваемые комплексы и обратимые матрицы 33

Кочетков В. К., Задорожная О. В., Задорожный В. С. Об одной нетипичной задаче по дифференциальным уравнениям 39

II. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Коннов Ю. В., Кузьмичева А. Е. Дидактические принципы научности и последовательности в обучении физике 42

Коншаева Г. Б. Формирование универсальных учебных действий в школе 45

Кукаева Л. И. Применение современных технологий при обучении физике 50

Лахаев Б. И. Проектная деятельность учащихся по физике 53

Лукьянов С. А., Кульжумиева А. А. Об интеграции в обучении дифференциальным уравнениям будущих учителей математики 56

Насунова Г. Г., Кюнкрикова Т. Я. Заключительный этап учебных задач по математике 62

Ностаев В. Н. Применение технологии УДЕ при решении физических задач 67

Мунчинова Л. Д., Муева И. А. Реализация системно-деятельностного подхода в обучении физике 69

Отчиева Б. Ю. Организация исследовательской деятельности учащихся по физике во внеурочное время 72

Сафронова Э. Г. Система методической работы учителей физики Городовиковского района 75

Яванова С. С. Формы и методы работы в профильных классах 78

ПРИЛОЖЕНИЕ

Правила подготовки статей для сборника трудов конференции 82

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ежегодная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы современной физики и математики» проводится в Калмыцком государственном университете с 2009 года. В ее работе принимают участие сотрудники, аспиранты и студенты Калмыцкого государственного университета, а также других высших учебных заведений из соседних регионов России и соседних государств. В последние два года в конференции активно участвуют преподаватели и учащиеся общеобразовательных школ, причем не только из Республики Калмыкия.

Изначально основными задачами проведения данного научного мероприятия ставились активизация научно-исследовательской работы сотрудников нынешнего факультета математики, физики и информационных технологий, а также привлечение к исследовательской работе студентов факультета. Со временем перечень задач расширился. В связи с тем, что реформа образования диктует необходимость поиска и разработки новых современных методов обучения, возникла необходимость расширения раздела, включающего работы по методике преподавания физики и математики. Это позволяет принимать участие в конференции не только сотрудникам университета, но и преподавателям общеобразовательных школ. Данная тенденция ведет, по сути дела, к формированию издания для всего сообщества преподавателей соответствующих дисциплин. Хотелось бы надеяться, что такое издание состоится, и коллеги из образовательных учреждений всех уровней получат возможность регулярной публикации своих идей и разработок, обмена мнениями по актуальным вопросам обучения. Следует отметить, что эта работа ведется в тесном взаимодействии с Республиканским институтом повышения квалификации работников образования.

С момента проведения первой конференции произошли существенные изменения в структуре образования в Калмыцком государственном университете, обусловленные не только введением новых образовательных стандартов, но и появлением новых направлений подготовки специалистов. Необходимость их обеспечения соответствующими методическими и научными материалами может в определенной степени удовлетворить данное издание. Результат зависит от степени инициативности преподавателей и сотрудников соответствующих кафедр.

Следует также отметить, что по решению Редакционно-издательского совета Калмыцкого государственного университета сборники трудов конференций впредь будут публиковаться в электронном виде на сайте университета. На мой взгляд, такой шаг расширит возможности по более широкому освещению научных и методических результатов, поскольку позволит делать это более оперативно и снимет существующие ограничения по объему и формату статей. Для удобства участников конференции следующих лет в Приложении к данному сборнику приведены правила подготовки статей.

Заведующий кафедрой теоретической физики,
доктор физико-математических наук,
профессор Михаляев Б. Б.

I. ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

О МАКСИМУМЕ 24 СОЛНЕЧНОГО ЦИКЛА

Амбыкова Ю. А., Гольдварг Т. Б., Агапова О. Е.
Калмыцкий государственный университет, Элиста

Введение. Влияние солнечной активности на земные процессы в настоящее время является доказанным фактом. Последние несколько лет происходят заметные изменения климата Земли, и возникает подозрение, что именно Солнце может быть этому причиной. Приближается максимум 24 солнечного цикла и именно сейчас особенно интересно сравнить различные данные по солнечной активности. И, хотя эти процессы наблюдаются уже более трехсот лет, все равно остается много нерешенных вопросов. Так, теория одиннадцатилетней солнечной цикличности до сих пор уточняется. Сам факт того, что период наступления максимумов (минимумов) не является постоянным, а варьируется от 9 до 13 лет, говорит о сложных физических явлениях, происходящих под фотосферой Солнца. В настоящее время существуют теоретические модели, результаты расчетов которых дают очень хорошее приближение наблюдающихся закономерностей (см., например, Соловьев, Киричек, 2004), но общепринятой модели пока нет. Развитию гелиофизики способствует появление современных телескопов, которые дают возможность наблюдать не только с поверхности Земли, но и из космического пространства (SDO, TRACE, SOHO и др.).

Современный солнечный цикл. Двадцать четвертый солнечный цикл начался с минимума в 2008 году и должен был достичь максимума в 2012-2013 гг. Самый известный индекс солнечной цикличности – числа Вольфа является интегративным индексом, включающим как отдельные солнечные пятна, так и их группы, которые можно зафиксировать в видимом диапазоне. Благодаря тому, что такие наблюдения ведутся уже на протяжении двух столетий, временной ряд по этому индексу является наиболее длинным, а, следовательно, и самым информативным из существующих индексов. Поэтому в данной работе был использован этот индекс для общего представления о солнечной цикличности (рис. 1), при этом, данные за последние два года пришлось формировать из наблюдений солнечного диска, выложенные на сайте проекта ТЕСИС (http://www.tesis.lebedev.ru).

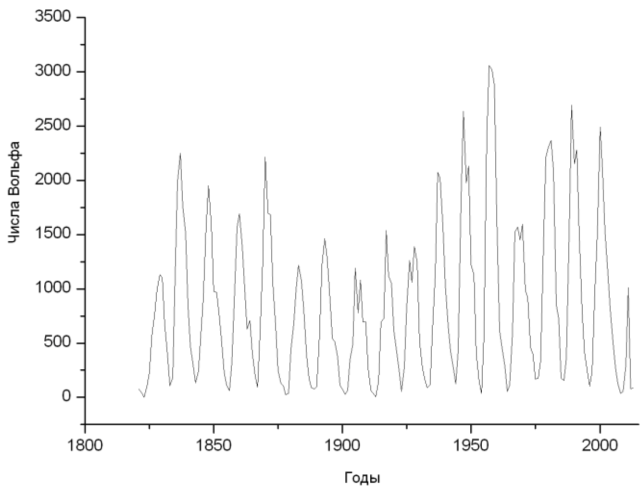


Рис. 1. Числа Вольфа с 1820 по 2013 гг.

Как видно на этом рисунке «11»-летняя составляющая цикла имеет нестационарный характер, при этом изменяется не только длительность, но амплитуда каждого отдельного цикла.

На рисунке 2 показано изменение чисел Вольфа в текущем и предыдущем солнечных циклах. Пунктирные кривые на рисунке показывают прогноз будущей цикличности, который пока не оправдан, на рисунке идет повышение активности с начала этого года, но в июле 2013 года активность наоборот спадает.

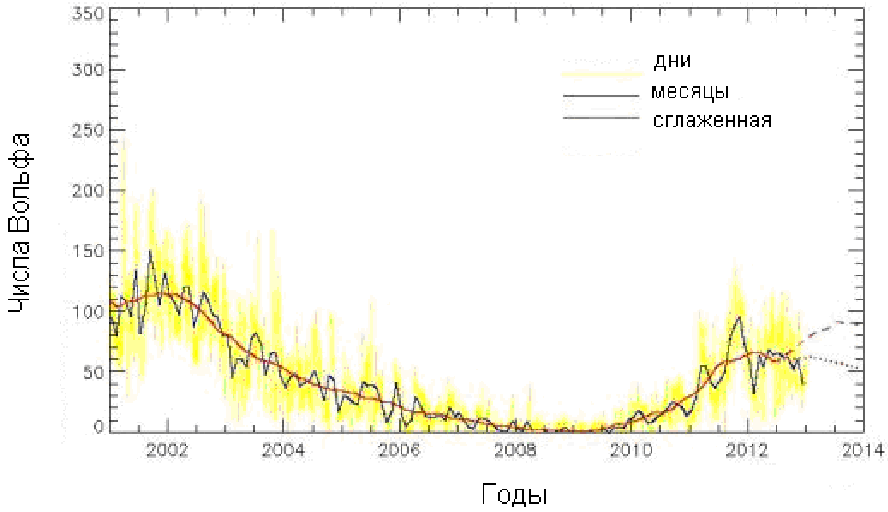


Рис. 2. Числа Вольфа в 23 и 24 солнечных циклах.

Возможно этот эффект характерен только для видимого диапазона наблюдений, а в других диапазонах электромагнитных волн ситуация другая?

Полный солнечный цикл теперь можно проследить с помощью космической солнечной обсерватории SOHO (Solar & Heliospheric Observatory). На рисунке 3 показаны полученные SOHO изображения Солнца в дальнем ультрафиолетовом диапазоне с 2008 по 2013 гг. Изображения выбраны так, чтобы представить каждый год последнего солнечного цикла и продемонстрировать относительную активность Солнца.

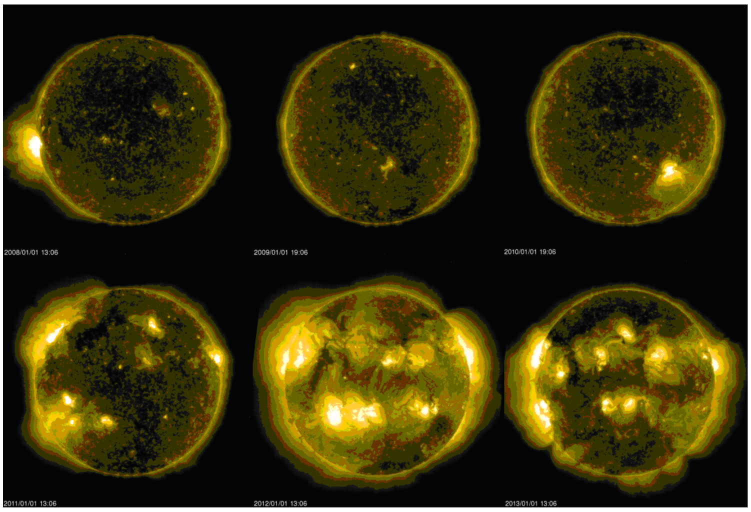


Рис. 3. Двадцать четвертый солнечный цикл по данным SOHO.

Выбранные изображения Солнца являются характерными для данного года. Как видно, именно 2012 год был годом максимума активности, т.е. возможно, что мы уже находимся на ветви спада, а не роста.

Другим индексом солнечной активности является число солнечных вспышек. Этот процесс охватывает верхние слои Солнца и является самым ярким проявлением активности во всех волновых диапазонах. Для решения нашей задачи были взяты данные с радиогелиографа Нобеяма. На его сайте (http://solar.nro.nao.ac.jp) были взяты данные, по которым построен график (рис. 4) изменения среднегодовых солнечных и лимбовых вспышек в течение

23 и 24 циклов. На графике видно, что максимум 23 цикла был в 2001 году, максимум 24 цикла в конце 2012 г. – начале 2013 г.

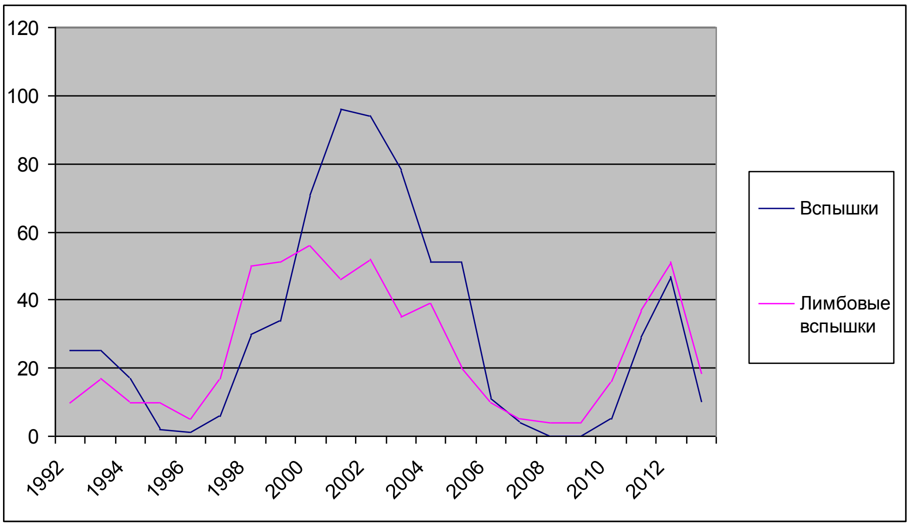


Рис. 4. Изменение количества солнечных и лимбовых вспышек в течение 23 и 24 солнечных циклов.

Явления солнечной активности имеют нестационарную природу, поэтому сейчас используются соответствующие методы, например, вейвлет-анализ. С помощью этого метода можно не только выявить частотное наполнение временного ряда, но и проследить за динамикой изменения каждой периодической составляющей (Гольдварг, 2005).

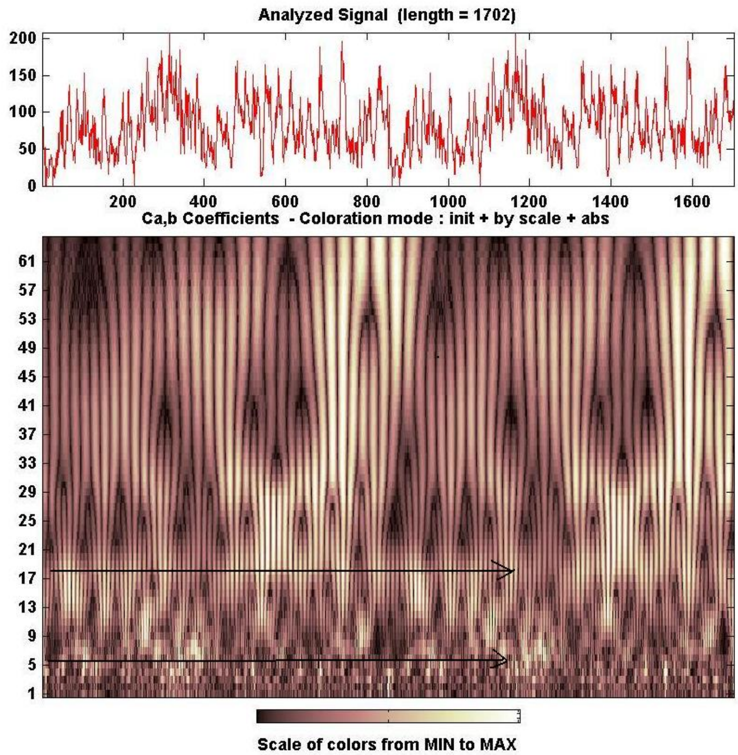


Рис. 5. Распределение вейвлет-коэффициентов для среднегодовых значений.

В программе MATLAB был построен вейвлет-спектр данных чисел Вольфа за последние 2,5 года (рис. 5). Этот период был выбран для анализа, так как данный временно промежуто, по нашему мнению, содержит максимум текущего цикла.

В верхней части рисунка 5 приведен график ежедневных чисел Вольфа с 1.01.2011 по 31.05.2013, а внизу – его вейвлет-спектр в проекции на плоскость период – время (по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной – период). Мы видим, как меняется период: чередование темного и светлого (минимумов и максимумов вейвлет-коэффициентов). На этом графике стрелками указаны 5 и 20-дневные периоды в числах Вольфа. Но более наглядным является динамический вейвлет-спектр (рис. 6), который строится с помощью уже полученных вейвлет-коэффициентов.

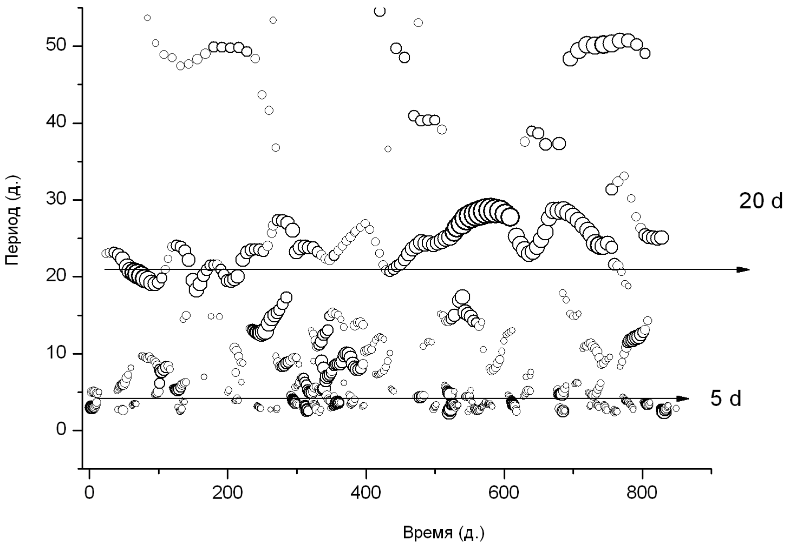


Рис. 6. Динамический вейвлет-спектр для дневных значений.

На этом графике видно изменение периодических составляющих во времени, при этом исключены промежуточные значения, что значительно облегчает восприятие. Здесь каждая точка характеризует положение максимума на вейвлет-спектре, при этом диаметр точки тем больше, чем выше амплитуда (достоверность) данного периода. Затем все точки строятся в той же плоскости (период – время).

Выводы. 1) Сейчас мы находимся в максимуме 24-го солнечного цикла. Активность в нынешнем солнечном цикле очень слаба, по сравнению с предыдущим 23 циклом. И как показывают графики, изменения индексов солнечной цикличности (числа Вольфа, число вспышек) либо максимум 24 цикла уже миновал в 2012 году и тогда этот цикл самый слабый из всех предыдущих, либо он еще не наступил, но тогда максимум будет длиться несколько лет. 2) Проведенный сравнительный анализ ежедневных чисел Вольфа показал наличие квазипериодических компонент на уровне около 5 и 20 дней.

Литература

Гольдварг Т.Б. // 2005, Научная мысль Кавказа, Специальный выпуск, 116.
Соловьев А.А., Киричек Е.А. *Диффузионная теория солнечного магнитного цикла*. – Элиста: АПП «Джангар», 2004.
http://www.tesis.lebedev.ru
http://solar.nro.nao.ac.jp

РОЛЬ ИЗЛУЧЕНИЯ В ЗАТУХАНИИ МЕДЛЕННЫХ МАГНИТОЗВУКОВЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ПЕТЛЯХ

Бембитов Д. Б., Михаляев Б. Б., Будиев Э. Г.
Калмыцкий государственный университет, Элиста

THE PART OF THE RADIATION IN THE DAMPING OF SLOW MAGNETOSONIC WAVES IN THE SOLAR CORONAL LOOPS, *by Bembitov D.B., Mikhalyaev B.B., and Budiev E.G.* The problem of the observed fast damping of transverse waves in solar coronal magnetic loops is studied. According to some data, the radiation effect, which plays a key role in the cooling of coronal loops that are observed in the extreme UV wavelength range, is used to explain this phenomenon. The dispersion relation for slow magnetosonic modes of a cylindrical magnetic tube has been obtained with regard to the radiation effect. It has been indicated that the radiation actually results in the fast damping of the slow magnetosonic modes of coronal magnetic loops.

Введение. Одним из замечательных открытий последнего времени в физике солнечной короны является быстрое затухание продольных колебаний солнечных корональных петель, наблюдаемое в крайнем ультрафиолетовом диапазоне. Эти колебания с периодами около 3 и 5 мин интерпретируются как акустические волны, проникающие в корону через основания корональных петель. Явление имеет значение из-за того, что проникновение в корону колебаний, генерируемых в плотных слоях, может давать определенный вклад в волновую энергию, переносимую в корону. В связи с этим важно определить роль того или иного механизма диссипации волновой энергии в короне.

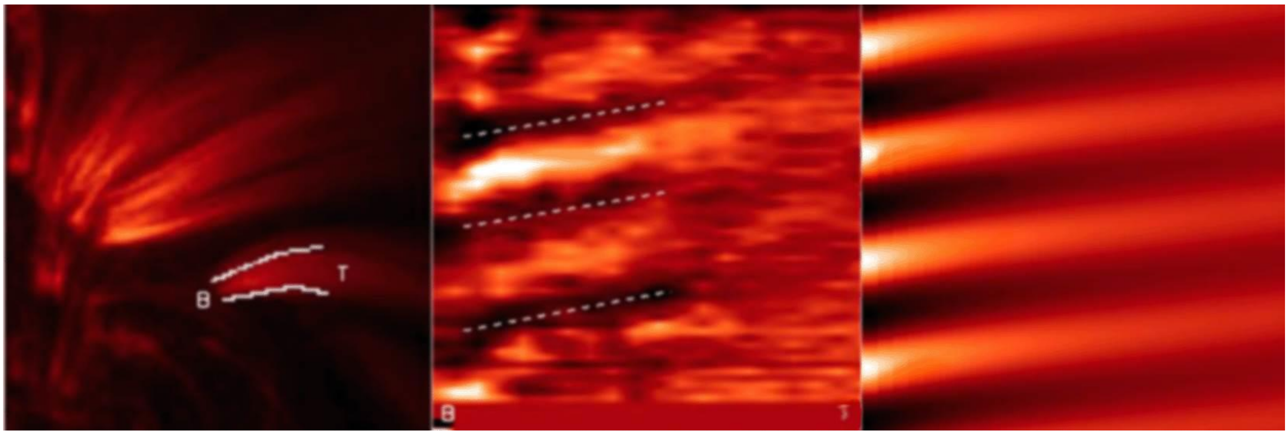


Рис. 1. Продольные волны в корональных петлях (De Moortel, 2009). Регистрируются как цепочки уярчений, распространяющихся в основаниях петель вверх в корону.

Традиционно причиной рассматриваемого явления принято считать эффект теплопроводности (De Moortel, Hood, 2003; De Moortel, 2009; Abedini et al., 2012). Известно также, что теплопроводность играет ключевую роль в затухании колебаний корональных петель, которые наблюдаются в мягком рентгеновском диапазоне (Tsap, 2000; Копылова и др., 2002; Степанов и др., 2004). Вместе с тем замечено быстрое радиационное охлаждение корональных петель, наблюдающихся в крайнем ультрафиолетовом диапазоне, то есть имеющих температуру около 1-2 МК (Aschwanden, Terradas, 2008). Детальное исследование эффекта радиационного затухания показывает, что оно может давать значительный вклад в затухание магнитозвуковых волн именно в этом интервале температур. Оказывается, этот эффект существенно зависит от локальных свойств функции радиационных потерь (Mikhalyaev et al., 2013).

В настоящей работе ставится задача изучения радиационного затухания акустических волн в корональных петлях. Используются уравнения МГД с учетом излучения, ранее использовавшиеся при изучении колебаний в протуберанцах (Carbonell et al., 2004).

Дисперсионное уравнение. Рассмотрим эффект радиационного затухания в колебаниях однородной магнитной трубки. Будем исходить из уравнений радиационной МГД (Field, 1965; Priest, 1982)

$$\rho\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\nabla p + \frac{1}{4\pi}\mathrm{rot}\mathbf{B}\times\mathbf{B}, \tag{1}$$

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho\mathrm{div}\mathbf{v} = 0, \tag{2}$$

$$\frac{d\mathbf{B}}{dt} = \mathrm{rot}(\mathbf{v}\times\mathbf{B}), \tag{3}$$

$$\frac{dp}{dt} - \frac{\gamma p}{\rho}\frac{d\rho}{dt} = -(\gamma-1)\rho L, \tag{4}$$

$$p = \rho\frac{RT}{\mu}. \tag{5}$$

В оптически тонкой среде, примером которой является солнечная корона, функция энергетических потерь L определяется локальными значениями плотности и температуры (Field, 1965)

$$L = \rho\Lambda(T) - H. \tag{6}$$

Она определяется как разность энергии $\rho\Lambda(T)$, теряемой единицей массы среды в единицу времени при излучении, и энергии H, получаемой ею в результате нагрева. Нагрев корональной плазмы может вызываться самыми разными причинами, диссипацией электрического тока, диссипацией волн, вязкой диссипацией. Не отдавая предпочтение какому-либо из перечисленных механизмов нагрева, часто считают H постоянной (Priest, 1982).

Пусть ρ_0, p_0, T_0, $\mathbf{B}_0$ есть параметры однородного равновесного распределения, в котором имеется тепловое равновесие: $\rho_0\Lambda(T_0)$-H=0. Тогда для малых возмущений $\mathbf{v}$, ρ, p, $\mathbf{B}$ имеют место линейные уравнения

$$\rho_0\frac{\partial\mathbf{v}}{\partial t} = -\nabla p + \frac{1}{4\pi}\mathrm{rot}\mathbf{B}_0\times\mathbf{B}, \tag{7}$$

$$\frac{\partial\rho}{\partial t} + \rho_0\mathrm{div}\mathbf{v} = 0, \tag{8}$$

$$\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t} = \mathrm{rot}(\mathbf{v}\times\mathbf{B}_0), \tag{9}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} - \frac{\gamma p_0}{\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial t} = -d\left(\frac{\gamma p_0}{\rho_0}(1-\alpha)\rho + \gamma\alpha p\right),\ d = \frac{(\gamma-1)}{\gamma}\frac{\mu\rho_0\Lambda(T_0)}{RT_0}. \tag{10}$$

Здесь $\alpha = d\log\Lambda/d\log T$ есть показатель, определяющий локальное поведение функции радиационных потерь $\Lambda(T)$. Эффект излучения в малых возмущениях определяется возмущениями плотности и давления в уравнении (10). Отсюда следует, что излучение влияет на поведение магнитозвуковых волн и не влияет на поведение альвеновской волны. Функция радиационных потерь входит в уравнение посредством диссипативного коэффициента d и локального показателя α.

В цилиндрических координатах с помощью стандартной процедуры разделения переменных, когда направление оси z выбирается вдоль вектора $\mathbf{B}_0$ и все функции рассматриваются в форме $f(\mathbf{r}, t)=f(r)\exp i(kz+m\varphi-\omega t)$, они сводятся к уравнению Бесселя для радиальной части возмущения полного давления $P=p+\mathbf{B}_0\mathbf{B}/4\pi$

$$\frac{d^2P}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{dP}{dr}+\left(k_r^2-\frac{m^2}{r^2}\right)P=0, \tag{17}$$

$$v_r=\frac{(-i\omega)}{\rho_0\left(\omega^2-V_A^2k^2\right)}\frac{dP}{dr}, \tag{18}$$

$$k_r^2=\frac{\left(\omega^2-V_A^2k^2\right)\left[\omega^2-C_S^2k^2+i\omega d\gamma\alpha+id(1-\alpha)C_S^2k^2/\omega\right]}{\omega^2\left(V_A^2+C_S^2\right)-V_A^2C_S^2k^2+id\left[(1-\alpha)\omega^2C_S^2+\gamma\alpha\omega^2V_A^2+(1-\alpha)V_A^2C_S^2k^2\right]/\omega}. \tag{19}$$

Величины $C_S=\sqrt{\gamma p_0/\rho_0}$ и $V_A=B_0/\sqrt{4\pi\rho_0}$ определяют соответственно звуковую и альвеновскую скорости среды. С помощью решений уравнений (17)-(19) строятся волновые распределения в трубке и во внешней среде, которые удовлетворяются на границе трубки условиям

$$v_{ri}(a)=v_{re}(a),\ \ P_i(a)=P_e(a). \tag{20}$$

Из этих условий затем выводится дисперсионное уравнение

$$\frac{k_{ri}}{\rho_{0i}\left(\omega^2-V_{Ai}^2k^2\right)}\frac{R'(k_{ri}a)}{R(k_{ri}a)}=\frac{k_{re}}{\rho_{0e}\left(\omega^2-V_{Ae}^2k^2\right)}\frac{Q'(k_{re}a)}{Q(k_{re}a)}, \tag{21}$$

где индексами «i» и «e» обозначены параметры трубки и внешней среды, функции R и Q есть соответствующие решения уравнения (17).

Предметом нашего изучения являются медленные магнитозвуковые (акустические) моды с азимутальным номером m=0, которые в отсутствие излучения являются незатухающими. Соответствующие волновые распределения выражаются через функцию Бесселя $R=J_0$ и функцию Макдональда $Q=K_0$. Для диссипативного случая выбираем те же решения уравнения (17). Для численного решения дисперсионного уравнения (21) выбираем значения параметров, характерные для наблюдающихся корональных петель: радиус петли a=5 тыс. км, скорость распространения колебаний около C_{Si}=126 км/с. Для остальных параметров выбираем следующие значения: C_{Se}=126 км/с, V_{Ai}=750 км/с, V_{Ae}=2050 км/с. Исходя из значений температуры в петлях T_i=1 МК и в окружающей короне T_e=1.5 МК, можно оценить значения диссипативного параметра d: $d_i\approx0.07$ и $d_e\approx0.01$. Для локального показателя, определяющего поведение функции радиационных потерь, выбираем значение α=0. Это значение имеет место в интервале температур, при которых корональные петли наблюдаются в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (Aschwanden, Terradas, 2008). Численное решение дисперсионного уравнения приводит к следующему результату: частота $\omega\approx0.0270\text{-}0.00833i$, период колебаний $P=2\pi/\mathrm{Re}\omega\approx233$ с, время затухания $\tau=-1/\mathrm{Im}\omega\approx120$ с, добротность колебаний составляет $Q=-\mathrm{Re}\omega/2\,\mathrm{Im}\omega\approx1.6$. Полученное здесь значение периода близко к периодам наблюдаемых продольных колебаний в корональных петлях, которые интерпретируются именно как продольные медленные магнитозвуковые (акустические) моды. Время затухания мало и также совпадает с оценками, полученными из наблюдений (De Moortel, Hood, 2003; De Moortel, 2009).

Заключение. Проведен анализ влияния эффекта излучения на поведение продольных волн в корональных петлях, которые интерпретируются как акустические. В отличие от цитируемых здесь работ (De Moortel, Hood, 2003; De Moortel, 2009; Abedini et al., 2012), в которых изучаются причины быстрого затухания продольных волн, здесь использованы уравнения для линейных магнитозвуковых мод цилиндрической магнитной трубки, что позволяет получить более точные результаты. Расчет эффекта радиационного затухания произведен при помощи дисперсионного уравнения. Результаты показывают, что время затухания медленных магнитозвуковых мод мало, и излучение, наряду с другими диссипативными эффектами, может давать значительный вклад в наблюдаемое быстрое затухание акустических колебаний в корональных петлях. Изучение затухания акустических волн под действием всех диссипативных эффектов является сложной задачей и представляет собой предмет дальнейшего исследования.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки Российской Федерации для Калмыцкого государственного университета (тема 775).

Литература

Копылова Ю.Г., Степанов А.В., Цап Ю.Т. *Радиальные колебания корональных петель и микроволновое излучение вспышек* // Письма в Астрономический журнал, 2002, 28, № 11, 870.
Степанов А.В., Копылова Ю.Г., Цап Ю.Т., Шибасаки К., Мельников В.Ф., Гольдварг Т.Б. *Пульсации микроволнового излучения и диагностика вспышечной плазмы* // 2004, Письма в Астрономический журнал, 30, № 7, 530.
Abedini A., Safari H., Nasiri S. *Slow-mode oscillations and damping of hot solar coronal loops* // 2012, Solar Physics, 280, 137.
Aschwanden M.J., Terradas J. *The effect of radiative cooling on coronal loop oscillations* // 2008, Astrophysical Journal, 686, L127.
Carbonell M., Oliver R., Ballester J.L. *Time damping of linear non-adiabatic magnetohydrodynamic waves in an unbounded plasma with solar coronal properties* // 2004, Astronomy and Astrophysics, 415, 739.
De Moortel I., Hood A.W. *The damping of slow MHD waves in solar coronal magnetic fields* // 2003, Astronomy and Astrophysics, 2003, 408, 755.
De Moortel I. *Longitudinal waves in coronal loops* // 2009, Space Science Reviews, 149, 65.
Field G.B. *Thermal instability* // 1965, Astrophysical Journal, 142, 531.
Mikhalyaev B.B., Veselovsky I.S., Khongorova O.V. *Radiation effects on the MHD wave behavior in the solar corona* // 2013, Solar System Research, 47, № 1, 50.
Priest E.R., 1982, *Solar magnetohydrodynamics*. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht: Holland/ Boston: USA/ London: England.
Tsap Y.T. *On the cascading acceleration of the quasi-thermal electrons by MHD turbulence in solar flares* // 2000, Solar Physics, 194, 131.

ФОРМИРОВАНИЕ ТОКОВОГО СЛОЯ В СОЛНЕЧНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ПЕТЛЯХ ИХ РАДИАЛЬНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

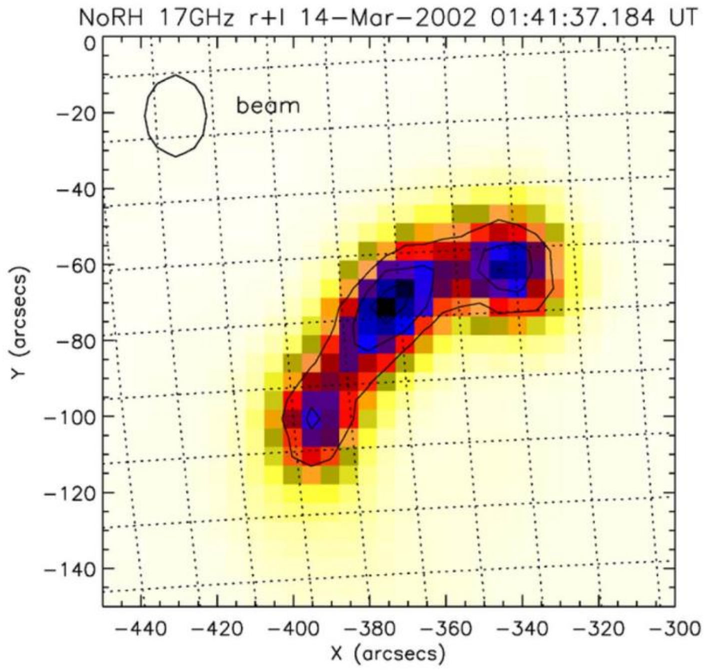
Бембитов Д. Б., Михаляев Б. Б., Дертеев С. Б.

Калмыцкий государственный университет, Элиста

THE CURRENT SHEET FORMATION IN THE SOLAR CORONAL LOOPS BY THEIR SAUSAGE MODES, *by Bembitov D.B., Mikhalyaev B.B., and Derteev S.B.* A model of coronal loops that consists of a cylindrical core with axial magnetic field and coaxial annulus with purely azimuthal magnetic field is studied. The magnetic field is discontinuous at the tube and core boundaries, and there are surface currents with the opposite directions on these boundaries. The principal mode of fast sausage waves that has no nodes in the radial direction can exist for arbitrary wavelength. It is applied to the interpretation of observed periodic pulsations of microwave emission in flaring loops with periods of a few tens of seconds. Radial plasma motion has opposite directions at the tube and core boundaries. This leads to the contraction of the annulus. We assume that the principal mode of fast sausage waves in the current-carrying coronal loops is able to produce a current sheet.

Введение. С началом регулярных наблюдений Солнца в радиодиапазоне было обнаружено радиоизлучение вспышек, источником которых служат вспышечные корональные петли. Интенсивность излучения, помимо основной монотонно меняющейся компоненты имеет, как правило, периодическую или квазипериодическую компоненту. Похожая ситуация наблюдается и в рентгеновском диапазоне. Примеры подобных наблюдений приведены на рисунке 1. В спектре радиопульсаций регистрируются периоды от долей секунд до нескольких минут (Aschwanden, 1987; Foullon et al., 2010). Короткопериодические пульсации описывают кинетическими колебаниями плазмы, длиннопериодические, с периодами более 0,5 с, – магнитогидродинамическими колебаниями.

1)



2)

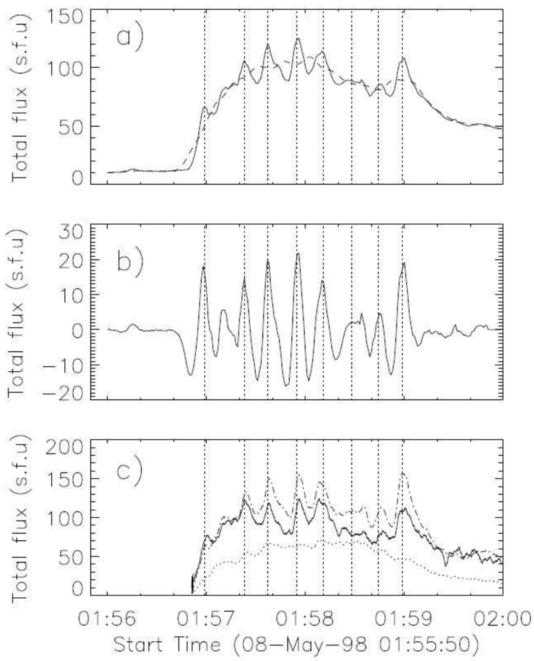


Рис. 1. Изображение вспышечной корональной петли (1), полученное с помощью радиогелиографа Нобеяма (Kupriyanova et al., 2010). Контуры представляют собой изолинии уровней интенсивности микроволнового излучения. Типичные временные графики интенсивности (2). На панели 1b показана выделенная квазипериодическая компонента (Inglis et al., 2008).

Как и все другие корональные структуры, петли образованы магнитными потоками, выносимыми в корону из-под фотосферы. Петли представляют собой магнитные трубки, заполненные плотной плазмой, которая удерживается внутри петель магнитным полем. Вспышечные петли содержат электрические токи, текущие от одного основания петли к другому (Зайцев, Степанов, 2008). Токи связаны с непотенциальной составляющей магнитного поля, которая приводит к скручиванию линий поля в трубках. Считается, что электрический ток, иначе, непотенциальная составляющая магнитного поля, есть источник энергии вспышки.

Наиболее реалистичное объяснение происхождения радио- и рентгеновских пульсаций вспышек дает механизм Зайцев-Степанова (Зайцев, Степанов, 2008). В вершине вспышечной корональной петли, где обычно наблюдается вспышка, по некоторым причинам инициируется процесс магнитного пересоединения, в результате которого происходит ускорение заряженных частиц. Легкие частицы – электроны ускоряются до релятивистских скоростей и, перемещаясь вдоль линий магнитного поля, порождают излучение, называемое гиросинхротронным, спектр которого приходится главным образом в микроволновую область. Вспышка, происходящая внутри корональной магнитной трубки, порождает также ее радиальные колебания, которые модулируют излучение пучка частиц. Они же вызывают периодическое высыпание электронов в нижние плотные слои атмосферы, что приводит к появлению периодически меняющегося рентгеновского излучения, которое обычно имеет те же периоды, что и радиопульсации.

Значительный прогресс в наблюдении колебаний корональных петель, достигнутый в последние полтора десятка лет после запуска в космос множества приборов с большим пространственно-временным разрешением, работающих в различных волновых диапазонах, привел к развитию корональной сейсмологии, составляющей самостоятельный раздел солнечной физики. Основной задачей корональной сейсмологии является получение информации о свойствах корональной плазмы и магнитного поля по наблюдающимся колебаниям корональных магнитных структур (Nakariakov, Ofman, 2001; Nakariakov, Melnikov, 2009; Степанов и др., 2012). Теоретической основой корональной сейсмологии служат модели корональных петель в виде магнитных трубок, примером которых является простая цилиндрическая магнитная трубка с однородным магнитным полем (Степанов и др., 2012). Существование точных решений для линейных МГД-колебаний однородной магнитной трубки позволяет получить ясные соотношения, связывающие параметры трубки с периодами колебаний.

Сказанное выше показывает, насколько важно найти адекватное теоретическое описание физических процессов, происходящих во вспышечных петлях. Важной задачей можно назвать также разработку адекватных моделей корональных магнитных трубок. Попытка решения такой задачи предпринята в настоящей работе, где рассматривается модель корональной петли, основным отличием которой является наличие азимутального магнитного поля. Это с необходимостью приводит к существованию продольной компоненты электрического тока, что можно считать характерным свойством вспышечных петель. Дается описание радиальных колебаний трубки и исследуется их структура, то есть изменение вида трубки под влиянием колебаний.

Модель корональной петли. Мы рассматриваем составную магнитную трубку, состоящую из двух коаксиальных областей (рис. 2). Во внутренней области, называемой шнуром, находится однородное магнитное поле с продольным вдоль трубки направлением. Во внешней области в виде цилиндрического кольца, называемой оболочкой, имеется потенциальное поле с чисто азимутальным направлением. Для описания распределения поля и плотности плазмы выбрана цилиндрическая система координат (r, ϕ, z) с осью z, совпадающей с осью трубки.

В короне, где плазменная бета мала, $\beta = 8\pi p / B^2 << 1$, в уравнениях МГД применимо приближение холодной плазмы, в котором пренебрегают газовым давлением. Распределения магнитной индукции и плотности плазмы в трубке даются следующими формулами (Михаляев, 2005)

$$\mathbf{B} = \begin{cases} B_{\mathrm{i}}\mathbf{e}_z, & r < b, \\ (B_0/\alpha r)\mathbf{e}_\varphi, & b < r < a, \\ B_{\mathrm{e}}\mathbf{e}_z, & a < r, \end{cases} \qquad \rho = \begin{cases} \rho_{\mathrm{i}}, & r < b, \\ \rho_0/(\alpha r)^2, & b < r < a, \\ \rho_{\mathrm{e}}, & a < r. \end{cases} \tag{1}$$

Здесь величина b есть радиус шнура, a – радиус трубки, B_{i}, B_0, B_{e}, ρ_{i}, ρ_0, ρ_{e}, α - постоянные. Величины B_{e}, ρ_{e} описывают поле и плазму во внешней среде. Трубка находится в однородном продольном магнитном поле.

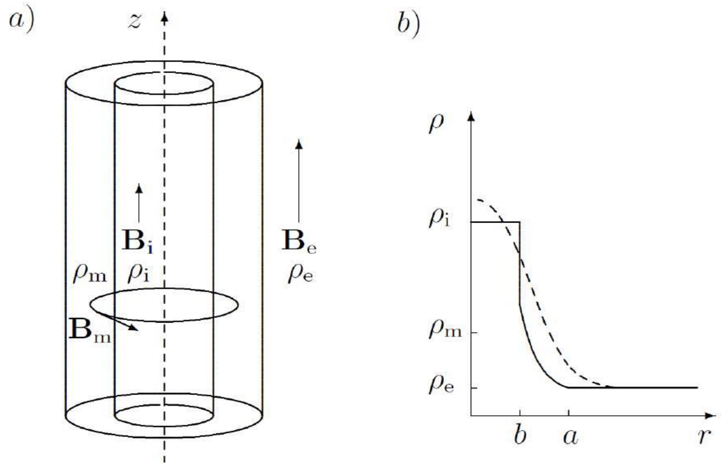


Рис. 2. Модель корональной петли в виде составной магнитной трубки (*a*). Распределение плотности плазмы близко к реальному (*b*). Основным свойством модели является наличие продольных электрических токов (Михаляев, Рудерман, 2012).

Магнитное поле удовлетворяет условиям равновесия на границах трех рассматриваемых областей, выражающимся равенствами магнитного давления по обе стороны каждой границы:

$$B_{\mathrm{i}}^2 = B_0^2/(\alpha b)^2, \quad B_0^2/(\alpha a)^2 = B_{\mathrm{e}}^2. \tag{2}$$

В каждой области поле потенциальное, поэтому электрической ток отсутствует. На границах, где поле испытывает скачок, имеются поверхностные электрические токи с компонентами

$$j_\varphi(b) = j_z(b) = B_{\mathrm{i}}/4\pi, \quad j_\varphi(a) = j_z(a) = -B_{\mathrm{e}}/4\pi. \tag{3}$$

Учитывая соотношения (2), легко показать, что полные продольные поверхностные токи на обеих границах равны по величине. Отсюда следует, что полный продольный ток в трубке равен нулю, то есть ток на поверхности шнура экранируется током на поверхности трубки. Это естественно ожидать, поскольку поле во внешней среде является продольным.

Радиальные колебания трубки. Колебания описываются аксиально-симметричными решениями линейных уравнений МГД, дающими быстрые магнитозвуковые волны (Михаляев, Хонгорова, 2012; Khongorova et al., 2012). На рисунке 3 показаны дисперсионные кривые радиальных мод, различающихся количеством нулей радиальной компоненты смещения плазмы $\xi_r(r)$ в области $r<b$. Основная радиальная мода, отмеченная номером «0», не имеет нулей в этой области. Для конкретных расчетов при построении рисунка 3 выбраны следующие значения параметров: $a=2b$, $V_{A0}=V_{Ae}=3V_{Ai}$. V_{Ai} есть альвеновская скорость в шнуре, V_{A0} альвеновская скорость в оболочке, V_{Ae} во внешней среде.

Для сравнения на рисунке 4 показаны аналогичные кривые в случае однородной магнитной трубки. Видно, что все кривые имеют отсечку при малых значениях волнового числа k, то есть при малых частотах. Как следствие, использование этой модели приводит к затруднениям при объяснении радиопульсаций с периодами в несколько десятков секунд

(Aschwanden et al., 2004). Будем считать, что во вспышечной петле развивается стоячая волна, так что $k=\pi/L$, где L есть длина петли. Для $L=3.0\times10^7$ м, $b=1.0\times10^6$ м, $a=2.0\times10^6$ м, $V_{Ai}=1.0\times10^6$ м/с, $V_{A0}=V_{Ae}=3.0\times10^6$ м/с дисперсионная кривая основной моды дает значение волнового числа $k\approx0.1\times10^{-6}$ 1/м и период колебаний $P\approx39$ с. Подобные пульсации действительно наблюдались при помощи радиогелиографа Нобеяма (Kupriyanova et al., 2010). Из условий (2) нетрудно найти, что выполняется соотношение между плотностями в трубке и во внешней среде $\rho_i=35\rho_e$, вполне соответствующее современным представлениям о физических свойствах корональных петель.

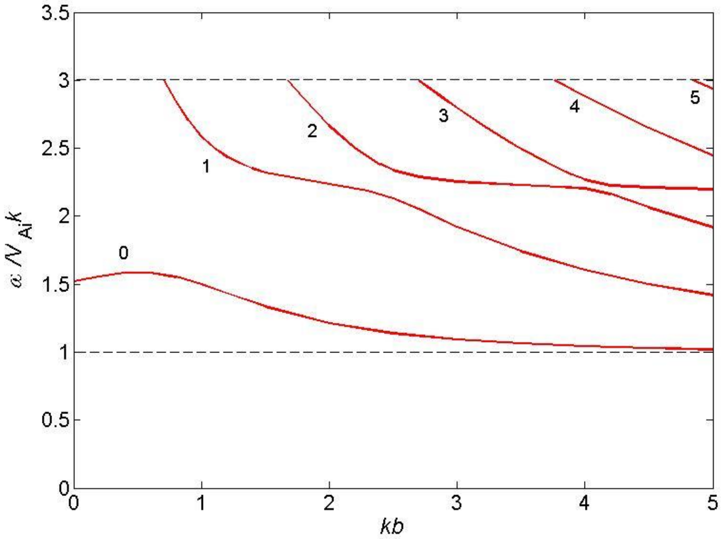


Рис. 3. Дисперсионные кривые быстрых радиальных мод составной магнитной трубки с азимутальным полем. Нумерация соответствует собственным модам по радиальной переменной. Основная радиальная мода, обозначенная номером «0», существует при сколь угодно малых волновых числах и частотах.

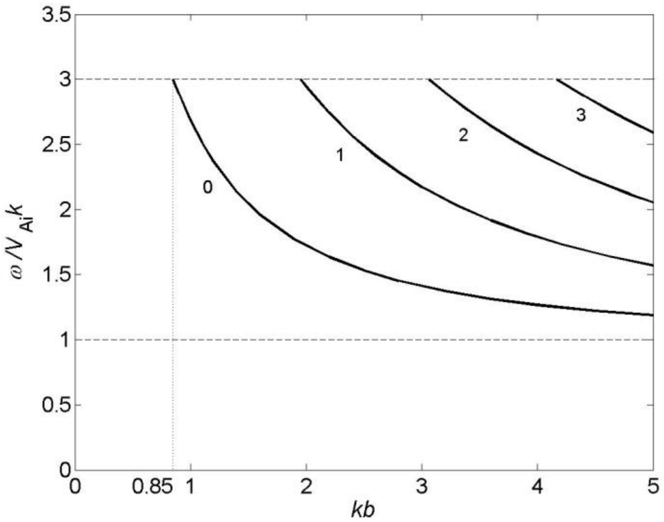


Рис. 4. Для сравнения показаны дисперсионные кривые быстрых радиальных мод однородной магнитной трубки с $V_{Ae}=3V_{Ai}$. Основная радиальная мода имеет отсечку при $kb\approx0.85$.

Распределение радиальной компоненты смещения плазмы по радиусу трубки для основной радиальной моды дается формулой (Михаляев, Хонгорова, 2012; Khongorova et al., 2012)

$$\xi_r(r)=\begin{cases} A_i J_1(\kappa r), \quad \kappa=\sqrt{\omega^2/V_{Ai}^2-k^2}, & r<b, \\ \alpha r\left(A_1 I_0(\lambda r)-A_2 K_0(\lambda r)\right), & b<r<a, \\ -A_e K_1(\lambda r), \quad \lambda=\sqrt{k^2-\omega^2/V_{Ai}^2}, & a<r. \end{cases} \qquad (4)$$

Здесь A_i, A_1, A_2 и A_e есть постоянные коэффициенты, связанные между собой. График функции показан на рисунке 5. Мы видим, что радиальная компонента смещения имеет нуль в области $b<r<a$, то есть смещения на границе «шнур-оболочка» и границе «трубка-внешняя

среда» имеют различные знаки. Это означает, что колебания плазмы происходят в противофазе, в результате чего происходит периодическое сближение поверхностей с токами.

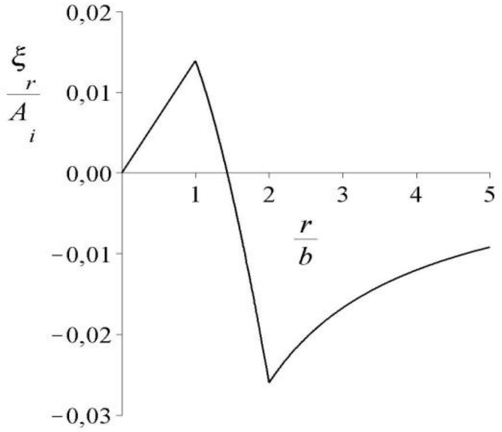


Рис. 5. Распределения радиальной компоненты смещения плазмы по радиальной переменной.

Полученный результат допускает следующую интерпретацию. Мы рассматриваем стоячую основную радиальную моду, которая описывает радиальные колебания корональной петли, основания которой закреплены в фотосфере. Середина трубки, то есть вершина петли испытывает периодические сжатия и расширения. При этом происходит сближение двух областей с противоположными по направлению продольными электрическими токами (рис. 6).

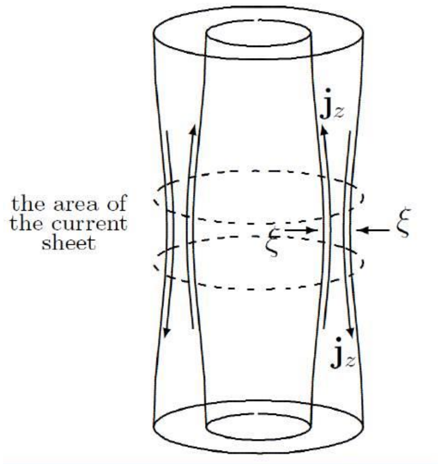


Рис. 6. Вид магнитной трубки под действием стоячей радиальной моды. В центре трубки образуется перетяжка, в которой сближаются области, занятые продольными электрическими токами противоположного направления.

Подобное поведение трубки приобретает особый смысл в случае диффузного распределения электрического тока, что можно было бы ожидать в реальной ситуации. К сожалению, точность современных наблюдательных средств не позволяет определить характер распределения токов в корональных петлях по их поперечному сечению. Невозможно с уверенностью утверждать, что существуют корональные петли, где текут токи в противоположных направлениях, хотя по всем внешним признакам такое не исключается.

В связи с этим можно сформулировать задачу о радиальных колебаниях магнитной трубки, содержащей области с диффузными продольными токами противоположного направления. Если они допускают поведение, аналогичное поведению трубки с поверхностными токами, можно ожидать формирование токового слоя на границе этих областей. В случае стоячей моды токовый слой будет формироваться в вершине петли, где обычно наблюдается вспышка. Подобный сценарий меняет представление о механизме простых петельных вспышек. Принято считать, что вспышки, причины инициирования которых до сих не выяснены, вызывают радиальные колебания вспышечных петель. В нашем случае мы видим, что сами радиальные колебания петли могут быть причиной возникновения вспышки. Возникают естественные вопросы о том, как в корональных петлях могут появляться и развиваться подобные колебания большой амплитуды.

Заключение. Проведено исследование структуры основной радиальной моды корональной петли с продольными электрическими токами противоположного направления, моделируемой составной трубкой с поверхностными токами. Показано, что колебания трубки могут привести к формированию токового слоя в вершине петли, что далее может послужить причиной возникновения вспышки. Обоснование подобного сценария простой петельной вспышки требует решения отдельной задачи о колебаниях магнитной трубки с диффузным распределением электрического тока по поперечному сечению трубки. Следующим шагом исследования является изучение поведения моды в нелинейном режиме.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки Российской Федерации для Калмыцкого государственного университета (тема 775).

Литература

Зайцев В.В., Степанов А.В. *Корональные магнитные арки* // 2008, Успехи физических наук, 178, № 11, 1165.
Михаляев Б.Б. *Быстрое затухание колебаний корональных петель с азимутальным полем* // 2005, Письма в Астрономический журнал, 31, № 6, 456.
Михаляев Б.Б., Рудерман М.С., 2012, *Колебания и волны в солнечной короне*. –Элиста, Изд-во Калм. ун-та.
Михаляев Б.Б., Хонгорова О.В. *Радиальные колебания корональных петель с продольными электрическими токами* // 2012, Письма в Астрономический журнал, 38, № 10, 746.
Степанов А.В., Зайцев В.В., Накаряков В.М. *Корональная сейсмология* // 2012, Успехи физических наук, 182, № 9, 999.
Aschwanden M.J. *Theory of radio pulsations in coronal loops* // 1987, Solar Physics, 111, 113.
Aschwanden M.J., Nakariakov V.M., Melnikov V.F. *Magnetohydrodynamic sausage-mode oscillations in coronal loops* // 2004, Astrophysical Journal, 600, 458.
Foullon C., Fletcher L., Hannah I. G., Verwichte E., Cecconi B., Nakariakov V.M., Phillips K.J. H., Tan B.L. *From large-scale loops to the sites of dense flaring loops: preferential conditions for long-period pulsations in solar flares* // 2010, Astrophysical Journal, 719, 151.
Khongorova O.V., Mikhalyaev B.B., Ruderman M.S. *Fast sausage waves in current-carrying coronal loops* // 2012, Solar Physics, 280, 153.
Kupriyanova E.G., Melnikov V.F., Nakariakov V.M., Shibasaki K. *Types of microwave quasi-periodic pulsations in single flaring loops* // 2010, Solar Physics, 267, 329.
Nakariakov V.M., Ofman L. *Determination of the coronal magnetic field by coronal loop oscillations* // 2001, Astronomy and Astrophysics, 372, L53.
Inglis A.R., Nakariakov V.M., Melnikov V.F. *Multi-wavelength spatially resolved analysis of quasi-periodic pulsations in a solar flare* // 2008, Astronomy and Astrophysics, 487, 1147.
Nakariakov V.M., Melnikov V.F. *Quasi-periodic pulsations in solar flares* // 2009, Space Science Reviews, 149, 119.

МГД-МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОКОЙНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПРОТУБЕРАНЦЕВ

Соловьев А. А.[1,2], Басангова В. Н.[1]
[1] *Калмыцкий государственный университет, Элиста*
[2] *Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, СПб*

Abstract

MHD-SIMULATION OF QUITE SOLAR PROMINENCES, *by Solov'ev A.A. and Basangova V.N.* A new approach to the magnetohydrostatic problem have been proposed, and new nonlinear solutions for dense ($n \approx (1 \div 5) \times 10^{11} cm^{-3}$) and cool ($T \approx (6 \div 7) \times 10^{3} K$) filaments, embedded in the plan, vertically stratified atmosphere (hot solar corona) free of magnetic field, are derived. The filament is stretched along the horizontal axis *y* (the translational symmetry takes place in the system: $\partial / \partial y = 0$) and is situated over the line of polarity inversion on the photosphere. The magnetic structure of filament is thus a rope of helical field lines in three-dimensional space, and strength of magnetic field drops rapidly with the distance from the rope axis. No external magnetic field is needed to equilibrate the prominence.

Введение. Наряду с солнечными пятнами, вспышками и корональными выбросами массы холодные и более плотные, чем окружающая их среда, волокна, видимые на диске Солнца в линии H_α как темные образования, а на лимбе – как яркие протуберанцы, являются наиболее заметными проявлениями солнечной активности. Исследованию их свойств в солнечной физике традиционно уделяется большое внимание ([1,2] и др.). С теоретической точки зрения, если иметь в виду спокойные, а не эруптивные волокна, первая проблема, которая требует решения при рассмотрении этих долгоживущих объектов, – это их равновесие. Плотность газа в волокне более чем на порядок превышает плотность окружающей короны, а температура примерно на два порядка ниже. Поэтому боковой баланс давлений между волокном и короной может быть приближенно установлен и без участия магнитного поля. Но вертикальное равновесие в системе, где достаточно плотное и тяжелое вещество длительное время удерживается высоко над поверхностью Солнца, может быть реализовано только за счет магнитной силы. Протуберанцы – магнитные образования, напряженность поля в них составляет по разным оценкам от нескольких единиц до нескольких десятков гаусс (Гс). Простая модель магнитной поддержки плотного изотермического вертикального слоя ("hammook-like" model) была предложена Киппенханом и Шлютером [3]. Впоследствии она неоднократно обсуждалась и обобщалась [1,4-6]. В этой модели тяжелое волокно удерживается поперечным магнитным полем в области его локального прогиба. Математически модель очень проста: горизонтальное поле принимается однородным (не убывающим с удалением от оси волокна ни в поперечном, ни в вертикальном направлениях). Вертикальная составляющая поля также стремится к постоянной величине при удалении от оси волокна. Полное давление ($P + (8\pi)^{-1} B^2$) в этой модели всюду постоянно, так что поддержание плотной плазмы производится исключительно за счет локальных натяжений в месте расположения волокна. Очевидно, модель с такими искусственными граничными условиями и с расходящимся интегралом энергии может описывать только небольшую часть магнитной структуры протуберанца, при этом такие проблемы, как встраивание ее в какую-то реалистичную магнитоплазменную конфигурацию и учет внешнего поля, связывающего протуберанец с фотосферой, остаются нерешенными. Пикельнер в 1971 г. предложил модель протуберанца в виде магнитной арки с прогибом (впадиной) в вершине [7]. Газ, считал Пикельнер, может затекать во впадину вдоль «ног» арки благодаря сифонному механизму и скапливаться там, высвечиваясь и охлаждаясь, $-$так формируется плотное и холодное волокно. Локальная изотермическая модель Киппенхана-Шлютера могла бы быть использована для описания магнитной впадины в вершине такой арки, но, решение, описывающее всю такую магнитогидростатическую конфигурацию в целом, не было известно до появления работы [14]. (Модель потенциального поля, окружающего протуберанец, построена Анцером [8], но при этом сам протуберанец, моделируемый бесконечно тонким вертикальным токовым слоем, по сути, выпадает из рассмотрения).

Куперус и Рааду [9] рассматривают протуберанец как скрученную магнитную трубку – магнитный жгут, который удерживается в вертикальном токовом слое. Но при этом обсуждается лишь магнитная структура жгута, эффекты температуры и плотности вообще не рассматриваются. Эту модель обобщили Лерч и Лоу [10,11], рассмотрев поддержку магнитного жгута-волокна горизонтальным поперечным магнитным полем. Лоу [12] в модели плотного волокна, удерживаемого в поле бесконечного прямого тока, удалось получить волокно примерно на $3\times10^5 K$ более холодное, чем окружающая среда – корона с $T \approx (1\div 2)\cdot 10^6 K$. Однако, волокно с такой температурой, очевидно, не является протуберанцем.

В моделях с поддержкой волокна поперечным полем полярности магнитного поля по разным сторонам волокна могут оказаться противоположными тому распределению полярностей, которое наблюдается в окрестности линии раздела полярностей на фотосфере под волокном. Поэтому такие конфигурации, в отличие от аркадных моделей, в которых распределение полярностей поля считается «нормальным», называют инверсными. Известно, что протуберанцы с нормальным типом полярностей имеют относительно малую высоту (до 30-40 Мм), и встречаются, в основном на низких широтах в активных областях, а протуберанцы с «инверсным» полем могут достигать высот до 100 Мм и наблюдаться на высоких широтах и даже в приполярных областях [1, 2].

В данной работе использован подход, основанный на решении обратной магнитогидростатической задачи, когда не магнитное поле находится по заданному распределению газового давления, а наоборот, - магнитное поле считается известным и по нему рассчитываются давление, плотность и температура в протуберанце. Эта идея впервые изложена в работе Лоу [5], строго математически обоснована Шаповаловым и Шаповаловой [13] и успешно применена для моделирования аркадных протуберанцев Соловьевым [14]).

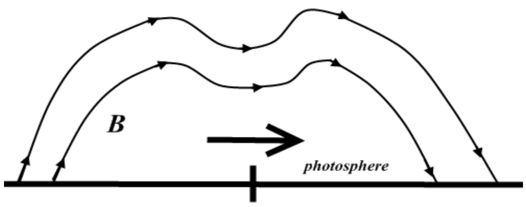


Рис 1а. Вертикальный разрез протуберанца нормальной полярности (магнитная аркада). Горизонтальная стрелка указывает направление поля на фотосфере. Вертикальная черта - линия раздела полярностей на фотосфере.

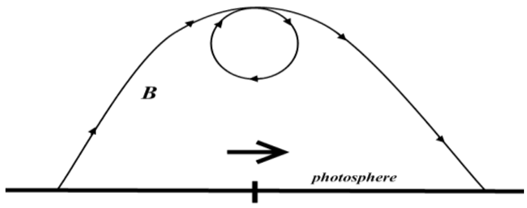


Рис. 1б. Схема магнитной структуры протуберанца инверсной полярности. Направление полярностей в теле протуберанца противоположно их направлению на уровне фотосферы.

Настоящая работа продолжает исследование [14]. Здесь получено несколько новых решений, описывающих протуберанец с сильно неоднородным по сечению распределением плотности и температуры, и показано влияние тонкоструктурных элементов поля на температурно-плотностные характеристики спокойного солнечного протуберанца.

Постановка задачи. Будем рассматривать, в качестве модели спокойного протуберанца прямое волокно произвольного сечения, расположенное горизонтально в плоской равновесной атмосфере, для которого выполняется требование трансляционной симметрии: инвариантность относительно произвольных смещений вдоль одной из координатных осей (рис. 2). Пусть в декартовых координатах x, y, z это будет ось y, так что: $\partial/\partial y = 0$, а ось z направим вертикально вверх, ведя отсчет от границы переходного слоя между хромосферой и короной [14].

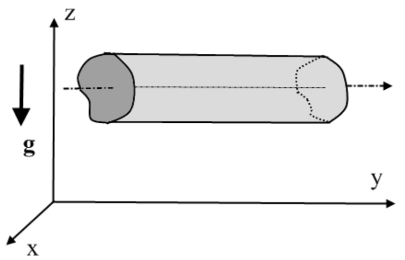


Рис.2. Горизонтальное магнитное волокно произвольного сечения. Пунктирная линия – ось волокна. Сила тяжести имеет вид: $-\rho g(z)\mathbf{e}_z$.

Система уравнений магнитной гидростатики [15]:

$$-\nabla P + \frac{1}{4\pi}\left[rot\mathbf{B}\times\mathbf{B}\right] - \rho g(z)\mathbf{e}_z = 0, \qquad (1)$$

$$div\mathbf{B} = 0, \qquad (2)$$

$$P = \rho R T \mu^{-1}. \qquad (3)$$

Эта система является неполной: в ней отсутствует уравнение переноса энергии, которое для протуберанца в настоящее время записать в аналитической форме невозможно, потому что идет речь о переносе излучения в крайне неоднородной среде с магнитным полем и в отсутствие локального термодинамического равновесия (ЛТР). Кроме того, в нагрев протуберанцев вносят вклад МГД-волны, диссипацию которых не представляется возможным рассчитать количественно, а также прямой нагрев плазмы электрическими токами, протекающими в теле протуберанца. Поэтому практикуется такой подход, когда уравнение переноса энергии просто опускается, и мы строим целый набор равновесных конфигураций плазмы и поля, выделяя затем из этого набора те модели, которые по своим термодинамическим характеристикам, наиболее соответствуют наблюдательным данным. Система уравнений (1)-(3) в случае трансляционной симметрии приводится к виду (см., например, [1, 5]):

$$\Delta A = -\frac{1}{2}\frac{dB_y^2(A)}{dA} - 4\pi\frac{\partial P(A,z)}{\partial A}, \qquad (4)$$

$$\rho(x,z)g(z) = -\frac{\partial P(A,z)}{\partial z}, \qquad (5)$$

$$T(x,z) = \frac{\mu}{\Re}\frac{P(x,z)}{\rho(x,z)}, \qquad (6)$$

где $A(x,z)$ - поток вертикального поля B_z через единичную горизонтальную площадку с данными координатами. По сути, поток $A(x,z)$ есть y-компонент вектор –потенциала магнитного поля. Составляющие поля выражаются через магнитный поток следующими производными:

$$B_x = -\frac{\partial A}{\partial z}, \quad B_z = \frac{\partial A}{\partial x}. \qquad (7)$$

Прямая задача магнитогидростатики состоит в том, что правая часть уравнения (10) подбирается из сугубо математических соображений таким образом, чтобы удалось получить решение для потока A [15]. Мы рассматриваем обратную задачу: считая магнитную структуру известной, определяем термодинамическое строение протуберанца. Обычно, приступая к моделированию протуберанца, мы уже представляем себе его магнитную конфигурацию, как это имеет место, например, в схематических моделях [7, 9] и др. Остается только задать интересующую нас магнитную форму протуберанца аналитически, т.е. подобрать функцию $A(x,z)$ и проинтегрировать уравнение равновесия (4) по переменной A, определив тем самым распределение газового давления в системе. Затем из уравнения (5) находим распределение плотности и, наконец, из уравнения состояния идеального газа (6) – распределение температуры. Интегрируя уравнение (4) по A, получаем формулы для давления и плотности газа в любой точке равновесной магнитной конфигурации [14]:

$$P(z,A) = P_0(z) - \left(B_y^2(A) - B_y^2(0)\right)(8\pi)^{-1} - \left(2\int A_{zz}A_x dx + (A_x)^2\right)(8\pi)^{-1} . \quad (8)$$

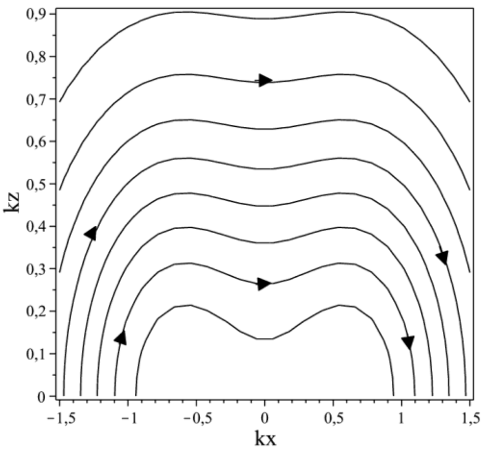
$$\rho(z,x) = \rho_0(z) + \frac{1}{8\pi g(z)}\left[\frac{\partial}{\partial z}\left[(A_x)^2 + 2\int A_{zz}A_x dx\right] - 2A_z\Delta A\right] . \quad (9)$$

Как видно из (8), (9), для расчета давления и плотности необходимо знать не только магнитную структуру объекта, т.е. функции $B_y(A)$ и $A(x,z)$, но и фоновые распределения плотности и давления: $P_0(z)$, $\rho_0(z)$. Они даются моделью гидростатической короны, свободной от магнитного поля, которая рассчитана в работе [14]. Начало координат удобно взять у нижней границы переходного слоя (на высоте около 1.5 Мм над фотосферой), где невозмущенные величины на уровне z=0 равны [1]: $\rho_{00} \cong 1.7\times10^{-12}\, г\cdot см^{-3}$ $(n \cong 10^{12} см^{-3})$, $T_{00} \cong 7000K$ и $P_{00} \cong 1\, дин/см^2$. Для максимальной температуры в короне принято $T_c = 1.5MK$.

Аркадная модель протуберанца. В качестве примера применения метода решения обратной задачи магнитогидростатики, рассмотрим модель протуберанца [7] в виде магнитной аркады с прогибом поля в центральной части. Такую конфигурацию можно описать, например, потоком вида:

$$A(x,z) = \frac{B_0}{k}(1 + a_1k^2x^2)\exp\left[-k^2\left(a_2z^2 + a_1x^2\right)\right], \quad (10)$$

где a_1 и a_2 - некоторые положительные константы, задающие форму магнитной аркады, k - характерная обратная длина, определяющая масштаб длин в системе, B_0 - напряженность магнитного поля в начале координат. Геометрическая форма такой магнитной аркады показана на рис. 3. Как видим, рост параметра a_1 увеличивает прогиб аркады. Далее все численные расчеты проводятся для случая $a_1 = 1.5,\ a_2 = 2.5$.



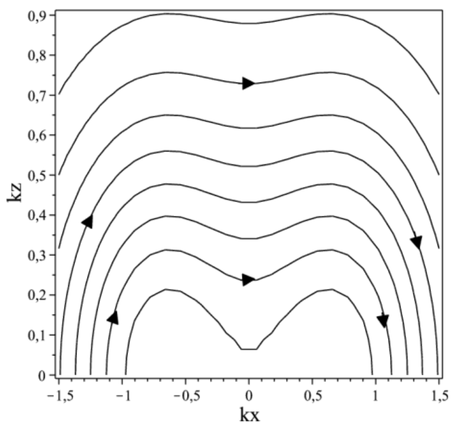


Рис. 3. А) Геометрическая форма магнитных силовых линий в плоскости ($x-z$) для магнитной аркады с прогибом, описываемой распределением (10) при $a_1 = 1.5,\ a_2 = 2.5$. Б) Та же магнитная арка при значениях параметров $a_1 = 1.65,\ a_2 = 2.5$.

Распределение температуры и плотности в данной магнитной конфигурации, рассчитанное по формулам (16) и (23) в предположении, что продольное магнитное поле отсутствует, представлено на рис. 4 и 5. Для обратного масштаба длины было принято $k=(50Mm)^{-1}$, плазменный параметр $\beta_0 = 8\pi P_{00} B_0^{-2} = 1.6$, что соответствует напряженности поля в 4 Гс. Как видим, в этом случае получается аркада, «ноги» которой несколько перегреты по сравнению с короной, но на вершине ее в области прогиба располагается массивное холодное волокно с концентрацией частиц до 3*10^{10} см$^{-3}$ и с температурой, понижающейся на высоте около 35 тысяч км до 3-4 тысяч К. Волокно простирается в высоту до $k^{-1} = 50Mm$. При этом в окружающей короне на тех же геометрических высотах концентрация частиц не превышает нескольких единиц 10^8 см$^{-3}$, а температура составляет около 1 млн. К, так что мы действительно получаем очень плотное и холодное волокно, висящее на достаточно большой высоте в горячей и разреженной солнечной короне.

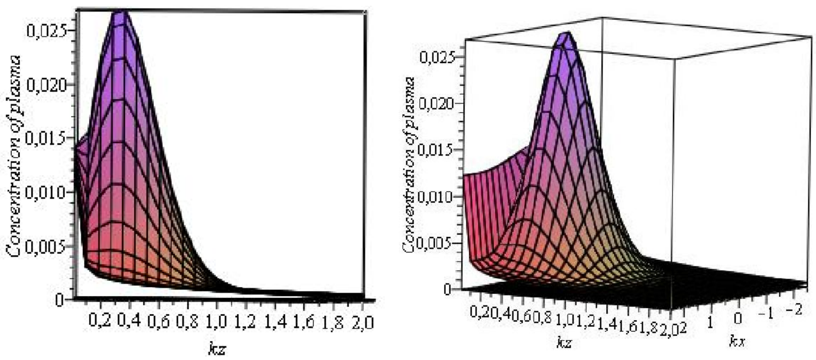


Рис. 4. Пространственное распределение плотности в корональной магнитной арке с прогибом в вершине, описываемой потоком (10) при $a_1 = 1.5,\ a_2 = 2.5$. Дано в двух проекциях, концентрация плазмы выражена в единицах $n_{00} = 10^{12}$ см$^{-3}$.

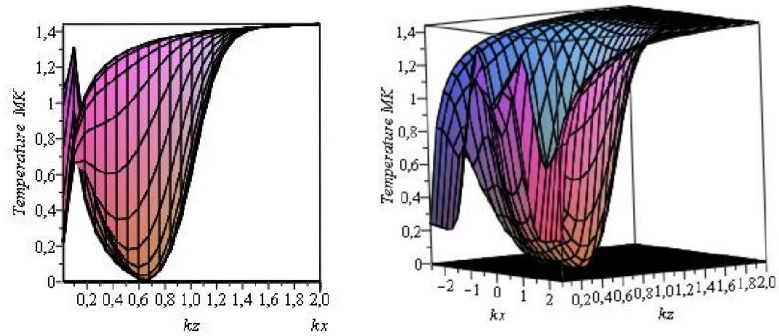


Рис.5. Распределение температуры газа в том же магнитном волокне, в двух проекциях. Температура выражена в миллионах К. $T_c = 1.5MK$.

Эффект тонкой структуры магнитного поля протуберанца. Выберем магнитный поток в виде: $A(x,z) = \dfrac{B_0}{k}(1 + a_1 k^2 x^2 + 0.0005(\sin(10k^2 x^2 + 10k^2 z^2))\exp\left[-k^2\left(a_2 z^2 + a_1 x^2\right)\right]$. (11)

В выражении (11) добавлен малый периодический член, при помощи которого мы хотим промоделировать тонкую волокнистую структуру протуберанца. Распределение температуры для этой магнитной конфигурации приведено на рис. 6.

Как видно из рис. 6, неоднородность поля температуры в волокне выражена вполне отчетливо, несмотря на очень малую величину амплитуды периодической поправки в распределении магнитного поля (5×10^{-4}!). Такая температурная неоднородность, действительно, очень характерна для реальных солнечных протуберанцев. На современных космических снимках с высоким пространственным разрешением хорошо видно, что в теле протуберанца многочисленные тонкие и очень холодные волокна, диаметром не более 300 км, разделяются промежутками (или горячими волокнами), которые заполнены плазмой, имеющей корональные температуры.

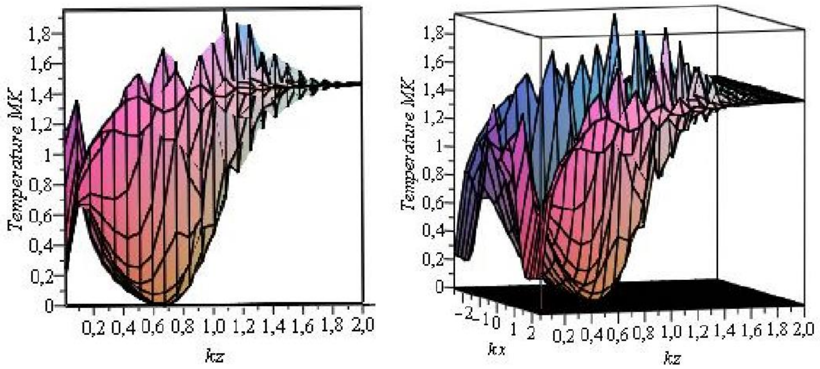


Рис.6. Температурное распределение в волокне-протуберанце при наличии тонкой структуры магнитного поля (магнитный поток вида (11)). Показано в двух проекциях, температура выражена в МК.

Заключение. Разработанный в [14] новый подход к моделированию солнечных протуберанцев – решение обратной магнитогидростатической задачи для систем с трансляционной симметрией - применен в данной работе для расчета еще одной равновесной структуры прямого волокна, горизонтально расположенного непосредственно над фотосферной линией раздела полярностей. В отличие от известных моделей с поддержкой равновесия волокна за счет внешнего поля, когда аналитические линейные решения уравнения равновесия строятся раздельно для цилиндрической области протуберанца и для его внешнего окружения, в данной модели волокно описывается одним численным решением и располагается строго над линией раздела полярностей в фотосфере.

Модель позволяет достаточно просто рассчитывать влияние тонкой структуры магнитного поля на температурно-плотностные характеристики солнечного протуберанца.

Рассчитана модель протуберанца в виде магнитной аркады с прогибом в вершине, где удерживается плотный и холодный газ. Показано, что магнитная арка, имеющая потенциальную яму в вершине, при напряженности поля всего в несколько гаусс (4 Гс) может эффективно удерживать в равновесии волокно с плотностью до $3\times10^{10}\,cm^{-3}$ и с температурой в области температурного минимума ниже $10^4\,K$ на высотах около 40-50 Мм.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки Российской Федерации для Калмыцкого государственного университета (тема 775).

Литература

1. Прист Э. Солнечная магнитогидродинамика. - М.: Мир, 1985.
2. Tandberg-Hanssen E. The Nature of Solar Prominences. Dordrecht, 1995.
3. Kippenhahn R., Schlüter A. // Zeitschrift fur Astrofiz., 1957, 43, 36.
4. Tsinganos K. Космическая магнитная гидродинамика. - М.: Мир, 1995.
5. Low D.C. // Solar Phys., 1982, 75, 119.
6. Low D.C., Petrie G.J.D. // Astrophys. J., 2005, 626, 551.
7. Pikelner S.B. // Solar Phys., 1971, 17, 44.
8. Anzer P.A. // Solar Phys., 1972, 24, 324.
9. Kuperus M., Raadu M.A. // Astron. Astrophys., 1974, 31, 189.
10. Lerche I., Low B.C. // Solar Phys., 1980, 66, 285.
11. Lerche I., Low B.C. // Solar Phys., 1980, 67, 229.
12. Low D.C. // Astrophys. J., 1981, 246, 538.
13. Шаповалов В.Н., Шаповалова О.В. // Изв. ВУЗов. Физика, 2003, 46, 74.
14. Соловьев А.А. // Астрон. журн., 2010, 87, 93.
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. - М.: Наука, 1982.

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ ОТ ФОТОСФЕРЫ К НИЖНЕЙ ХРОМОСФЕРЕ СОЛНЦА

Бисенгалиев Р. А.[1], Болдырева А. И.[1], Мусцевой В. В.[2]
[1] *Калмыцкий государственный университет, Элиста*
[2] *Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета, Ростов-на-Дону*

Введение. Нестационарные процессы в переходном слое от фотосферы к нижней хромосфере Солнца наблюдаются достаточно давно. Тем не менее, причины их возникновения остаются не вполне ясными до сих пор. В работе [2] предлагалось объяснение этих нестационарностей развитием неустойчивости Кельвина-Гельмгольца на слое сдвига между растекающимся веществом ячейки суперконвекции в фотосфере и плазмой нижней хромосферы. Проведенный в работе [1] анализ показал, что основной вклад в неустойчивость переходного слоя от нижней фотосферы к верхней хромосфере Солнца вносит механизм Кельвина-Гельмгольца (эффект Бернулли); однако учет возможности наличия волноводного слоя показывает, что неустойчивость становится многомодовой - в идеальной постановке задачи возбуждается бесконечный дискретный спектр неустойчивых мод.

Также как и в работе [1] будем считать, что имеет место равномерное квазистационарное растекание вещества, происходящее по сценарию, показанному на рисунке 1. Анализ будем проводить в локальной декартовой системе координат, в которой магнитное поле $\mathbf{B_0}$ и скорость растекания $\mathbf{V_0}$ направлены вдоль оси OX. При этом в отличие от [1], где $V_0(z) = M \cdot c_s \cdot \sqrt{z - z_0} / \sqrt{|z_0|}$, теперь полагаем, что значение скорости с вертикальной координатой изменяется по следующему закону: $V_0(z) = M \cdot c_s \cdot (z - z_0)^2 / z_0^2$, где $M = V_0 / c_s$ - число Маха, c_s -адиабатическая скорость звука, z_0 - значение вертикальной координаты, при котором горизонтальная скорость растекания плазмы фотосферы оказывается равной нулю (рис.1). Более подробное описание равновесной модели можно найти в [2].

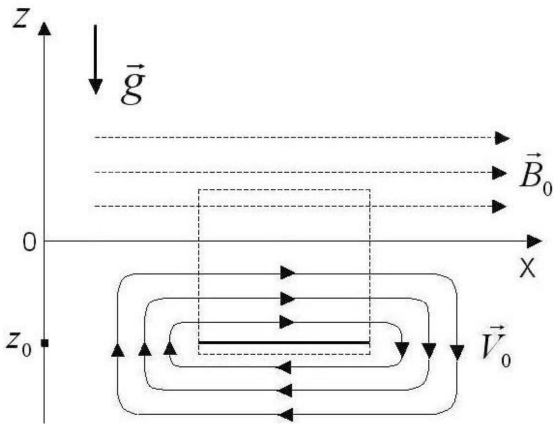


Рис.1. Схема, поясняющая выбор равновесной модели.

Численный анализ закона дисперсии. Краевую задачу типа Штурма-Лиувилля, которую можно найти в [1], решаем численно на ЭВМ методом стрельб. Численный анализ проводим при тех же значениях безразмерных параметров. При этом, очевидно, что в нашем случае неустойчивость также как и в [1] будет иметь многомодовый характер, поэтому везде ниже мы приводим по одной моде для каждого конкретного распределения скорости. В этом случае становится более наглядным изменение характера неустойчивости. Как видно из рисунка 2. структура мод сохраняется, однако в нашем случае неустойчивость усиливается, а максимум инкремента сдвигается в более коротковолновую область. Форма собственных функции краевой задачи, представленных на рисунке 3, показывает, что в отличие от [1], механизм Кельвина-Гельмгольца вносит более существенный вклад в неустойчивость переходного слоя. Дисперсионные кривые, представленные на рисунке 4, мы приводим только лишь ради академического интереса (понятно, что в исследуемом нами слое таких чисел Маха быть не может).

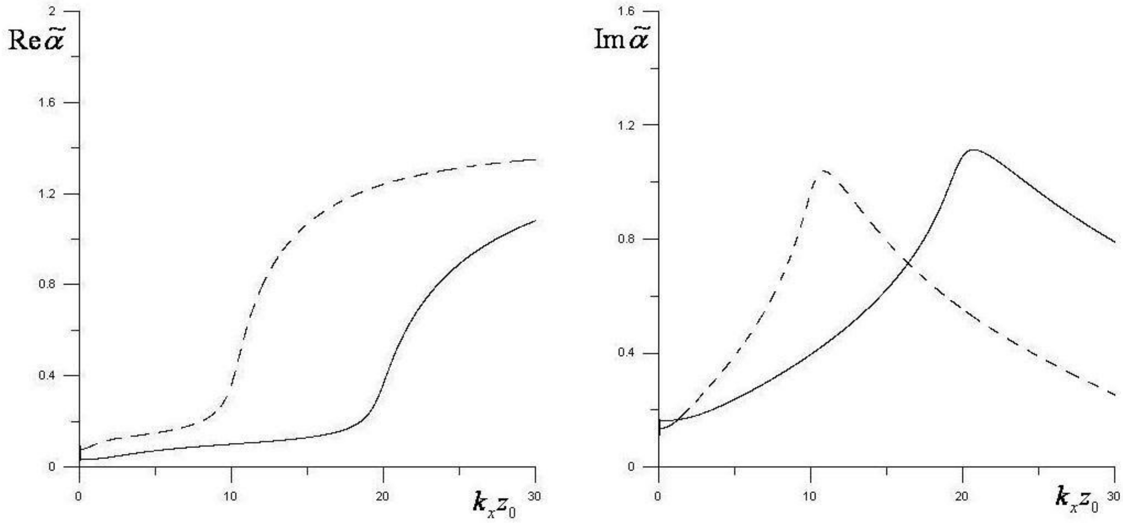


Рис.2. Зависимости безразмерной фазовой скорости (слева) и относительной скорости роста амплитуды неустойчивых возмущений (справа) от безразмерного волнового числа. M=0.05, R=0.125, s=3. Пунктирной линией показана соответствующая мода для профиля скорости из работы [1] .

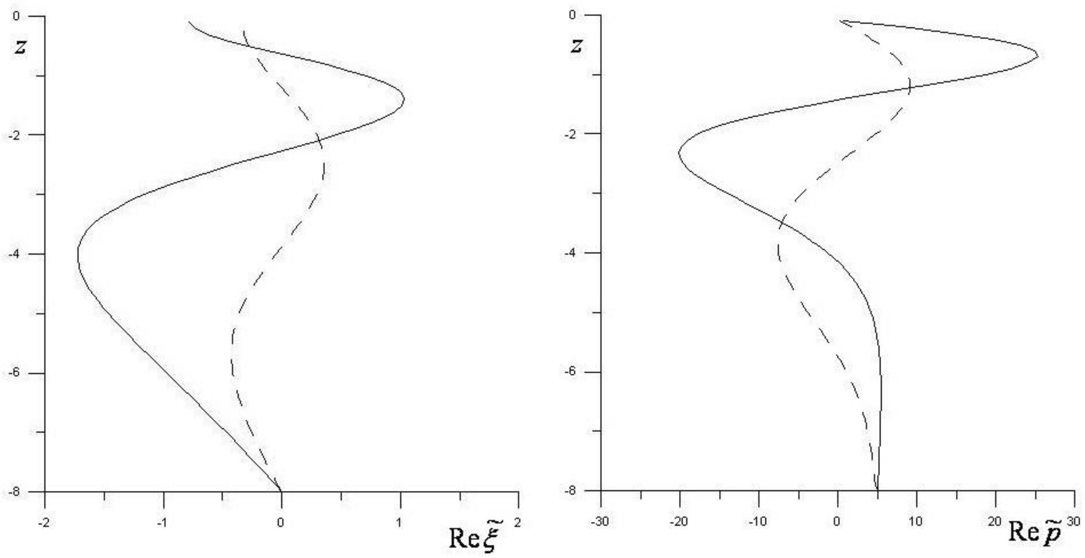


Рис.3. Зависимости возмущенного лагранжевого смещения (слева) и возмущенного газодинамического давления (справа) для соответствующих мод, представленных на рисунке 2. Пунктирной линией показана соответствующая мода для профиля скорости из работы [1] .

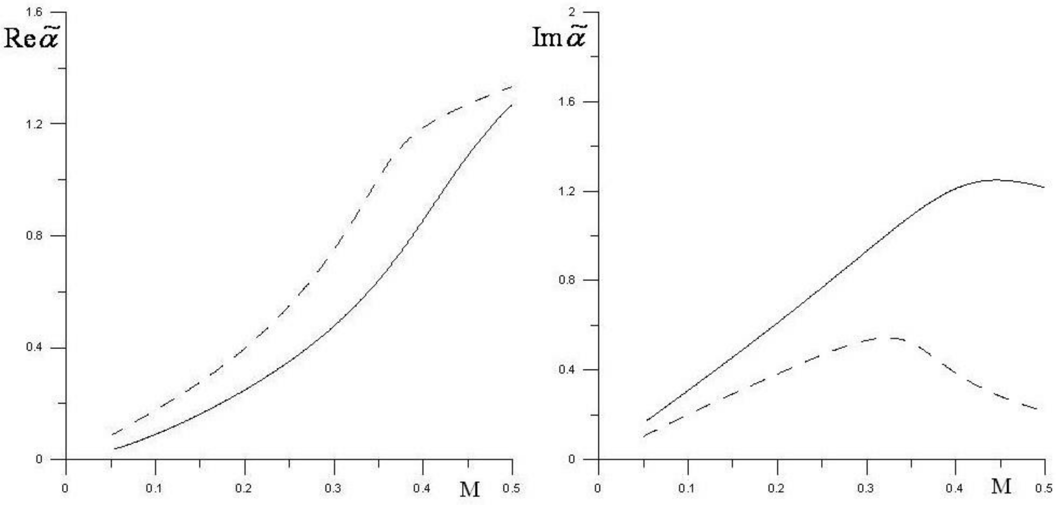


Рис.4. Зависимости безразмерной фазовой скорости (слева) и относительной скорости роста амплитуды неустойчивых возмущений (справа) от числа Маха. Остальные параметры такие же, как и на рисунке 2. Пунктирной линией показана соответствующая мода для профиля скорости из работы [1].

Литература

1. Бисенгалиев Р.А, Мусцевой В.В. // Сб. тр. IV Всероссийского науч. семинара «Физика Солнца и звезд», 22-25 апр. 2008 г., Элиста: Изд-во КалмГУ, 2008. С. 83.
2. Мусцевой В.В., Соловьев А.А. // Астрономический журнал. 1997. Т. 74. N 3. С. 254.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОИСТОЧНИКОВ НАД ПЯТНАМИ

Джимбеева Л. Н., Гольдварг Т. Б.
Калмыцкий государственный университет, Элиста

Введение. Колебания различных характеристик структур солнечной атмосферы наблюдаются уже более полувека. Сейчас диапазон найденных периодов варьируется в больших пределах: от нескольких минут до часов. Интерес к этим колебаниям обусловлен развитием нового направления физики Солнца – гелиосейсмологии, а именно локальной гелиосейсмологии, которая занимается исследованием колебательных процессов локальных структур атмосферы Солнца (пятен, активных областей и др.). Изучение колебательных процессов объектов солнечной активности является приоритетным направлением астрофизики, так как позволяет с помощью теоретических моделей определять физических характеристики солнечной плазмы.

Развитие локальной гелиосейсмологии требует многочасовых наблюдений с высоким пространственно-временным разрешением, кроме этого, кроме этого, следует учесть нестационарность исследуемых колебаний. Поэтому в этой работе при изучении колебательных процессов в избранных источниках наряду с традиционным Фурье-анализом используется нелинейный метод – вейвлет-анализ.

Квазичасовые колебания активно изучаются уже более двух десятков лет разными авторами, для этого используются наблюдения как космических аппаратов (например, GOES в рентгеновском диапазоне), так и наземных оптических [Наговицына, Наговицын 2002] и радио - телескопов [Гельфрейх, и др. 2003].

Данная статья является продолжением изучения долгопериодических колебаний (с периодами от 20 – 80 минут) над пятнами по наблюдениям в радиодиапазоне. До этого нами рассматривались колебания максимума интенсивности излучения радиоисточников, изменения их площади и объема (например, [Джимбеева, Гольдварг, 2008]), был проведен статистический анализ большого числа пятен и найдены периоды в десятки минут. Здесь мы расширили задачу, включив в нее кроме новых наблюдений еще и качественный сравнительный анализ периодов колебаний для различных линий уровня одного и того же пятна.

Наблюдательный материал. В данной работе приведены результаты исследования квазипериодических колебательных процессов по данным радиогелиографа Нобеяма, полученных на волне 1.76 см с пространственным разрешением порядка 10″. Наблюдения, выложенные на сайте, представляют собой банк данных 8-ми часовых наблюдений для определенных дат, поэтому мы были ограничены в выборе источника с промежутком наблюдения несколько дней.

В работе исследовались изменения интенсивностей радиоисточников над пятнами, изменения площадей радиопятен, площадей поверхностей образований (интегральные потоки излучения в центральной части и всей области). Для определения площади солнечных пятен нами была использована программа 3D FieldPro, предназначенная для цифровой обработки графических файлов на компьютере.

Программа позволяет проводить оцифровку в ручном и автоматическом режиме файлов. Для определения площади образования сначала создавалась группа изолиний (рис. 1), которые имеют различные значения коэффициентов, определяемые яркостью и цветом изображения. Шаг изменения коэффициентов изолиний может выбираться автоматически или вручную. После этого выбирается изолиния с определенным значением коэффициента и определяется площадь сечения объекта, ограниченной данной изолинией. Точность определения площади зависит от алгоритма построения изолинии в используемой программе и разрешения графического файла. Окончательное значение площади образования выдается в относительных единицах. Аналогично определяется площадь поверхности объекта, ограниченной изолинией.

Избранный источник радиоизлучения наблюдался 7 июля 1998 г. с 8.00 до 16.00 по всемирному времени. Для него с помощью описанной методики были получены следующие характеристики: длина изолинии, площадь, ограниченная изолинией, объем и площадь поверхности. Каждая линия уровня в зависимости от удаленности от центра радиоисточника изменяет и свой номер от максимального 240 до 17.

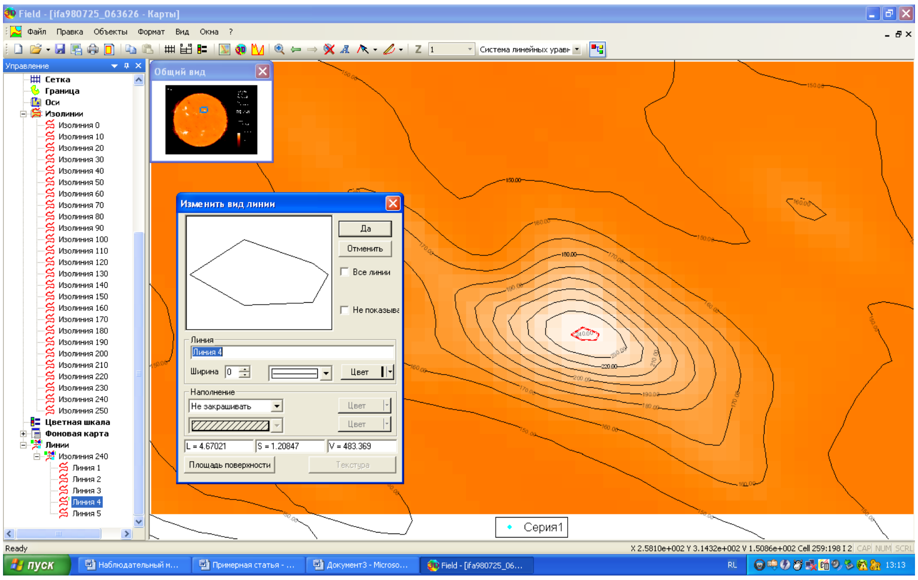


Рис.1. Изолинии радиоисточника в программе 3D FieldPro.

Вейвлет-анализ данных. Для определения периодов колебаний были использованы, как традиционный анализ Фурье, так и вейвлет-анализ, предназначенный для исследования нестационарных временных рядов.

Ограниченная информативность Фурье-анализа для нестационарных сигналов и практически полное отсутствие возможностей анализа их особенностей (сингулярностей), ограничивают его использование для многих задач астрофизики: так, гармонические базисные функции разложения не способны в принципе отображать перепады сигналов с бесконечной крутизной типа прямоугольных импульсов, т.к. для этого требуется бесконечно большое число членов ряда. При ограничении числа членов ряда Фурье в окрестностях скачков и разрывов восстановленного сигнала возникают осцилляции (явление Гиббса). Кроме этого, преобразование Фурье отображает глобальные сведения о частотах исследуемого сигнала и не дает представления о локальных свойствах сигнала при быстрых временных изменения его спектрального состава.

Вейвлет-анализ устраняет эти недостатки. Базис собственных функций, по которому проводится вейвлетное разложение сигналов, обладает многими специфическими свойствами и возможностями, так, базисные функции позволяют сконцентрировать внимание на тех или иных локальных особенностях анализируемых процессов. Принципиальное значение имеет возможность вейвлетов анализировать нестационарные сигналы с изменением компонентного содержания во времени или в пространстве. Вейвлет-анализ позволяет строить как аналогичный Фурье-спектр сигнала, так и отслеживать изменения частоты и амплитуды сигнала во времени.

Вейвлеты $\psi(t)$ имеют вид коротких волновых пакетов с нулевым интегральным значением, локализованных по оси аргументов (независимых переменных), инвариантных к сдвигу и линейных к операции масштабирования (сжатия/растяжения). По локализации во временном и частотном представлении вейвлеты занимают промежуточное положение между гармоническими (синусоидальными) функциями, локализованными по частоте, и функцией Дирака, локализованной во времени [Астафьева, 200].

Эти функции имеют свои характерные особенности, позволяющие обнаружить те или иные свойства рассматриваемой выборки. Здесь для анализа временных рядов был выбран вейвлет Морле вида (1), представляющий собой плоскую волну промодулированную функцией Гаусса. Вид этой функции (система максимумов и минимумов стремящихся к нулю вне небольшого интервала времени) определяет одно из главных его достоинств – хорошую приспособленность к частотно-временному анализу, позволяет точнее определять короткие периоды.

$$\psi(t) = \exp(-t^2/2)\exp(i2\pi\, t)\,, \tag{1}$$

Используем непрерывное вейвлет-преобразование вида (2)

$$W_\psi(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}}\int_{-\infty}^{\infty} f(t_i)\psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right)dt \qquad (2),$$

звездочка над $\psi(t)$ означает комплексное сопряжение, $a = 2^q$, $q = 1,\dots,p$ – масштабный коэффициент, определяющий растяжение базового вейвлета (масштаб играет роль периода колебаний в спектре Фурье), p выбирается так, чтобы величина 2^p не превышала число элементов m исходной последовательности. С помощью параметра сдвига b осуществляется перенос вейвлета $\psi_a(t)$ по длине реализации, то есть $b = 1,\dots,m$. При выполнении вейвлет-преобразованине (2), находится корреляция между анализируемым рядом $f(t_i)$ и выбранным вейвлетом $\psi_a(t)$ при растяжениях и сдвигах последнего по длине реализации. В результате образуется двумерный массив коэффициентов $W_\psi(a,b)$, представляющий выпуклую поверхность в трехмерном пространстве. Амплитуда динамического спектра вычисляется с помощью значений $W_\psi(a,b)$ по формуле $A = \sqrt{(8/m\pi)[(\mathrm{Re}W_\psi)^2 + (\mathrm{Im}W_\psi)^2]}$.

Результаты спектрального анализа. С целью обнаружения периодических компонент колебаний различных параметров «радиопятна» (площади, объема, периметра и др.) в зависимости от расстояния от центра радиоисточника был проведен вейвлет-анализ соответствующих временных рядов. Затем, результаты можно изобразить в виде динамических вейвлет - спектров, где по горизонтальной оси откладывается время наблюдения в минутах, а по вертикальной оси – период. Диаметр точек на графике можно связать с амплитудой A соответствующей квазипериодической компоненты (чем она больше, тем больше окружность).

Все исследуемые характеристики радиоисточников показали похожие колебательные режимы. Поэтому ниже (на рисунке 2) приведены динамических вейвлет-спектры (зависимости «мгновенных периодов» от времени наблюдения) только для площадей радиоисточника, наблюдаемого 7 июля 1998 г. В верхнем правом углу всех рисунков указан номер изолиний (чем ближе к центру, тем номер больше).

Как можно увидеть на рисунке, колебания площадей различных изолиний радиоисточника показывают схожие периоды – десятки минут. Но чем ближе к центру пятна (2 нижних рисунка) периодическая компонента (с периодом около 40 минут) начинает четко прослеживается и существует довольно долго: практически все время наблюдения. При этом период растет от 20 минут до 60 минут и этот эффект может быть связан с изменениями магнитного поля самого солнечного пятна с течением времени, относительно изменений магнитного поля окружающей атмосферы. Периоды же для изолиний с большей площадью уже не показывает таких результатов, так как здесь магнитное поле не оказывает существенного влияния.

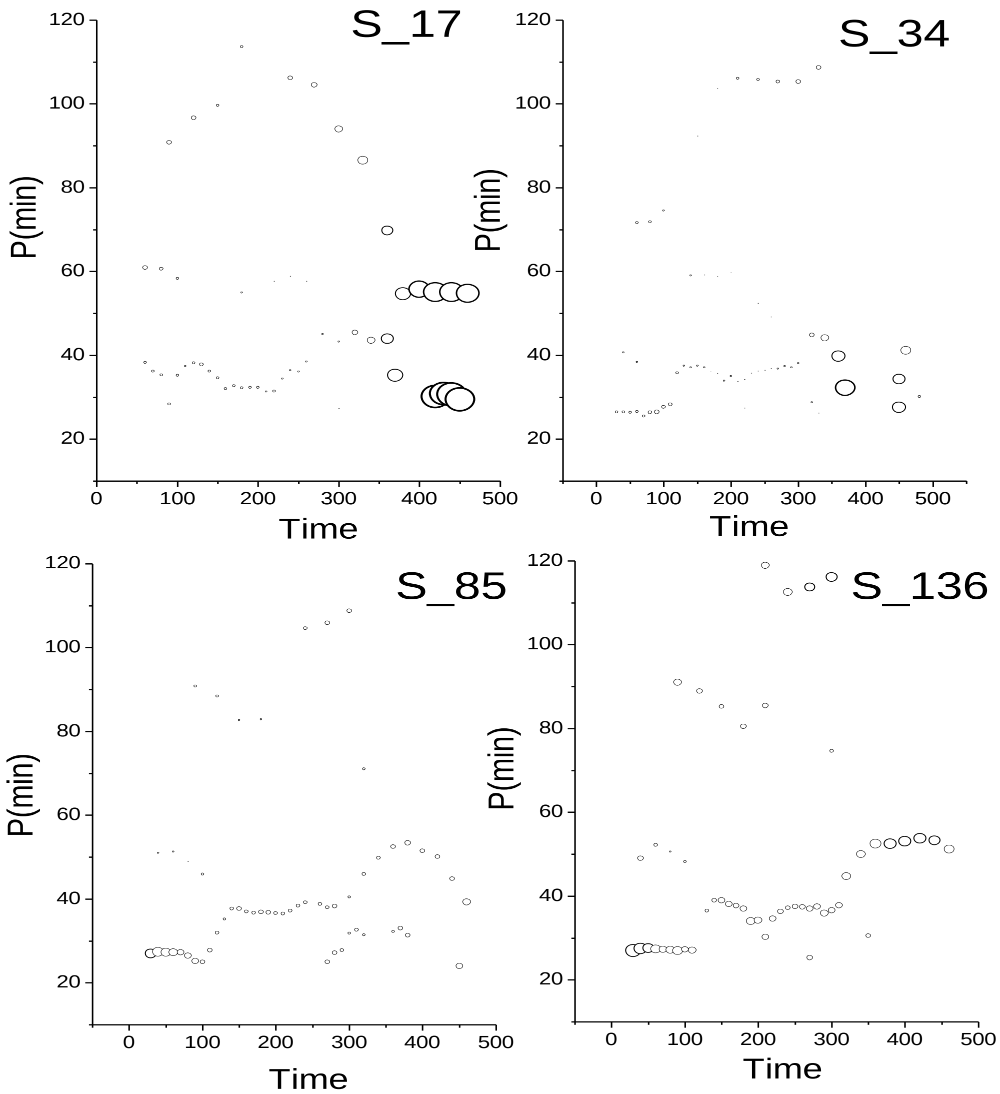


Рис. 2. Динамические вейвлет-спектры для площади радиоисточника на разных расстояниях от центра (в правом нижнем углу наиболее близкий к центру). По горизонтальной оси отложено время в минутах, а по вертикально период.

Литература

1. Астафьева Н.М. // УФН, 1996, 166, №11, 1145.
2. Гельфрейх Г.Б. и др. / Сб. трудов IV Всероссийского научного семинара «Актуальные проблемы физики солнечной и звездной активности», Н-Н, 2003, Т. 1, 58.
3. Джимбеева Л.Н., Гольдварг Т.Б. // Вестник КалмГУ, Элиста, 2008, 93.
4. Наговицына Е.Ю., Наговицын Ю.А. // Письма в Астрон. журн., 2002, Т. 28, №2, 140.

СТЯГИВАЕМЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ОБРАТИМЫЕ МАТРИЦЫ

Копейко В. И., Шакирова Н. В., Старунова А. В.
Калмыцкий государственный университет, Элиста

Abstract

In this paper we construct an invertible matrix for any unimodular row by using of a contraction the Koszul complex of the unimodular row.

По определению, любая строка произвольной обратимой матрицы – унимодулярна, обратное вообще говоря неверно. Например, если A = **R**[X,Y,Z]/< $X^2+Y^2+Z^2$-1> - координатное кольцо вещественной сферы, то унимодулярная строка (x,y,z), где x,y,z обозначают соответственно образы X,Y,Z в фактор-кольце A, не дополняется до обратимой матрицы (см., например, [6, гл.1]). Естественный вопрос: как по любой унимодулярной строке построить обратимую матрицу, рассматривался ранее рядом авторов (см., например, [5]). Целью работы является описание одной из таких конструкций, при этом для построения обратимой матрицы используется расщепление комплекса Козюля унимодулярной строки.

В работе мы будем придерживаться стандартных определений и обозначений, все рассматриваемые кольца предполагаются коммутативными и с 1. В частности, для произвольных A-модулей M, N через 1_M обозначается тождественный автоморфизм модуля M и через 0 обозначается нулевой гомоморфизм 0: M$\to$N.

Пусть A (коммутативное) кольцо с 1. Произвольный гомоморфизм A–модулей $f: M \to N_1 \oplus N_2$ мы будем записывать как пару гомоморфизмов A–модулей $f=\begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix}$.

Более точно, если $f(x)=\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$, где $x \in M$, $y_i \in N_i$, то $f_1: M \to N_1: f_1(x)=y_1$, $f_2: M \to N_2: f_2(x)=y_2$. Аналогично, любой гомоморфизм A–модулей $\varphi: M_1 \oplus M_2 \to N_1 \oplus N_2$ мы будем записывать в матричном виде $\varphi=\begin{pmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{pmatrix}$, где $\varphi_{ij}: M_j \to N_i$ для произвольных $1 \le i, j \le 2$. Простая проверка показывает справедливость следующих свойств, которыми в дальнейшем мы будем пользоваться без напоминания:

1. Если гомоморфизмы A–модулей $\varphi: M_1 \oplus M_2 \to N_1 \oplus N_2$, $\psi: N_1 \oplus N_2 \to K_1 \oplus K_2$ задаются соответственно матрицами $\varphi=\begin{pmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \end{pmatrix}$, $\psi=\begin{pmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} \\ \psi_{21} & \psi_{22} \end{pmatrix}$, то их композиция $\psi \circ \varphi: M_1 \oplus M_2 \to K_1 \oplus K_2$ представляется произведением соответствующих матриц.
2. Для любого гомоморфизма A–модулей $f: N \to M$, гомоморфизм $\begin{pmatrix} 1_M & f \\ 0 & 1_N \end{pmatrix}: M \oplus N \to M \oplus N$ является изоморфизмом с обратным, задаваемым матрицей

$\begin{pmatrix} 1_M & -f \\ 0 & 1_N \end{pmatrix}$. Более того, если M и N свободные A–модули конечного ранга, то данные матрицы раскладываются в произведение элементарных матриц.

Все необходимые определения о комплексах могут быть найдены в [2-4]. Напомним ряд определений.

Определение 1. Последовательность A–модулей и гомоморфизмов A–модулей

$$C_\bullet : \ldots \to C_{s+1} \xrightarrow{d_{s+1}} C_s \xrightarrow{d_s} C_{s-1} \xrightarrow{d_{s-1}} \ldots, \quad (1)$$

удовлетворяющих условию $d_s \circ d_{s+1} = 0$ для любого s, называется цепным комплексом. Гомоморфизмы d_s называются дифференциалами комплекса (1). Из определения следует, что $\operatorname{Im} d_{s+1}$ является подмодулем $Ker d_s$ для любого s. Если выполняется условие $\operatorname{Im} d_{s+1} = Ker d_s$ для любого s, то комплекс называется ацикличным. Ацикличный комплекс называют также точной последовательностью.

Замечание 1. Если в определении выше, гомоморфизмы d_s будут направлены в противоположную сторону, причем произведение любых двух последовательных гомоморфизмов есть нулевой гомоморфизм, то такие последовательности называются коцепными комплексами. В данной работе рассматриваются только цепные комплексы. Кроме того, мы рассматриваем только ограниченные комплексы, то есть комплексы, у которых только конечное число ненулевых модулей и гомоморфизмов. В дальнейшем слово комплекс всегда будет означать ограниченный цепной комплекс.

Определение 2**.** Комплекс

$$C_\bullet : 0 \to C_n \xrightarrow{d_n} C_{n-1} \xrightarrow{d_{n-1}} \ldots \to C_{k+1} \xrightarrow{d_{k+1}} C_k \xrightarrow{d_k} \ldots \to C_1 \xrightarrow{d_1} C_0 \to 0$$

называется стягиваемым, если существует последовательность гомоморфизмов A-модулей $s_k : C_k \to C_{k+1}$, называемых сечениями комплекса $C_\bullet$, таких, что $s_{k-1} \cdot d_k + d_{k+1} \cdot s_k = 1_{C_k}$ для любого $0 \le k \le n$.

Предложение. Любой стягиваемый комплекс - ацикличен.

Для доказательства предложения достаточно отметить, что, если $\{s_k\}$ - стягивание комплекса (1), то для любого $0 \le k \le n$ и произвольного $x \in Ker d_k$, имеем: $x = s_{k-1} \cdot d_k(x) + d_{k+1} \cdot s_k(x) = d_{k+1}(x) \in \operatorname{Im} d_{k+1}$. Следовательно, $Ker d_k \le \operatorname{Im} d_{k+1}$ и значит $Ker d_k = \operatorname{Im} d_{k+1}$ для любого $0 \le k \le n$. Предложение доказано.

Опишем построение комплекса Козюля. Для заданных элементов $a_1, a_2, \ldots, a_n \in A$ построим последовательность A-модулей и гомоморфизмов A-модулей

$$0 \to \Lambda^n(A^n) \xrightarrow{d_n} \Lambda^{n-1}(A^n) \xrightarrow{d_{n-1}} \Lambda^{n-2}(A^n) \xrightarrow{d_{n-2}} \ldots \to \Lambda^1(A^n) \xrightarrow{d_1} \Lambda^0(A^n) \to 0, \quad (2)$$

где $\Lambda^k(A^n)$ обозначает k-ую внешнюю степень свободного A-модуля A^n. Как хорошо известно (см., например, [1, 2]), $\Lambda^k(A^n)$ является свободным A–модулем ранга C_n^k для любого $0 \le k \le n$. Более точно, если $\{e_1, e_2, \ldots, e_n\}$ - (упорядоченный) базис свободного A–модуля A^n, то в качестве базиса $\Lambda^k(A^n)$ можно взять систему $\{e_{i_1} \Lambda e_{i_2} \Lambda \ldots \Lambda e_{i_k}, 1 \le i_1 < i_2 < \ldots < i_k \le n\}$, упорядоченную лексикографически. Но чтобы задать гомоморфизм на свободном модуле, достаточно задать его на базисных элементах. Положим

$$d_k(e_{i_1} \Lambda e_{i_2} \Lambda \ldots \Lambda e_{i_r} \Lambda e_{i_{r+1}} \Lambda \ldots \Lambda e_{i_k}) = \sum_{r=1}^{k} (-1)^{r+1} a_{i_r} \ (e_{i_1} \Lambda e_{i_2} \Lambda \ldots \Lambda e_{i_{r-1}} \Lambda e_{i_{r+1}} \Lambda \ldots \Lambda e_{i_k}).$$

Простая проверка показывает, что $d_k \circ d_{k+1} = 0$ и, значит, мы построили комплекс, который называется комплексом Козюля последовательности элементов $a_1, a_2, ..., a_n$, обозначаемый через $K_\bullet(a_1, a_2, ..., a_n)$ или $K_\bullet(v)$, где $v = (a_1, a_2, ..., a_n) \in A^n$.

Например, комплекс Козюля последовательности a, b имеет вид:
$0 \to A \xrightarrow{d_2} A^2 \xrightarrow{d_1} A \to 0$, где дифференциалы задаются соответственно матрицами $d_2 = \begin{pmatrix} -b \\ a \end{pmatrix}$, $d_1 = (a, b)$, а комплекс Козюля последовательности a, b, c имеет вид:

$$0 \to A \xrightarrow{\begin{pmatrix} c \\ -b \\ a \end{pmatrix}} A^3 \xrightarrow{\begin{pmatrix} -b & -c & 0 \\ a & 0 & -c \\ 0 & a & b \end{pmatrix}} A^3 \xrightarrow{(a,b,c)} A \to 0.$$

Найдем условия, при которых комплекс Козюля является точной последовательностью, для этого нам необходимо следующее определение.

Определение 3. Строка $v = (a_1, a_2, ..., a_n) \in A^n$ называется унимодулярной, если найдется строка $w = (b_1, b_2, ..., b_n) \in A^n$ такая, что $v \cdot w^T = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i = 1$. Множество всех унимодулярных строк длины n с элементами из кольца A обозначается через $Um_n(A)$.

Теорема. Комплекс Козюля произвольной унимодулярной строки ацикличен.

Доказательство. Пусть $v = (a_1, a_2, ..., a_n) \in Um_n(A)$ и пусть $w = (b_1, b_2, ..., b_n) \in A^n$ такая, что $v \cdot w^T = \sum_{i=1}^{n} a_i b_i = 1$. Рассмотрим комплекс Козюля (2) строки v и построим последовательность гомоморфизмов A-модулей $s_k : \Lambda^k(A^n) \to \Lambda^{k+1}(A^n)$, задав на базисных элементах следующей формулой: $s_k(e_{i_1} \wedge e_{i_2} \wedge ... \wedge e_{i_k}) = (-1)^k \sum_{p=1}^{n} b_p (e_{i_1} \wedge e_{i_2} \wedge ... \wedge e_{i_k} \wedge e_p)$ для любого $0 \le k \le n$. Докажем, что построенное семейство гомоморфизмов $\{s_k\}$ задает сечение комплекса (2). Для сокращения обозначений, $\Lambda^k(A^n)$ мы будем обозначать через C_k для любого $0 \le k \le n$.

1 шаг. Докажем, что $s_{n-1} \cdot d_n = 1_{C_n}$. Так как $\Lambda^n(A^n)$ свободный A–модуль ранга 1 с базисом $\{e_1 \Lambda e_2 \Lambda ... \Lambda e_n\}$, то достаточно доказать, что $(s_{n-1} \cdot d_n)\ (e_1 \Lambda e_2 \Lambda ... \Lambda e_n) = e_1 \Lambda e_2 \Lambda ... \Lambda e_n$
Воспользовавшись определением дифференциала, имеем: $d_n(e_1 \Lambda e_2 \Lambda ... \Lambda e_n) =$
$= a_1(e_2 \Lambda e_3 \Lambda ... \Lambda e_n) - a_2(e_1 \Lambda e_3 \Lambda ... \Lambda e_n) + ... + (-1)^{n+1} a_n (e_1 \Lambda e_2 \Lambda ... \Lambda e_{n-1})$.
Затем, воспользовавшись определением сечения, получаем:
$$s_{n-1}(e_2 \Lambda e_3 \Lambda ... \Lambda e_n) = (-1)^{n-1} b_1 (e_2 \Lambda e_3 \Lambda ... \Lambda e_n \Lambda e_1) + (-1)^{n-1} \sum_{k=2}^{n} b_k (e_1 \Lambda ... \Lambda e_k \Lambda ... \Lambda e_n \Lambda e_k).$$
Так как внешнее произведение элементов, среди которых есть равные элементы, равно 0, то все члены под знаком суммы равны 0. Кроме того, при перестановке рядом стоящих сомножителей, внешнее произведение элементов меняет знак на противоположный. Следовательно, $s_{n-1}(e_2 \Lambda e_3 \Lambda ... \Lambda e_n) = b_1(e_1 \Lambda e_2 \Lambda ... \Lambda e_n)$.

Аналогично, для произвольного $2 \le k \le n$, получаем:
$s_{n-1}(e_1 \wedge ... \wedge e_{k-1} \wedge e_{k+1} \wedge ... \wedge e_n) =$

$=(-1)^{n-1}b_k(e_1\wedge\ldots\wedge e_{k-1}\wedge e_{k+1}\wedge\ldots\wedge e_n\wedge e_k)=(-1)^{k+1}b_k(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_n)$, и, следовательно, $(s_{n-1}\circ d_n)(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_n)=$ $s_{n-1}\left(\sum_{k=1}^{n}(-1)^{k+1}a_k(e_1\wedge\ldots\wedge e_k\wedge\ldots\wedge e_n)\right)=$

$$=\sum_{k=1}^{n}(-1)^{2k+2}a_kb_k(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_n)=e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_n.$$

2 шаг. Докажем, что $s_{n-2}\cdot d_{n-1}+d_n\cdot s_{n-1}=1_{C_{n-1}}$. Выпишем базис $\{e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1};e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-2}\wedge e_n;\ \ldots;e_1\wedge e_3\wedge\ldots\wedge e_n;\ e_2\wedge e_3\wedge\ldots\wedge e_n\}$ свободного А-модуля $\Lambda^{n-1}(A^n)$, упорядоченный лексикографически. Аналогично шагу 1, получаем: $(s_{n-2}\circ d_{n-1})(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1})=\left(\sum_{i=1}^{n-1}a_ib_i\right)(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1})+\ (-1)^{n-2}[a_1b_n(e_2\wedge e_3\wedge\ldots\wedge e_{n-1}\wedge e_n)-$

$-a_2b_n(e_1\wedge e_3\wedge\ldots\wedge e_{n-1}\wedge e_n)+\ldots+(-1)^n a_{n-1}b_n(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-2}\wedge e_n)]$. С другой стороны, воспользовавшись сначала определением сечения s_{n-1}, а затем, подействовав на полученное внешнее произведение дифференциалом d_n, получаем: $(d_n\circ s_{n-1})(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1})=\ d_n((-1)^{n-1}b_n(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1}\wedge e_n))=\ (-1)^{n-1}b_n[a_1(e_2\wedge e_3\wedge\ldots\wedge e_n)$ - $-a_2(e_1\wedge e_3\wedge\ldots\wedge e_n)+\ldots+(-1)^n a_{n-1}(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-2}\wedge e_n)+(-1)^{n+1}a_n(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1})]$ и, следовательно, $(s_{n-2}\circ d_{n-1}+d_n\circ s_{n-1})(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1})=\left(\sum_{i=1}^{n}a_ib_i\right)(e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1})=e_1\wedge e_2\wedge\ldots\wedge e_{n-1}$.

Если в проведенных выше вычислениях сделать подстановку: $1\to i_1,2\to i_2,\ldots,n-1\to i_{n-1}$, то получим, что $(s_{n-2}\circ d_{n-1}+d_n\circ s_{n-1})(e_{i_1}\wedge e_{i_2}\wedge\ldots\wedge e_{i_{n-1}})=(e_{i_1}\wedge e_{i_2}\wedge\ldots\wedge e_{i_{n-1}})$ для произвольных $1\le i_1<i_2<\ldots<i_{n-1}\le n$ и, следовательно, $s_{n-2}\cdot d_{n-1}+d_n\cdot s_{n-1}=1_{C_{n-1}}$, что завершает шаг 2.

При доказательстве в шаге 2 мы использовали формулы, полученные на шаге 1. В результате возникает редукционная процедура и значит, доказательство теоремы можно завершить по индукции.

Замечание 2. В действительности, доказанная теорема есть частный случай предложения 1 из параграфа 9 в [3], но представленное доказательство проще.

Следствие. По любой унимодулярной строке длины n можно построить обратимую матрицу порядка 2^{n-1}.

Доказательство. Пусть $v=(a_1,a_2,\ldots,a_n)\in Um_n(A)$ и пусть $w=(b_1,b_2,\ldots,b_n)\in A^n$ такая, что $v\cdot w^T=\sum_{i=1}^{n}a_ib_i$. Рассмотрим комплекс Козюля (2) строки v и его стягивание $\{s_k\}$, построенное при доказательстве теоремы. Положим $M=\Lambda^n(A^n)\oplus\Lambda^{n-2}(A^n)\oplus\ldots\oplus K$, где $K=\Lambda^0(A^n)$, если n – четно и $K=\Lambda^1(A^n)$, если n - нечетно. Аналогично, положим $N=\Lambda^{n-1}(A^n)\oplus\Lambda^{n-3}(A^n)\oplus\ldots\oplus S$, где $S=\Lambda^1(A^n)$, если n – четно и $S=\Lambda^0(A^n)$, если n – нечетно. Так как А–модуль $\Lambda^k(A^n)$ для произвольного $0\le k\le n$ является свободным А–модулем ранга C_n^k, то M и N являются свободными А–модулями ранга 2^{n-1}.

Построим гомоморфизмы $\varphi:M\to N$, $\psi:N\to M$, задаваемые соответственно матрицами: $$\varphi=\begin{pmatrix} d_n & s_{n-2} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & d_{n-2} & s_{n-4} & 0 & \dots \\ 0 & 0 & d_{n-4} & s_{n-6} & \dots \\ 0 & 0 & 0 & d_{n-6} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix},\quad \psi=\begin{pmatrix} s_{n-1} & 0 & 0 & 0 & \dots \\ d_{n-1} & s_{n-3} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & d_{n-3} & s_{n-5} & 0 & \dots \\ 0 & 0 & d_{n-5} & s_{n-7} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}.$$

Нетрудно проверить, что $$\psi\circ\varphi=\begin{pmatrix} 1 & s_{n-1}\circ s_{n-2} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & s_{n-3}\circ s_{n-4} & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & s_{n-5}\circ s_{n-6} & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix},$$

$$\varphi\circ\psi=\begin{pmatrix} 1 & s_{n-2}\circ s_{n-3} & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & s_{n-4}\circ s_{n-5} & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & s_{n-6}\circ s_{n-7} & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix},$$

где 1 обозначает тождественный автоморфизм соответствующего А–модуля.

Как было отмечено выше, гомоморфизмы А–модулей, представленные матрицами, стоящими в правой части, является изоморфизмами, раскладывающимися в произведение элементарных преобразований. Следовательно, φ и ψ также являются изоморфизмами А–модулей, причем ψ является обратным к φ по модулю элементарных преобразований. При произвольном выборе базисов в M и N, φ соответствует обратимая матрица порядка 2^{n-1}, что завершает доказательство следствия.

Замечание 3. Нетрудно показать, что построенная в следствии матрица порядка 2^{n-1} при помощи элементарных преобразований приводима к матрице порядка n+1, определитель которой равен 1.

Замечание 4. Приведенная конструкция обратимой матрицы отличается от конструкции в [5], но можно показать, что они отличаются на произведение элементарных матриц и, в частности, их образы в группе $K_1(A)$ - совпадают.

Замечание 5. Аналогично показывается, что по любому стягиваемому комплексу, все члены которого являются проективными А-модулями конечного ранга, можно построить обратимую матрицу с коэффициентами из А.

В работе [5] была приведена обратимая матрица 8 порядка, построенная по унимодулярной строке длины 4. Приведем вид обратимой матрицы порядка 4, соответствующей унимодулярной строке $v=(a_1,a_2,a_3)$ длины 3.

Пусть $b_1,b_2,b_3\in A: a_1b_1+a_2b_2+a_3b_3=1$. В обозначениях выше, получаем, что в этом случае $M=A^0\oplus A^3=A^4$, $N=A^3\oplus A\ =A^4$, а обратимая матрица имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ -a_1 & 0 & -b_3 & b_2 \\ -a_2 & b_3 & 0 & -b_1 \\ -a_3 & -b_2 & b_1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Нетрудно проверить, что определитель данной (кососимметрической) матрицы равен 1.

Литература

1. Атья М., Макдональд И. Введение в коммутативную алгебру.- М.: Мир,1972, 160 с.
2. Басс Х. Алгебраическая К-теория.- М.: Мир, 1975, 592 с.
3. Бурбаки Н. Гомологическая алгебра.- М.: Наука, 1987, 184 с.
4. Гельфанд С.И., Манин Ю.И. Методы гомологической алгебры. - М.: Наука, 1988, 416с.
5. Суслин А.А. // Мат. сборник, 1977, 102, №4, 537.
6. Lam T.Y. Serre's Problem on Projective modules, Monographs in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 2006.

ОБ ОДНОЙ НЕТИПИЧНОЙ ЗАДАЧЕ ПО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ

Кочетков В. К.[1], Задорожная О. В.[1], Задорожный В. С.[2]
[1] *Калмыцкий государственный университет, Элиста*
[2]*Московский государственный университет, Москва*

Abstract

ON ONE NON-TYPICAL PROBLEM IN DIFFERENTIAL EQUATIONS THEORY, *by Kochetkov V.K., Zadorozhnaya O.V., and Zadorozhny V.S.* The problem of finding integrals of some ordinary differential equations and partial differential equations with rational right-hand side. The results can be used in the geometric theory of functions.

В работе рассматривается задача нахождения интегралов некоторых обыкновенных дифференциальных уравнений, а также дифференциальных уравнений в частных производных с рациональной правой частью. Полученные результаты могут быть использованы в геометрической теории функций комплексного переменного.

В частности, в статье рассматривается задача нахождения интегралов дифференциальных уравнений вида

$$\frac{z \cdot F_z^{/}}{F_t^{/}} = p(z,t), \qquad (1)$$

а также вида

$$t' = p(z,t), \qquad (2)$$

выражающиеся через некоторое число заданных функций $p_i(z),\ i = \overline{0,n}$.

Результат рассмотрения сформулирован в виде утверждения, следствия и замечаний.

Утверждение 1. Интеграл *F(z,t)* дифференциального уравнения (1) при

$$p(z,t) = \frac{h_2(z)t^2 + h_1(z)t + h_0(z)}{t + h_3(z)}, \qquad (3)$$

выражающийся через три заданные функции $p_i(z),\ i = \overline{0,2}$, $p_i(0) \neq 0$, имеет вид

$$F(z,t) = a_2(z)t^2 + a_1(z)t + a_0(z), \qquad (4)$$

где

$$a_2(z) = c_2 \nu^2(z),\ \nu(z) = z^{p_2(0)} \cdot \exp\left[\int \frac{p_2(z) - p_2(0)}{z} dz\right] = \exp\left[\int \frac{p_2(z)}{z} dz\right], \qquad (5)$$

$$a_1(z) = \nu^2(z)(c_1 + 2c_2 \int \frac{p_1(z)}{1+z} dz), \qquad (6)$$

$$a_0(z) = \left(\frac{\nu(z)}{2c_2} \cdot \left(c_1 + 2c_2 \int \frac{p_1(z)}{1+z} dz\right)\right)^2 + 2\int \frac{p_0(z)}{z} \cdot a_2(z) dz, \qquad (7)$$

где c_1, c_2 – произвольные постоянные.

Доказательство. С учетом (3), (4) составляем выражения вида (1), (2). Полагая $\frac{1}{t + h_3(z)} = \tau,\ t + h_3(z) = \frac{1}{\tau}$, с учетом (2), получим выражение вида (3) при $h(z,\tau) = \tau \cdot p_2(z) + \tau^2 \cdot p_1(z) + \tau^3 \cdot p_0(z)$, где $p_i(z),\ i = \overline{0,2}$- заданные функции, а

$$p_2(z)=h_2(z),\ p_1(z)=h_3(z)-2h_2(z)\cdot h_3(z)+h_1(z), \tag{8}$$

$$p_0(z)=p_2\cdot h_3(z)-h_1(z)\cdot h_3(z)+h_0(z). \tag{9}$$

Рассмотрением (8), (9) получим (5)-(7). Теорема доказана.

Следствие 1. Пусть

1) $p_i(z),\ i=\overline{0,2}$ - регулярные в $E=\{z:|z|<1\}$ функции, удовлетворяющие условию $\mathrm{Re}[p_i(z)]>0$ в E;

2) функция $p(z,t)$ в (3) регулярна в E при каждом $t\in T=\{t\}$, а ее вещественная часть положительна в E при каждом $t,\ 0\le t<\infty$.

Тогда функция $F(z,t)$ в (4) регулярна и однолистна в E при каждом $t,\ 0\le t<\infty$, что следует из теории Левнера-Куфарева для однолистных функций.

Замечание 1. Задача выражения интегралов $F(z,t)$ через четыре заданные функции $p_i(z),\ i=\overline{0,3}$, решается рассмотрением дифференциального уравнения (1) при

$$p(z,t)=p_3(z)t+\frac{1}{p_2(z)t+p_1(z)t+p_0},$$

$$F(z,t)=\frac{a_2(z)t^2+a_1(z)t+a_0(z)}{b_1(z)t+b_0(z)} \tag{10}$$

или

$$F(z,t)=a_3(z)t^3+a_2(z)t^2+a_1(z)t+a_0(z) \tag{11}$$

Выражение коэффициентов в (10), (11) через функции $p_i(z),\ i=\overline{0,3}$, не приводятся в силу их громоздкости и ограниченности объема статьи.

Замечание 2. Задача выражения интегралов $F(z,t)$ через пять заданных функций $p_i(z),\ i=\overline{0,4}$, решается рассмотрением дифференциального уравнения (1) при

$$p(z,t)=p_4(z)t^2+p_3(z)t+\frac{1}{p_2(z)t+p_1(z)t+p_0},$$

$$F(z,t)=\frac{a_2(z)t^2+a_1(z)t+a_0(z)}{b_2(z)t^2+b_1(z)t+b_0(z)}.$$

В геометрической теории функций комплексного переменного хорошо известно дифференциальное уравнение Левренева-Куфарева, являющееся источником построения параметрического семейства однолистных в единичном круге функций и получения некоторых утверждений, значение которых определяется возможностью сводить изучение различных экстремальных и геометрических задач на классах функций к некоторым задачам о свойствах обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем, а также к уравнениям в частных производных. Полученные в статье результаты могут быть использованы теории однолистных функций.

II. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НАУЧНОСТИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Коннов Ю. В., Кузьмичева А. Е.
Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан

Abstract

The article is covers to the principles of science and consistency in the training. Examines the influence of the opening of the first Nobel prize laureate of W. C. Rontgen for the next fundamental discoveries marked the prize.

«Эффективность образовательного процесса определяется гармонией и согласованностью целей различных уровней…» [Хуторской А.В. 2007 г.]. Цели и задачи обучения физике в вузе и средней образовательной школе многообразны. Их реализация в современной системе образования осуществляется путём совершенствования содержания, перехода от знаниецентристского к компетентностному подходу и эффективного сочетания традиционных и современных образовательных технологий. Образовательный процесс должен соответствовать основным дидактическим принципам. В данной работе обращается внимание на связь принципов научности, систематичности и последовательности при обучении физике. «В содержании предмета раскрываются основы науки, факты, понятия, законы, теории, фундаментальные опыты, … успехи и достижения физической науки и их использование на практике» [С.Е. Каменецкий, Иванова Л.А., 1987 г.]. Принцип научности означает также включение проблем и методов исследования, то есть методов научного познания природы. Критерием научной значимости материала, включаемого в содержание обучения, являются «наиболее полные отражения достижений современной науки в той мере и на таком уровне, насколько это позволяют учебные возможности школьников» [Загрекова Л.И., Николина В.В., 2007 г.].

Современная кредитная система обучения в вузе с ее особым вниманием к самостоятельной работе студентов, внедрение проектной деятельности в процесс обучения вуза и средней общеобразовательной школы расширяют возможности реализации дидактических принципов обучения, на основе использования логики изучаемой науки, логики её развития. Исследование науки в её историческом развитии позволяет отразить преемственность в деятельности ученых, влияние достижений одних учёных на значимые открытия других.

Более ста лет наиболее значимый вклад в науку отмечается самой престижной премией, названной по имени её учредителя шведского инженера-химика Альфреда Бернхарда Нобеля, научная и производственная деятельность которого проходила в нескольких странах Европы, в том числе и в России. [Дорфман Я.Г., 2007, Ильин В.И., 2003]. Для процесса обучения, на наш взгляд, особенно важную роль может иметь внимание к имени первого Нобелевского лауреата по физике Вильгельма Конрада Рентгена (1901, Германия) за открытие Х-лучей. [Официальный сайт Нобелевского комитета]

Слова «рентген», «рентгеновская установка» сейчас знакомы каждому взрослому человеку. Изучение истории открытия Х-лучей и влияния этого открытия на дальнейшее развитие физической науки, его практическое применение не только будет способствовать формированию предметной компетентности обучаемых, но и стимулированию их познавательной деятельности, развитию внутренней мотивации к изучению предмета.

Открытие В. К. Рентгена нашло отражение в науке и практической деятельности человека. Можно выделить следующие направления:

- отражение открытия В.К. Рентгена в открытиях, отмеченных Нобелевскими премиями различных лет;
- роль открытия В.К.Рентгена в развитии астрофизической науки.
- роль открытия В.К.Рентгена в медицине, промышленности и в сельском хозяйстве.

В данной статье рассматривается первое направление.

Вначале кратко об открытии, отмеченном первой Нобелевской премией. Х-лучи открыты в Вюрцберге случайно, после чего были проведены различные исследования [Ильин В.А., 2003 г.]. В 1895 г. В.К.Рентген обнаружил, что при электрическом разряде в трубке испускаются лучи, способные проникать через тела, не прозрачные для обычного света. В науке до сих пор сохраняется авторское название «Х-лучи». В учебной литературе более распространено название «рентгеновские лучи» или «рентгеновское излучение», подчеркивающее имя автора. Рентген не только обнаружил, но и провел первые тщательные изучения свойств объекта, обнаружил, что Х-лучи вызывают почернение фотопластинки, потерю электроскопом заряда, вследствие ионизации воздуха, разработал наиболее оптимальное устройство трубки [Ландсберг Г.С., 1958 г.].

Далее целесообразно внимание обучаемых обратить на то, что открытие Рентгена вызвало резонанс, привлекло внимание многих ученых, которые внесли свой вклад в исследование рентгеновских лучей. Результаты их работы еще больше подчеркивают значимость открытия Х-лучей. Среди первых исследователей были Д.Г.Стокс и Д.А.Гольдгаммер. Они вместе с В.К.Рентгеном высказали мысли, что Х-лучи – это электромагнитные волны, возникающие при торможении катодных лучей на аноде (антикатоде). Интересно отметить, что только в 1897 г., то есть через 2 года после открытия Х-лучей, Дж. Дж. Томсон прямыми опытами с катодными лучами показал, что они представляют собой поток электронов [Кудрявцев П.С., 1956 г.]. Это открытие отмечено Нобелевской премией 1906 г. Поэтому Д.Г. Стокс уже мог говорить о торможении электронов и излучении электромагнитного импульса в соответствии с теорией Максвелла. Но излучение могло иметь и другую природу. В физике того времени рассматривались возможность существования двух принципиально различных объектов природы. Эти объекты - волны и частицы. К классу каких объектов относятся Х-лучи? Таким образом, одним из главных вопросов в исследовании Х-лучей был вопрос об их природе. Ответить на данный вопрос можно было путём исследования свойств обнаруженного излучения.

Известно, что характерным свойством любого волнового процесса является способность к интерференции и дифракции. Дифракция становится заметной при размере препятствия, сравнимом с длиной волны. Поэтому для ее осуществления необходимо знание длины волны. А как быть, если не известна не только длина волны, но и вообще – является ли исследуемый объект волной или частицей. Учащихся, студентов не может не поразить гений Макса фон Лауэ, который в этих условиях неизвестности осуществил опыты по дифракции рентгеновских лучей на кристаллах, утвердив их волновую природу. Сама идея использовать кристалл как дифракционную решетку гениальна. Результатом исследований М.ф.Лауэ стало рождение специального направления в науке - кристаллографии, в которой рентгеновское излучение используется для определения структуры кристаллов, а по дифракции на кристаллах с известной структурой определяется длина волны рентгеновских лучей. Научные заслуги М.ф.Лауэ по исследованию рентгеновских лучей отмечены Нобелевской премией 1914 г.

Рентгеновские лучи все больше проникают в науку. Нобелевская премия 1915 г. присуждена Уильяму Генри Брэггу и Уильяму Лоренс Брэггу за заслуги в исследовании структуры кристаллов с помощью рентгеновских лучей, изобретение спектрометра, анализ ДНК, глобулярных протеинов, в частности, гемоглобин. Ими разработан новый метод осуществления дифракции рентгеновских лучей, отличный от метода М.ф.Лауэ.

Дифракция рентгеновских лучей, ее роль в кристаллографии и возможность определения длины волны излучения привлекли внимание ряда ученых. Генри Мозли (Великобритания) в 1911 г. разработал метод широкого расходящегося пучка, образующего всевозможные углы скольжения. Петер Йозеф Вильгельм Дебай и Пауль Шеррер (Швейцария) в 1916 г. разработали метод исследования структуры мелкокристаллических порошков (поликристаллов) при помощи дифракции рентгеновских лучей.

Рентгеновское излучение, обнаруженное в первых опытах с рентгеновской трубкой - это тормозное излучение со сплошным спектром. Следующая Нобелевская премия по проблеме рентгеновских лучей присуждена в 1917 г., ею отмечен Чарльз Г. Баркла (Великобритания) за открытие характеристического рентгеновского излучения. Оно является результатом перехода электрона атомов тяжелых элементов на нижние энергетические уровни. Спектр энергетических уровней и, следовательно, спектральные линии излучения характеризуют излучающий элемент. Поэтому возникающее монохроматическое излучение позволяет исследовать свойства вещества. Характеристическое излучение может возникать на антикатоде при торможении электронов, прошедших достаточно большую ускоряющую разность потенциалов.

Рентгеновское излучение остается объектом науки и в 1927 г. Артуру Комптону (США) присуждается Нобелевская премия за открытие эффекта, носящего его имя. А.Комптон исследовал рассеяние рентгеновских лучей на свободных электронах. Разделив рассеянное излучение по компонентам в соответствии с длиной волны, он обнаружил, что рентгеновские лучи ведут себя подобно свету. Работы А.Комптона сделали изучение рентгеновских лучей одним из направлений оптики.

За разработку метода регистрации совпадений акта испускания кванта излучения и электрона при рассеянии рентгеновского кванта на водороде в 1958 г. присуждена Нобелевская премия Вальтеру Боте (Германия).

Интересно, что когда стоял вопрос о природе Х-лучей, обнаружение их дифракции рассматривалось как подтверждение их волновой природы. Но в 1929 г. Луи де Бройль (Франция) получил Нобелевскую премию за открытие волновых свойств электрона (частицы), а в 1937 г. Клинтон Джозеф Дэвиссон (США) и Джордж Паджет Томсон (Великобритания) получили Нобелевскую премию за экспериментальное открытие дифракции электронов в кристаллах. Фундаментальные опыты по дифракции частиц проводились по методам, разработанным ранее с целью исследования природы рентгеновских лучей и их использования в кристаллографии.

Таким образом, исследование рентгеновских лучей позволяет показать логику развития науки. Прослеживание «генетических» связей величайших открытий, отмеченных Нобелевскими премиями и связанных с физикой рентгеновских лучей, исследование областей и целей применения этого излучения в науке, медицине, промышленном производстве, сельском хозяйстве, можно провести во внеклассной (внеаудиторной) работе с обучаемыми по технологии проектной деятельности, разрабатывая групповой проект. Отдельные вопросы могут быть темами рефератов, докладов на тематических конференциях. Такое «прослеживание» формирует логическое мышление, направляет мышление «на перспективу», способствует формированию компетентности постановки и разрешения проблемы.

Литература

1. Дорфман Я.Г., Всемирная история физики, изд. Комкнига, М., 2007.
2. Загрекова Л.И., Николина В.В., Дидактика, изд. Высшая школа, М., 2007.
3. Ильин В.А., История физики, изд. ACADEMA, М., 2003.
4. Каменецкий С.Е., Иванова Л.А., Методика преподавания физики в средней школе, М., Просвещение,1987.
5. Кудрявцев П.С., История физики, гос. уч.-пед. изд. мин. просв. РСФСР, М., 1956.
6. Ландсберг Г.С., Оптика, гос. Изд. технико-теоритич. литературы, М., 1958.
7. Официальный сайт Нобелевского комитета, http://www.nobelprize.org
8. Хуторской А.В., Современная дидактика, изд. Высшая школа, Москва, 2007.

ФОРМИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ В ШКОЛЕ

Коншаева Г. Б.
Калмыцкий республиканский институт повышения квалификации работников образования, Элиста

Программа развития универсальных учебных действий на ступени основного образования конкретизирует требования Стандарта к личностным и метапредметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования, дополняет традиционное содержание образовательно-воспитательных программ и служит основой для разработки примерных программ учебных предметов, курсов, дисциплин, а также программ внеурочной деятельности.

Программа развития универсальных учебных действий (УУД) в основной школе определяет:

— цели и задачи взаимодействия педагогов и обучающихся по развитию универсальных учебных действий в основной школе, описание основных подходов, обеспечивающих эффективное их усвоение обучающимися, взаимосвязи содержания урочной и внеурочной деятельности обучающихся по развитию УУД;

— планируемые результаты усвоения обучающимися познавательных, регулятивных и коммуникативных универсальных учебных действий, показатели уровней и степени владения ими, их взаимосвязь с другими результатами освоения основной образовательной программы основного общего образования;

— основные направления деятельности по развитию УУД в основной школе, описание технологии включения развивающих задач как в урочную, так и внеурочную деятельность обучающихся;

— условия развития УУД;

— преемственность программы развития универсальных учебных действий при переходе от начального к основному общему образованию.

Целью программы развития универсальных учебных действий является обеспечение умения школьников учиться, дальнейшее развитие способности к самосовершенствованию и саморазвитию, а также реализация системно-деятельностного подхода, положенного в основу Стандарта, и развивающего потенциала общего среднего образования.

Понятие «универсальные учебные действия».

Универсальные учебные действия (УУД) – это действия, обеспечивающие овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу умения учиться. В широком смысле слова «универсальные учебные действия» означают саморазвитие и самосовершенствование путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта.

Виды универсальных учебных действий.

Личностные действия.

Регулятивные действия.

Познавательные универсальные действия.

Коммуникативные действия

Содержание и способы общения и коммуникации обусловливают развитие способности обучающегося к регуляции поведения и деятельности, познанию мира, определяют образ «Я» как систему представлений о себе, отношений к себе. Именно поэтому особое внимание в программе развития универсальных учебных действий уделяется становлению коммуникативных универсальных учебных действий.

По мере формирования в начальных классах личностных действий ученика (смыслообразование и самоопределение, нравственно-этическая ориентация) функционирование и развитие универсальных учебных действий (коммуникативных, познавательных и регулятивных) в основной школе претерпевают значительные изменения. Регуляция общения, ко-операции и сотрудничества проектирует определённые достижения и результаты подростка, что вторично приводит к изменению характера его общения и Я-концепции.

Исходя из того что в подростковом возрасте ведущей становится деятельность межличностного общения, приоритетное значение в развитии УУД в этот период приобретают коммуникативные учебные действия. В этом смысле задача начальной школы «**учить ученика учиться**» должна быть трансформирована в новую задачу для основной школы — «**учить ученика учиться в общении**».

Планируемые результаты усвоения обучающимися универсальных учебных действий

В результате изучения базовых и дополнительных учебных предметов, а также в ходе внеурочной деятельности у выпускников основной школы будут сформированы личностные, познавательные, коммуникативные и регулятивные универсальные учебные действия как основа учебного сотрудничества и умения учиться в общении.

Функции универсальных учебных действий включают:

-обеспечение возможностей учащегося самостоятельно осуществлять деятельность учения, ставить учебные цели, искать и использовать необходимые средства и способы их достижения, контролировать и оценивать процесс и результаты деятельности;

-создание условий для гармоничного развития личности и ее самореализации на основе готовности к непрерывному образованию, необходимость которого обусловлена поликультурностью общества и высокой профессиональной мобильностью;

-обеспечение успешного усвоения знаний, умений и навыков и формирование компетентностей в любой предметной области.

В основе концепции УУД лежит системно-деятельностный подход, который обеспечивает:

- *формирование готовности к саморазвитию и непрерывному образованию;*
- *проектирование и конструирование социальной среды развития обучающихся в системе образования;*
- *активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;*

- *построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся.*

Личностные универсальные учебные действия

В рамках **когнитивного компонента** будут сформированы:

• образ социально-политического устройства — представление о государственной организации России, знание государственной символики (герб, флаг, гимн), знание государственных праздников;

• знание положений Конституции РФ, основных прав и обязанностей гражданина, ориентация в правовом пространстве государственно-общественных отношений;

В рамках **ценностного и эмоционального компонентов** будут сформированы:

• уважение к истории, культурным и историческим памятникам;

• уважение к другим народам России и мира и принятие их, межэтническая толерантность, готовность к равноправному сотрудничеству;

• уважение к ценностям семьи, любовь к природе, признание ценности здоровья, своего и других людей, оптимизм в восприятии мира;

• потребность в самовыражении и самореализации, социальном признании;

• позитивная моральная самооценка и моральные чувства — чувство гордости при следовании моральным нормам, переживание стыда и вины при их нарушении.

В рамках **деятельностного (поведенческого) компонента** будут сформированы:

• готовность и способность к выполнению норм и требований школьной жизни, прав и обязанностей ученика;

• умение вести диалог на основе равноправных отношений и взаимного уважения и принятия; умение конструктивно разрешать конфликты;

• готовность к выбору профильного образования.

Выпускник получит возможность для формирования:

• выраженной устойчивой учебно-познавательной мотивации и интереса к учению;

• готовности к самообразованию и самовоспитанию;

• адекватной позитивной самооценки и Я-концепции;

• компетентности в реализации основ гражданской идентичности в поступках и деятельности;

• морального сознания на конвенциональном уровне, способности к решению моральных дилемм на основе учёта позиций участников дилеммы, ориентации на их мотивы и чувства; устойчивое следование в поведении моральным нормам и этическим требованиям;

• эмпатии как осознанного понимания и сопереживания чувствам других, выражающейся в поступках, направленных на помощь и обеспечение благополучия.

Регулятивные универсальные учебные действия

Развитие регулятивных действий связано с формированием произвольности поведения. Критериями сформированности у учащегося произвольной регуляции своего поведения и деятельности выступают следующие умения

Выпускник научится:

• самостоятельно анализировать условия достижения цели на основе учёта выделенных учителем ориентиров действия в новом учебном материале;

• планировать пути достижения целей;

• уметь самостоятельно контролировать своё время и управлять им;

• принимать решения в проблемной ситуации на основе переговоров;

Выпускник получит возможность научиться:

• построению жизненных планов во временной перспективе;

• выделять альтернативные способы достижения цели и выбирать наиболее эффективный способ;

• *адекватно оценивать свои возможности достижения цели определённой сложности в различных сферах самостоятельной деятельности.*

Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

• устанавливать и сравнивать разные точки зрения, прежде чем принимать решения и делать выбор;

• аргументировать свою точку зрения, спорить и отстаивать свою позицию не враждебным для оппонентов образом;

• осуществлять контроль, коррекцию, оценку действий партнёра, уметь убеждать;

Выпускник получит возможность научиться:

• *учитывать и координировать отличные от собственной позиции других людей в сотрудничестве;*

• *брать на себя инициативу в организации совместного действия (деловое лидерство);*

• *оказывать поддержку и содействие тем, от кого зависит достижение цели в совместной деятельности*;

• в совместной деятельности чётко формулировать цели группы и позволять её участникам проявлять собственную энергию для достижения этих целей.

Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

• основам реализации проектно-исследовательской деятельности;

• осуществлять расширенный поиск информации с использованием ресурсов библиотек и Интернета;

• осуществлять выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий;

• давать определение понятиям;

Выпускник получит возможность научиться:

• *ставить проблему, аргументировать её актуальность;*

• *выдвигать гипотезы о связях и закономерностях событий, процессов, объектов;*

• *организовывать исследование с целью проверки гипотез.*

Формирование универсальных учебных действий: личностных, регулятивных, познавательных и коммуникативных – в образовательном процессе осуществляется в контексте усвоения разных учебных предметов. Проектирование образовательно-воспитательной программы начального образования должно быть согласовано с программой развития универсальных учебных действий.

Универсальные учебные действия, их свойства и качества определяют эффективность образовательного процесса, в частности усвоение знаний, формирование умений, образа мира и основных видов компетенций учащегося, в том числе социальной и личностной.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Кукаева Л. И.
МКОУ «Сарпинская СОШ» Кетченеровского района РК

Современное преподавание в школе сталкивается с проблемой снижения интереса учащихся к изучению предметов. Перед нами педагогами ставиться задача – пробудить интерес, не отпугнуть ребят сложностью предмета, особенно на первоначальном этапе изучения курса физики. Чтобы учение не превратилось для ребят в скучное и однообразное занятие, нужно на каждом уроке вызывать у ребят приятное ощущение новизны познаваемого. Знакомясь с множеством современных педагогических технологий по направлениям модернизации, я в своей практике выбрала технологии на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся, так как принцип активности ребенка в процессе обучения был и остается одним из основных. Такое качество деятельности, характеризуется высоким уровнем мотивации, осознанной потребностью в усвоении знаний и умений, результативностью. Использование компьютера на уроке способствует внедрению новых современных педагогических технологий в учебно-воспитательный процесс.

Характерной особенностью школьников в изучении физики состоит в том, чтобы помочь им осознать важность и универсальность изучаемых законов, создать условия для самореализации личности каждого учащегося в процессе обучения, развить потребность в самостоятельной творческой и исследовательской деятельности в рамках физической науки, вооружить необходимым методологическим материалом.

На сегодняшний день существует большое количество новых педагогических технологий: информационно-коммуникативные технологии (ИКТ); теория решения изобретательских задач (ТРИЗ); обучение в сотрудничестве (ОВС); коллективный способ обучения (КСО); использование электронно-образовательных ресурсов (ЭОР).

Большие возможности содержатся в использовании компьютерных технологий (ИКТ) при обучении физике. Компьютерная проектная среда Живая Физика предоставляет возможности для интерактивного моделирования движения в гравитационном, электростатическом магнитном или любых других полях, а также движения, вызванного всевозможными видами взаимодействия объектов, содержит компьютерные эксперименты, задания для самостоятельной работы учащихся, компьютерные иллюстрации. Комплект представляет единую методическую систему.

Программа Живая Физика позволяет изучать школьный и вузовский курс физики, усваивать основные физические концепции и сделать более наглядными абстрактные идеи и теоретические построения (такие как, например, напряженность электростатического или магнитного поля). При этом нет необходимости использовать сложное в налаживании, громоздкое, дорогостоящее, а иногда даже опасное оборудование.

Пример исследования явления диффузии на рис. 1 (а, б). Ученик наблюдает явление на экране монитора модель явления диффузии, определяет время, за которое перемешиваются молекулы двух сортов при различных температурах. Наблюдает явления, делает выводы. Что сделали кружочки – молекулы в итоге? (смешались). Как влияет изменение температуры жидкостей при данном явлении? Как называют данный процесс? (диффузия).

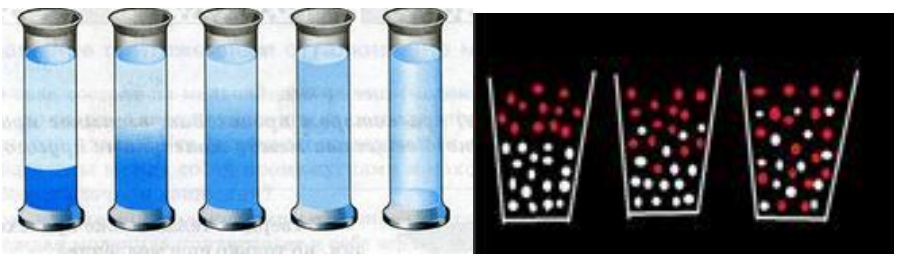


Рис. 1 а) б)

И в качестве одной из форм обучения, стимулирующих учащихся к творческой деятельности, я предлагаю создание одним учеником или группой учеников мультимедийной презентации, сопровождающей изучение какой-либо темы курса « Что изучает физика?». На рис. 2 представлен фрагмент слайда урока физики в 7 классе. Проверяем, как усвоили учащиеся основные физические термины: тело, вещество, явления. Представлены интерактивные картинки.

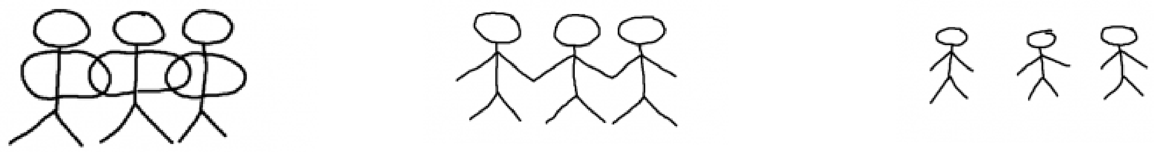
Рис. 2.

Здесь каждый из учащихся имеет возможность самостоятельного выбора формы представления материала, компоновки и дизайна слайдов. Кроме того, он имеет возможность использовать все доступные средства мультимедиа, для того, чтобы сделать материал наиболее зрелищным. Наряду с этим мы стали внедрять в свою деятельность базу уже созданных электронных ресурсов. Существует огромное число готовых программных продуктов, которые могут быть использованы учителями физики при проведении современных уроков с применением новых информационных технологий. Подобные уроки позволяют повысить мотивацию учащихся в изучении физики, активизировать их познавательную деятельность, формировать общее мировоззрение на научном уровне.

В основе педагогической технологии ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) лежит формирование у учащихся сильного мышления, воспитания творческой личности, подготовленной к решению сложных проблем в различных областях деятельности. ТРИЗ возникла в технике, но помимо технических систем существуют и другие – научные, художественные, социальные и т.д. при этом развитие всех систем подчинено сходным закономерностям, поэтому основные идеи и принципы ТРИЗ могут быть распространены на решение различных задач. Процесс решения изобретательской задачи можно рассматривать как выявление, анализ и разрешение некоторого противоречия в ходе применения алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ) и прийти к идеальному конечному результату (ИКР). АРИЗ позволяет перейти от расплывчатой и туманной исходной ситуации к схематической модели задачи, анализ – найти причины возникновения противоречия. Владение методами решения изобретательских задач позволяют учащимся изобретать, самореализовываться, преодолевать стереотипы мышления, вырабатывать умения работать с нетривиальными идеями.

Фрагмент № 1 урока по теме «Плотность», 7 класс.

Попробуем смоделировать с помощью приема маленьких человечков железо в разных агрегатных состояниях, но человечками будете вы сами. Ученики по желанию выходят к доске и демонстрируют плотность железа твердого, стоя рядом друг с другом. При демонстрации железа жидкого дети отходят на шаг друг от друга. При моделировании железа в газообразном состоянии учащиеся отходят на достаточное расстояние друг от друга. Дети составляют схемы. Вот одна из предложенных схем:



Твёрдое тело Жидкость Газ

В данном фрагменте использован прием моделирования с помощью нарисованных маленьких человечков, который позволяет представить наглядно частицы вещества, по-своему заглянуть внутрь тела.

Основной идеей ОВС является самостоятельная работа учащихся в малых группах (от 2-х до 5-и человек), учебные задания структурируются таким образом, что все члены группы оказываются взаимосвязанными и взаимозависимыми и при этом достаточно самостоятельными в овладении материала и решении задач.

При разработке уроков физики на любой из ступеней обучения целесообразно использование как отдельных технологий, так и комплексное использование элементов нескольких эффективных педагогических технологий. Использование мультимедийного проектора в ходе всего урока физики способствует решению различных учебных задач. На этапе «Актуализация знаний учащихся» и при решении «Исследовательских задач» хорошо работают элементы выше названных педагогических технологий. Использование современных образовательных технологий позволяет рационально организовать процесс обучения, добиваться хороших результатов. Для самостоятельного решения в классе или дома задачи предлагаю задание, правильность решения которых они смогут проверить, поставив компьютерные эксперименты. Самостоятельная проверка полученных результатов при помощи компьютерного эксперимента усиливает познавательный интерес учащихся, делает их работу творческой, а в ряде случая приближает её по характеру к научному исследованию. Задания творческого и исследовательского характера существенно повышают заинтересованность учащихся в изучении физики и являются дополнительным мотивирующим фактором. При подготовке учащихся к сдаче Единого Государственного Экзамена использование информационных технологий можно определить в следующих направлениях: проведение локального тестирования и диагностики; поиск и обработка информации в рамках подготовки к ЕГЭ с использованием сети Интернет (например, интерактивные тесты на сайте ФИПИ).

В современных условиях предъявляются высокие требования не только к уровню знаний учащихся, но и к умению работать самостоятельно. Внедрение новых образовательных технологий в учебный процесс меняет методику обучения, позволяет наряду с традиционными методами, приемами и способами использовать моделирование физических процессов, анимации, персональный компьютер, которые способствуют созданию на занятиях наглядных образов на уровне сущности, межпредметной интеграции знаний, творческому развитию мышления, активизируя учебную деятельность учащихся.

Литература

1. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. *Е.С. Полат* – М., 2000

2. Живая физика. Комплекты компьютерных экспериментов: методические рекомендации / Под ред. *В.В. Бронфман, С.М. Дунин* – М.: ИНТ.- 238 с.

3. *Иванов Г.И.* Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Книга для учащихся старших классов. – М.: Просвещение, 1994.

4. *Тамберг Ю.Г.* Как научить ребенка думать. – Ростов на Дону: Изд-во Феникс, 2007.

5. *Л.И. Кукаева*. Что изучает физика? Фестиваль педагогических идей «Открытый урок», 2011 г. Сборник тезисов.

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ

Лахаев Б. И.
МБОУ «Малодербетовская гимназия им. Б. Б. Бадмаева», Малые Дербеты

Выпускник современной школы, который будет жить и трудиться в постиндустриальном обществе должен обладать определенными качествами личности, в частности:

- уметь адаптироваться в различных жизненных ситуациях, самостоятельно приобретая необходимые знания, применяя их на практике.
- уметь критически мыслить; генерировать новые идеи;
- уметь работать с информацией;
- быть коммуникабельным, контактным в различных социальных группах.

Одна из основных задач современной школы - подготовка школьника к профессиональному умственному труду. Решению данной задачи полностью отвечает технология проектного обучения.

Метод творческих проектов – это гибкая система обучения, модель организации учебного процесса, ориентированная на творческую самореализацию личности учащегося путем развития его интеллектуальных качеств и творческих способностей.

Цель проектной деятельности состоит в том, чтобы создать условия, при которых школьники:

1. Самостоятельно приобретают недостающие знания из различных источников, могут пробовать себя в различных сферах на основе выделенной цели проекта;
2. Учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения практических и познавательных задач и использовать их в жизненно важных ситуациях;
3. Приобретают коммуникативные умения работать в группах;
4. Формируют и развивают исследовательские умения;
5. Развивают системное мышление, разрабатывают программу действий по реализации проекта.

Усиления практической направленности как дидактический принцип ориентирует учителя на использование деятельного подхода в обучении физике. Реализовать его возможно, если в комплексе всех видов учебной деятельности и форм учения школьников придать большую весомость практическим работам, творческим проектам. В основе метода творческих проектов лежит развитие познавательных интересов учащихся, умение самостоятельно конструировать свои знания, вести исследовательскую работу и работать с различными источниками информации.

Проектная деятельность включает в себя следующие этапы:

-накопление теоретических и практических знаний и умений;
-составление эскизов, чертежей, схем проекта;
-выбор наиболее удачного варианта проекта и краткое описание выполнения проекта,
-разработка самого проекта
-подбор материалов, инструментов и измерительных приборов для материализации проекта;
- составление основных этапов
-деятельность при изготовлении прибора, модели (анализ проекта)
-защита проекта, презентация на научной конференции

Метод проектов в Малодербетовского гимназии осуществляется при помощи организации учебной и внеурочной деятельности в рамках научно-практической конференции, проводимых в апреле, мае по всем школьным предметам, в том числе по физике. Целью конференции является организация проектной деятельности в гимназии: выявление одаренных детей и поддержка познавательного интереса к глубокому изучению профильных предметов, творческое развитие личности, развитие интереса к инженерно-техническим, и исследовательским профессиям подготовка к обучению в технических вузах.

Исследовательской проектной деятельности занимается учащиеся профильных классов и наиболее одаренные ученики 9 классов. Во время или после изучения конкретной темы учащимся предлагается творческие задание самостоятельно разрабатывать проект, прибор, понимать устройство и принцип действия (учащиеся 9 класса работают над проектом «Изготовление практической модели парогенераторной установки и определение КПД установки», учащиеся 10 классов - над проектами «Жизнь с точки зрения физики», «Влияние атмосферного давления на здоровье человека»).

После практической реализации основных проектов проводится защита их на научно-практической конференции кафедры естественных наук гимназии. Затем учащиеся участвуют в различных районных, республиканских и заочных всероссийских конференциях, конкурсах: пример: « Первые шаги в науку», « Юность, наука и культура».

При организации ученического исследования необходимо, учитывая способности и познавательные интересы учащихся, практическую значимость и актуальность темы, найти надлежащую проблему, сформулировать задачи, тему проекта. Выбор тем работ ведется по следующим направлениям:

1. Оценка состояния окружающей среды в селе.

-Исследование электромагнитной обстановки, уровня шума, и освещенности в жилом помещении (здание школы);

-Изучение влияния электромагнитных полей на здоровье человека;

-Изучение влияние атмосферного давления на здоровье человека;

-Наблюдая за направлением ветра в с. Малые Дербеты.

2. Конструирование приборов.

-автопоилка для птиц;

-тепловой насос;

-парогенераторная установка (модель).

3. Фундаментальные законы физики.

Проблемы:

Организация исследовательской деятельности школьников способствует формированию ключевых компетенций. Формирование учебно-познавательных компетенции осуществляется через научно-исследовательную деятельность школьников (привлечение общественных и естественных наук для решение какой-либо проблем).

Ученик учится (независимо) анализировать, видеть, возникавшие в реальном мире проблемы и искать пути рационального их решение, используя различные современные технологии.

Использование различных форм обучения

-работа в группе, обсуждение, презентация совместных проектов, необходимость быть коммуникабельным, контактным в различных социальных группах, умение работать сообща – способствуют развитию коммуникативной компетентности.

Организационная компетентность включает планирование, проведение исследование, организация деятельности.

В процессе исследования у школьников происходит формирование информационных компетенций (поиск, анализ, обобщение, оценка информации: они овладевают навыками грамотной работы с разными источниками информации: книгами, учебниками, справочниками, словарями, Интернет-ресурсами.

Данные компетенции обеспечивают механизм самоопределения ученика в различных учебных и жизненных ситуациях.

При выполнении проекта повышается мотивация развития, как ученика, так и учителя.

Результативность:

- участие в республиканских районных и школьных научно-практических конкурсах, конференциях

-призеры и лауреаты республиканских конференций «Первые шаги в науку», «Юные исследователи окружающей среды»

Основная задача учителя – создать и поддерживать творческую атмосферу при организации и выполнении научно-исследовательских проектов. Научно-исследовательская деятельность мощное средство для активизации учебно-познавательного интереса к предмету.

Литература

1. Гузеев В.В. «Метод проектов как частный случай интегральной технологии обучения». Журнал для руководства учебных заведений и органов образования. №6, 1995.

2. Пахомова И.О. Метод учебных проектов в образовательном учреждении. Пособие для учителей и студентов педагогических вузов - М. АРКТИ, 2003.

3. Сокольских С.А. учитель физики СОШ № 33 г. Липецк

4. Проектные технологии на уроках и во внеклассной деятельности и народное образование №7, 2000.

5. Монахов В., Кузнецовв С. Проектная деятельность. Курсы учителей информатики и других предметов по программе «Обучение и доступ к Интернету» «Прожект Хармони».

ОБ ИНТЕГРАЦИИ В ОБУЧЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Лукьянов С.А., Кульжумиева А.А.
Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова

Abstract

In article justification of necessity of interdisciplinary and intra disciplinary integration in training to the differential equations students of pedagogical specialties within the didactic principles of competence-based approach is given, and also the example of possible realization of these principles in practice is given.

Ключевые слова и фразы: компетентностый подход, дидактические принципы, междисциплинарная и внутридисциплинарная интеграция.

Министерство образования и науки Республики Казахстан в 2006 году приняло Государственный общеобразовательный стандарт ГОСО РК 3.08.259-2006, в котором определен компетентностный подход к подготовке и оценке знаний бакалавров. В соответствии с этим стандартом подтверждалась приверженность Республики Казахстан целям гармонизации и вхождения национальной системы высшего образования в европейское и мировое образовательное пространство. Официально Казахстан присоединился к Болонскому процессу в 2011 году, то есть на завершающем этапе формирования общеевропейского образовательного пространства. Таким образом, национальной системе предстоит трудное форсированное развитие для реализации заявленных целей. Опорной точкой на завершающем этапе формирования европейского образовательного пространства в разработке общих, или сопоставимых, учебных планов, в создании открытой системы европейского высшего образования, в выработке общих принципов оценки знаний и навыков является программа Tuning. В программе Tuning выделяются предметные компетенции по 9 областям: Управление Бизнесом, Химия, Образовательные науки, Европейские предметы, Геология, Математика, Медицина и Физика.

Особое внимание для нас представляет математическая область. В [Гонзалес Дж., 2005] подчеркивается, что математическое знание, в силу своей природы, находит приложение во многих областях науки. В [Берган С., 2007] указывается, что рабочая группа по математике проекта Tuning предписывает университетам, присоединившимся к программе Tuning, независимо от различий программ по математике для первой ступени высшего образования включать исчисления функций одной и нескольких действительных переменных и линейную алгебру. Эти элементы будут обязательным требованием на уровне первой ступени. Кроме того, предлагается, чтобы все выпускники были знакомы с большинством, а предпочтительнее, со всеми из нижеследующего: основы дифференциальных уравнений, основы комплексных функций, элементы теории вероятности, элементы статистики, элементы численных методов, основы геометрии кривых и поверхностей, элементы алгебраических структур, элементы дискретной математики.

Таким образом, курс математики университетского уровня должен включать некоторое ограниченное число областей, обязательных для всех программ на первой ступени. Возможно наличие и более широкой группы областей, даже тогда, когда конкретная программа включает не все из них. В случае исчислений и линейной алгебры все точно зафиксировано, а пункты обозначенного списка содержат определение «основы» и «элементы». Поэтому хотя все или большинство этих элементов будут включены в программу обучения на первой ступени высшего образования, их реальный объем и уровень может различаться для разных программ. После успешного завершения первой ступени в области математики, студент должен быть в состоянии:

1. Показать знания и понимание основных концепций, принципов, теории и результатов математики.
2. Понимать и объяснять смысл сложных утверждений с использованием математической нотации и языка.
3. Демонстрировать владение математическими рассуждениями, манипуляциями и расчетами.
4. Строить строгие доказательства.
5. Демонстрировать знание различных методов математического доказательства.

В связи с этим в [Гонзалес Дж., 2005], на ряду с базовыми, выделяется ряд ключевых специальных компетенций:

(a) понимать некоторые теоремы математики и их доказательства;

(b) решать математические задачи, которые, хотя и не тривиальны, но похожие на другие, ранее известные студентам;

(c) интерпретировать условия задачи на математический язык, и решать ее.

Таким образом, студент по завершении обучения, претендуя на соискание степени «бакалавра образования», кроме всего прочего, должен уметь решать нетривиальные задачи, схожие с ранее изученными, по дисциплине «Дифференциальные уравнения». Помочь ему в этом должно содержание курса, построенного на принципах дидактического базиса современного компетентностного подхода в обучении.

В своей статье [Носкова М.В., Шершнева В.А., 2010] авторы выделяют общедидактические принципы учения в ВШ таким образом:

1) Определяющие формирование ЗУН: единства содержательной и процессуальной стороны обучения; научности; системности и последовательности; наглядности; доступности.
2) Готовящие студентов применить ЗУН, а также другие личностные качества, в профессиональной деятельности: профессиональной направленности; междисциплинарных связей; фундаментализации; информатизации.

Принципы второй группы находятся в центре компетентностного подхода в высшей школе. Отмечается, что формирование компетентностей студента возможно только на основе его ЗУН, то есть принципы первой группы сохраняются при компетентностном подходе, как наиболее важные в формировании требований к содержанию образования.

В теории компетентностного подхода появилось понимание того, что результатом обучения должны быть не только ЗУН, но и первичный опыт их применения, выраженный в моделировании аспектов профессиональной деятельности. Это понимание в результате привело к определению дидактического базиса компетентностного обучения в вузе, в котором мы выделим:

- принцип профессиональной направленности,
- принцип междисциплинарной интеграции,
- принцип внутрипредметной интеграции,
- принцип фундаментализации.

Следует сказать, что фундаментализация содержания обучения тесно связана с принципом внутридисциплинарной интеграции. Объектом нашего внимания будет интеграция содержания обучения дисциплине «Дифференциальные уравнения» будущих учителей математики с курсом дисциплины «Дискретная математика». Проанализируем поэтапное формирование междисциплинарной интеграции в этом направлении.

Междисциплинарная интеграция осуществляется в 3 этапа [Носкова М.В., Шершнева В.А., 2010]:

1. *Строится дисциплинарная модель задачи из дисциплины 1, записывается ее условие в терминах дисциплины 2. При этом показывается и сознается связь задачи с дисциплиной 2, используются выработанные ЗУН по ней для построения модели.*

2. *Полученная модель исследуется с привлечение аппарата ЗУН дисциплины 2, результатом чего должно стать новое знание, относящееся к этой дисциплине.*
3. *Студент переносит эти знания в область дисциплины 1, получает в качестве решения новое знание из этой дисциплины.*

Тема занятия «Частные виды линейных дифференциальных уравнений. Уравнение Чебышева»

Содержательный компонент занятия с точки зрения дисциплины Дифференциальные уравнения»	Содержательный компонент занятия с точки зрения дисциплины «Дискретная математика»

Линейное дифференциальное уравнение вида

$$(1-x^2)y'' - xy' + n^2 y = 0,$$

где $|x| < 1, n$ — действительное число, называется уравнением Чебышева.

Преобразуем его, используя подстановку $x = \cos t$, $dx = -\sin t\ dt$, $\frac{dt}{dx} = -\frac{1}{\sin t}$,

$y' = \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt}\frac{dt}{dx} = -\frac{1}{\sin t}\frac{dy}{dt}$.

$$y'' = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d}{dx}\left(\frac{dy}{dx}\right) = \frac{d}{dt}\frac{dt}{dx}\left(\frac{dy}{dx}\right) =$$

$$= -\frac{1}{\sin t}\frac{d}{dt}\left(-\frac{1}{\sin t}\frac{dy}{dt}\right) =$$

$$= \frac{1}{\sin t}\left(\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{\sin t}\right)\frac{dy}{dt} + \frac{1}{\sin t}\frac{d^2y}{dt^2}\right) =$$

$$= \frac{1}{\sin t}\left(\left(-\frac{\cos t}{\sin^2 t}\right)\frac{dy}{dt} + \frac{1}{\sin t}\frac{d^2y}{dt^2}\right) =$$

$$= \frac{1}{\sin^2 t}\left(\left(-\frac{\cos t}{\sin t}\frac{dy}{dt} + \frac{d^2y}{dt^2}\right)\right)$$

Подставим полученные выражения для y' и y'' в исходное уравнение.

$$(1-\cos^2 t)\frac{1}{\sin^2 t}\left(-\frac{\cos t}{\sin t}\frac{dy}{dt} + \frac{d^2y}{dt^2}\right) -$$

$$-\cos t\left(-\frac{1}{\sin t}\frac{dy}{dt}\right) + n^2 y = 0$$

Запишем функцию $y(x) = C\cos(n\arccos x)$

в виде

$$T_n(x) = \cos\ (n\arccos x)$$

Пусть $\alpha = 0$. Произведем обратную замену.

Определим значения функции для n=0,1. $T_0(x) = \cos 0 = 1$,

$$T_1(x) = \cos(\arccos x) = x$$

Пусть x=cos$t$:

$T_1(t) = \cos(\arccos(\cos t)) = = \cos t$,

$T_n(t) = \cos(n\arccos(\cos t)) = \cos nt$

$T_{n-1}(t) = \cos((n-1)\arccos(\cos t)) =$

$= \cos((n-1)t)$

$T_{n+1}(t) = \cos((n+1)\arccos(\cos t)) =$

$= \cos((n+1)t)$

Из школьного курса тригонометрии известна формула:

$$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}$$

Подставляя в формулу значения для $T_{n-1}(t), T_{n+1}(t)$ получаем:

$$\cos((n-1)t) + \cos((n+1)t) =$$

$$= 2\cos\frac{(n-1)t + (n+1)t}{2} \times$$

$$\times \cos\frac{(n-1)t - (n+1)t}{2}$$

$$2\cos\frac{2nt}{2}\cos\frac{(-2t)}{2} = 2\cos nt\cos t$$

Таким образом, $T_{n-1} + T_{n+1} = 2T_n T_1$

$$T_{n+1} = 2T_n x - T_{n-1}$$

После упрощения уравнение принимает вид:

$$\frac{d^2y}{dt^2} + n^2 y = 0$$

Общее решение уравнения

$$y(t) = C_1\cos(nt) + C_2\sin(nt)$$

то есть:

$$y(x) = C\cos(n\arccos x)$$

Таким образом, мы установили, что решение уравнения Чебышева *можно выразить в рациональном виде через полином Чебышева первого рода.* Но здесь накладывается ограничение: *n*-целое неотрицательное число.

То есть мы получаем нелинейное рекуррентное соотношение для функции $T_n(x)$, называемой полиномом Чебышева первого рода.
Вычислим полиномы Чебышева первых порядков:
$T_2 = 2T_1x - T_0 = 2x^2 - 1$
$T_3 = 2T_2x - T_1 = 2(2x^2 - 1)x - x = 4x^3 - 3x$
$T_4 = 2T_3x - T_2 = 2(4x^3 - 3x)x -$
$-(2x^2 - 1) = 8x^4 - 8x^2 + 1$

$y(t) = C\cos(nt + \alpha)$, C_1, C_2, C, α — некоторые действительные числа.

Реализация этого принципа предполагает создание таких интегративных ситуаций в каждой теме курса.

Принцип фундаментализации предполагает формирование в процессе обучения у студентов прочных базовых знаний, образующих фундаментальное ядро курса дифференциальных уравнений для данной образовательной программы, а также соответствующие умения и навыки. Для фундаментализации знания необходимо: четко выявить связь нового знания с уже приобретенным (в этом случае происходит повторение изученного), построить систему заданий так, чтобы она закрепляла элементарный навык владения новым знанием и далее способствовала поиску путей применения знаний в более сложных ситуациях.

Для реализации этих целей в процессе обучения необходимо использовать широкий спектр путей *внутридисциплинарной интеграции*.

Отметим этапы внутридисциплинарной интеграции:

1. *Показывается связь изучаемого материала с изученным ранее по дисциплине.*
2. *Увязывают теоретический материал с практическим содержанием дисциплины (решение задач и упражнений, построение моделей).*
3. *При обобщающем содержании приобретаемого знания возможно переосмысление решенных задач в свете новой информации.*

Новое знание

После упрощения уравнение принимает вид:
$$\frac{d^2y}{dt^2} + n^2y = 0$$
Общее решение уравнения
$$y(t) = C_1\cos(nt) + C_2\sin(nt)$$

Частными решениями уравнения будут
$$y_1 = \cos nt + i\sin nt$$
$$y_2 = \cos nt - i\sin nt$$
Найдем два действительных частных решения уравнения:
$$\widetilde{y_1} = \frac{y_1 + y_2}{2} = \cos nt,\ \widetilde{y_2} = \frac{y_1 - y_2}{2i} = \sin nt$$

Ранее изученное
Уравнение Чебышева есть частный случай линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами
$y'' + py' + qy = 0$, где p,q — постоянные
Соотнесем с данным уравнением характеристическое уравнение
$$\lambda^2 + p\lambda + q = 0.$$
При решении характеристического уравнения возможны три случая.
1) λ_1, λ_2— действительные и неравные
2) λ_1, λ_2— действительные и равные
3) $\lambda_1 = \alpha + \beta i, \lambda_2 = \alpha - \beta i$ — комплексные
Для изучаемого уравнения: $\lambda^2 + n^2 = 0$,

Общее решение уравнения

$$y(t) = C_1\cos(nt) + C_2\sin(nt)$$

$\lambda_{1,2} = \pm in$, то есть, имеем случай 3).

Th. Если частные функции $y = y_1(x)$ и $y = y_2(x)$ являются частными решениями уравнения $y'' + a(x)y' + b(x)y = 0$, то общим решение этого уравнения будет функция:

$$y = c_1 y_1(x) + c_2 y_2(x),\ c_1, c_2 = const$$

Остановимся подробнее на втором пункте. В нем нужно выделить следующие части:

a) аудиторная работа, предполагающая практические работы и лабораторные занятия (например, с использованием пакетов Wolfram Mathematica, MathCad)
b) внеаудиторная работа, помогающая активизировать поисковую деятельность студентов, дающая начальный опыт научно-исследовательской работы студентов. В современном вузе особую роль играет организация конференций, а также постоянного семинара по вопросам дисциплины (либо комплекса). В работе такого семинара можно выделить несколько секций, реализующих работу, определенную преподавателем:

1) Секция корреспонденции (представление обзора по периодической литературе).
2) Методическая секция (рассмотрение вопросов применения знаний из области дисциплины в профессиональной деятельности).
3) Исследовательская секция (представление НИРС, описание опыта научно-исследовательской работы).

На современном этапе развития системы высшего образования в Республике Казахстан Западно-Казахстанским государственным университетом последовательно активизируется деятельность по интегрированию содержания образования, все в большей мере используются средства межпредметной и внутрипредметной интеграции для достижения поставленных перед вузом цели – овладения студентами профессиональных компетентностей. В этой связи в настоящее время кафедрой физики и математики разработана образовательная программа по математике совместно с Университетом им. Отто фон Герике (г. Магдебург, Германия), усиливается роль академической мобильности преподавательского и студенческого составов вуза. В рамах совершенствования учебно-методического комплекса дисциплины кафедрой совместно с Центром образовательных и информационных технологий вуза разрабатываются учебные электронные пособия, раздаточные материалы для самостоятельной работы студентов, повышается качество доступа к образовательным ресурсам. Желательным эффектом этой деятельности должно стать осознание студентом целостности всего курса математических дисциплин и возможности реализации своих знаний в будущей профессиональной деятельности.

Литература

Берган С. Квалификации – введение в концепцию. Болонский процесс: результаты обучения и компетентностный подход — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009, 155-156

Боярчук А.К., Головач Г.П. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах. — М.: Эдиториал УРСС, 2011, 153-154.

Гонзалес Дж. (J. Gonzalez, R.Wagenaar) Tuning Education Structures in Europe. Universities` contribution to the Bologna Process, University of Deusto Publishing, 2005

Носкова М.В., Шершнева В.А. 2010, Журнал Педагогика, **10**, 38-44.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ ПО МАТЕМАТИКЕ

Насунова Г. Г., Кюнкрикова Т. Я.
МБОУ «Элистинская классическая гимназия», Элиста

В современной дидактике математики большое значение придается разработке методики учебных математических задач, в частности обучению математике через задачи.

В этой статье мы ограничиваемся рассмотрением заключительного этапа решения задач, методика которого по существу не разработана. Каким должно быть содержание заключительного этапа решения математической задачи?

Размышляя об имеющем место формализме в школьном преподавании математики, считаем для себя возможным поделиться некоторым опытом, наработанным в процессе многолетнего преподавания математики. Решая конкретную задачу, мы думаем над тем, какие новые задачи можно разобрать в связи с данной задачей. При этом мы стараемся резервировать немного времени для ретроспективного разбора законченного решения - это, как мы считаем, может помочь при решении новых задач. Приведенные высказывания дают основания сделать следующий вывод:

1) заключительный этап является необходимой и существенной частью решения задачи;

2) основным содержанием его должно быть осмысливание выполненного решения, формулирование и решение (если оно окажется возможным) других задач, явно связанных с решенной, и извлечение из всей проделанной работы выводов о том, как находятся и выполняются решения.

Эти общие положения подтверждаются и нашей повседневной практикой обучения математике.

Рассмотрим составные части заключительного этапа решения задачи:

1. Обсуждение задачи и ее решения.

Эта часть включает в **себя:**

а) более полное использование **входной информации** задачи (того, что дано) с целью сделать более полной **выходную информацию** (то, что находится);

б) математические выводы, к которым приводят задача и полученная выходная информация;

в) обсуждение работы по поиску решения;

г) выявление связей задачи с ранее решенными задачами.

Необходимость обсуждения задачи и ее решения вытекает из основного назначения учебных математических задач. Дело в том, что для учебных целей особую важность имеет не ответ задачи сам по себе**,** а **процесс его нахождения**, **процесс переработки входной информации** задачи **в выходную**. Решение многообразных задач по курсу математики в средней школе необходимо больше всего для того, чтобы учащиеся овладели определенным объемом математических **знаний**, **умений** и **навыков** (в том числе интеллектуальными умениями) и основными элементарными приемами решения задач. Ответ же задачи особенно важен для задач, которые человеку приходится решать в практической деятельности, так как приходится действовать в соответствии с найденным ответом.

Более полное использование входной информации. В подавляющем большинстве случаев учебная задача является одновопросной (одноходовой). Авторы задачи (учитель или авторы учебника) сознательно ограничивают требуемую выходную информацию непосредственными узкими учебными целями.Это оправдано на начальном этапе освоения темы. Между тем входная информация очень многих задач позволяет сделать и другие выводы, кроме предусмотренного вопросом задачи.

Мы считаем, что при решении многих задач следует стремиться к **достаточно полному** использованию содержащейся в них **входной информации**. Это означает, что многие задачи должны явно содержать **несколько вопросов**. Если же вопрос один, то нередко после ответа на него целесообразно ставить и дополнительный вопрос: что еще можно узнать (найти, вычислить, доказать)?

Приведем примеры.

З а д а ч а 1. Сосуд с 2,5 л некоторой жидкости имеет массу 2,8 кг. Масса того же сосуда с 3,5 л этой жидкости - 3,6 кг. Найти массу пустого сосуда. (решить графически).

В этой задаче лишь один вопрос. Тема задачи остается по существу неисчерпанной. Между тем из заложенной в эту задачу информации можно извлечь значительно больше того, что требует вопрос задачи. Для этого можно предложить найти плотность жидкости, а также ответить на вопросы: какова масса сосуда с 2 л той же жидкости? Сколько литров жидкости в сосуде, если его масса (с налитой в него жидкостью) 1,8 кг? Насколько увеличилась масса сосуда (с жидкостью), если в сосуд с жидкостью добавили еще 1,2 л той же жидкости?

Если дополнить условие рассмотренной задачи информацией о емкости сосуда, то могут быть поставлены еще такие вопросы: сколько (по массе) данной жидкости может вместить этот сосуд? Какова будет масса этого сосуда, если его наполнить той же жидкостью до краев? Ответы на все эти вопросы могут быть найдены.

Все эти вопросы сделали данную задачу более интересной по своему **математическому** и **практическому** содержанию. Существенно и то, что поиски ответов на все дополнительные вопросы несравненно лучше и полнее показывают учащимся возможности решения.

З а д а ч а 2. Длины боковой стороны и основания равнобедренного треугольника равны соответственно 6 и 4 см. Через точку О, принадлежащую основанию треугольника, провели прямые, параллельные боковым сторонам. Вычислить периметр получившегося параллелограмма.

Можно получить более содержательную задачу, если спросить у учащихся, на какие фигуры рассекают построенные прямые данный треугольник, а также предложить вычислить сумму периметров двух треугольников, отсекаемых этими прямыми, сумму длин всех отрезков, составляющих полученную фигуру. И наконец, выяснить**, зависят ли все найденные числа от положения точки О на основании треугольника.** Подобные вопросы, как нам представляется, развивают мышление и логику учащихся.

Приведенные примеры показывают, что реализация рассматриваемого положения имеет большое значение для развития умений учащихся лучше ориентироваться в ситуации, описываемой задачей, творчески подходить к решению возникающих вопросов.

Многовопросность задач ценна и в воспитательном отношении, так как приучает учащихся к установлению **многосторонних** связей в рассматриваемых ситуациях. Нельзя пренебречь и тем, что более полное использование входной информации задачи позволяет экономно использовать время, выделяемое для решения задач, так как содержащаяся в задаче информация остается по существу одной и той же на все время работы с ней.

Требование многовопросности нельзя распространить на все решаемые учащимися задачи. Конечно, нужны и одновопросные задачи, но если задача позволяет провести **содержательную** работу с ней в смысле более полного использования входной информации, то такая работа необходима. Заботиться об этом нужно автору задачника, учителю и даже самому ученику. Поэтому при решении задачи часто должен ставиться вопрос: **что еще можно узнать?**

Математические выводы из* проделанной *работы. *Сам процесс решения задачи и полученная выходная информация нередко позволяют делать содержательные выводы. Эти выводы могут быть* ***гипотетическими****, нуждающимися в обосновании, но они могут быть и окончательными, вполне достоверными. В первом случае возникает новая задача - обосновать или опровергнуть сделанный вывод. Решение ее может оказаться пока и непосильным для учащихся, но сформулировать гипотезу все-же нужно. Позднее к ней можно вернуться* *и довести (если это возможно) дело до конца.*

Обсуждение работы по поиску решения. Основная трудность при решении математической задачи состоит в нахождении решения, а не в осуществлении его. Поэтому оказывается необходимым выявление идеи (главной мысли), положенной в основу решения. Иначе говоря, нуждается в обсуждении подход к решению задачи.

Приступая к решению задачи, мы ищем прежде всего ведущую идею (принцип), из которой следует исходить. Если такую идею мы находим, то дальнейшее решение представляет собой конкретизацию, воплощение ее. Но может случиться так, что найденная идея не обеспечивает достижения цели. Тогда мы ищем иные идеи, подходящие для данной задачи, и испытываем их. Вот эти поиски и отбор идей, из которых можно исходить при решении задач, наверное, и составляют основную трудность решения. Поэтому важно учесть и использовать факторы, помогающие этим поискам, и преодолеть факторы, мешающие им.

Чтобы иметь возможность выбрать идею решения задачи, нужно располагать достаточным запасом таких идей. Этот запас и создается в практике решения задач (при обсуждении решений). Успешные действия при решении подкрепляются и добытая ценная информация фиксируется в долговременной памяти. Это то, что можно назвать хорошим накоплением опыта решения задач.

Нужно учить школьников пользоваться запасом ведущих идей для решения разнообразных задач, учить выбирать и применять нужную идею. Этому всегда помогает **переформулировка** задачи, которая чаще всего направляется вопросами: из чего бы могло следовать требуемое? Что для этого необходимо? Таким образом, успешное пользование запасом ведущих идей для решения задач нуждается в **накоплении**, **отработке** и **закреплении** интеллектуальных умений:

- анализ
- синтез
- аналогия
- абстракция
- обобщение
- конкретизация

Выделим такой эффективный прием поиска ведущей идеи решения, как создание и рассмотрение упрощенной (облегченной) модели задачи.

Практически ведущая идея для решения данной задачи выделяется либо сразу (с помощью алгоритма, по аналогии), либо приходится выполнять поисковые пробы. Эти пробы могут быть мысленными. Направляются они обычно анализом получающихся результатов и информацией, получаемой в порядке обратной связи. **Поисковым пробам** часто помогают **алгоритмические** предписания и просмотр подходящих идей одной за другой. Бывает, конечно, поиск и слепым, но это уже тревожный симптом.

Особо рассмотрим роль **эвристики** при решении задач. **Эвристические приемы** отыскания решений — это рассмотрение частных случаев, применение аналогии, использование различных средств наглядности, обращение к конкретизации задачи и т. д. Можно сказать, что эвристика прокладывает дорогу логике. Поэтому следует с младших классов приучать учащихся пользоваться эвристическими приемами, **учить их догадываться**. Если этого не делать, то во всех классах постоянно придется слышать, как учащиеся будут говорить: «Я не знаю, как начать решение», «Скажите мне только, как начать решение», «Такие задачи мы не решали».

Выявление связей с ранее решенными задачами. Известно, что при решении математических задач часто используются методы и результаты решения предшествующих задач. Уже при составлении плана решения задачи приходится выяснять, не решалась ли аналогичная задача, нет ли возможности свести решение задачи к уже решенной. Именно поэтому полезно выявление связей решенной (или решаемой) задачи с решенными ранее. Но не только поэтому. Сравнивая задачу с решенными ранее сходными задачами, ученики выявляют их общность и различие, лучше усваивают идею решения данной задачи, глубже познают метод решения класса сходных задач и таким образом готовятся к решению следующих задач.

2. Поиски и осуществление новых способов решения задачи, их сравнение и выбор лучшего варианта решения. Решение задачи **несколькими способами** является одним из путей проверки правильности полученного результата: если различные способы решения задачи приводят к одному и тому же результату, то его можно считать достоверным.

В методической литературе большое значение придается поискам различных приемов решения задачи. Но не менее важно сопоставление найденных решений, выделение более рациональных и поучительных. В методических руководствах эта сторона дела освещена удовлетворительно, и мы останавливаться на ней не будем. Отметим только, что мы не знаем более эффективного пути для воспитания гибкости математического мышления и находчивости, чем путь, пролегающий через поиски различных решений задач.

3. Формулирование и решение некоторых других задач, «порожденных» разобранной. Мы имеем здесь в виду обобщения и специализации исходной задачи, а также получение других задач из данной, в результате частичного изменения ее условия.

Это могут быть задачи, в которых часть данных исходной задачи принимается за искомые, а некоторые искомые считаются данными, задачи, полученные заменой одних данных другими (без изменения искомых), и т. д. Так возникают задачи, **обратные данным, суперпозиции задач,** серии задач с различными данными, приводящими к одному результату, и т. д.

Эту часть заключительного этапа можно назвать **развитием темы задачи**. Трудно переоценить значение развития темы задачи для воспитания математического мышления учащихся, для развития познавательных способностей, для формирования личности ученика. Очень Полезно развитие темы задачи и в практическом отношении, так как изменения, обобщения и специализации задач воспитывают творческое отношение к тем задачам, которые ставит перед нами жизнь, делают наше мышление инициативным и более оперативным. В методическом отношении развитие темы задачи особенно ценно тем, что приучает учащихся к переконструированию задач, а это, как известно, основной прием поиска решений.

Приведем примеры развития темы задачи.

Задача 1. Не изменяя основания, преобразовать данный параллелограмм в равновеликий ему параллелограмм.

Эту задачу можно специализировать, например, так: а) Дан параллелограмм. Построить ромб, равновеликий данному параллелограмму и имеющий своей стороной основание этого параллелограмма, б) Построить прямоугольник, равновеликий данному параллелограмму и имеющий то же самое основание.

Задача 2. Периметр прямоугольника *2р.* Каким должен быть этот прямоугольник, чтобы площадь его была наибольшей?

Возможно такое ее изменение: площадь прямоугольника S. Каким должен быть этот прямоугольник, чтобы периметр его был наименьшим?

Задача 3. Восстановить равнобедренный треугольник по одной из его вершин и основаниям двух высот.

Эту задачу можно переконструировать так: а) Восстановить равнобедренный треугольник по двум его вершинам и основанию одной из высот, б) Восстановить равнобедренный треугольник по основаниям двух высот, лежащим на его боковых сторонах, и двум отличным от вершин точкам основания треугольника, в) Восстановить равнобедренный треугольник по основаниям трех его высот, г) Восстановить треугольник по основаниям трех его высот.

Изменения этой задачи ведут к обобщению как задачи, так и метода ее решения.

Задача 4. Вычислить

$$\int_0^2 (2-4x+3x^2)dx$$

Развитие темы задачи можно связать с ее усложнением:

а) Упростить первообразную

$$\int_0^x (2-4x+3x^2)dx$$

б) Найти множество значений *a,* при которых

$$\int (2-4x+3x^2)dx \le a$$

Третья составная часть заключительного этапа работы с математической учебной задачей не нашла еще необходимого отражения в практике обучения математике. Объяснить это, по-видимому, можно силой традиций. Поэтому особенно ценной становится творческая работа учителя математики по разработке и внедрению методики этого вида работы с задачами.

4. Полезные выводы из проделанной работы. Мы имеем здесь в виду прежде всего поучительные выводы (фиксации) из проделанной работы о том, как в подобных случаях находится и осуществляется решение, а также какие особенности задач подсказывают прием решения.

К этой части следует отнести и систематизацию различных возможных подходов к задачам определенного содержания. Это позволяет полнее выявить возможности для осуществления решений задач рассматриваемого вида и сходных с ними.

Все сказанное выше о заключительном этапе работы с учебной математической задачей показывает, насколько он существен. Однако какой должна быть завершающая работа с задачей зависит больше всего от самой задачи. В одних случаях заключительный этап будет кратким, в других - развернутым. Для многих задач, например тренировочных, работа будет завершаться решением. Во всех случаях заключительный этап работы с задачей не может превращаться в общие разговоры о задаче и ее решении. Основное требование к нему - **четкая ориентированность на привитие учащимся навыков решения задач и математическое воспитание.**

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УДЕ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Ностаев В. Н.
МБОУ «Приютненская СОШ №2», с. Приютное

Современное содержание физического образования направлено, главным образом, на интеллектуальное развитие школьников, формирование культуры и самостоятельности мышления.

Ориентация школы на разностороннее развитие личности ребёнка предполагает, в частности, необходимость гармоничного сочетания учебной деятельности, в рамках которой формируются базовые знания, умения и навыки, с деятельностью творческой, связанной с развитием индивидуальных задатков учащихся, их познавательной активностью, способностью самостоятельно решать задачи и т. д.

Именно на уроках математики и физики ребёнок учится анализировать, сравнивать, обобщать, классифицировать, рассуждать, догадываться, опровергать.

В процессе обучения учащихся в средних классах происходит становление широкого круга новых познавательных способностей. Интенсивно развивается ряд способностей, лежащих в основе продуктивной мыслительной деятельности. В младшем школьном возрасте наиболее эффективным способом развития мышления является решение школьных задач. Так, углубляется понимание условий задач: дети становятся способны выделить существенные и несущественные отношения приведённых в них данных, обнаруживая в итоге, принцип построения и решения задачи.

Существует много методических пособий для учителей, однако не многие из них посвящены развитию мышления школьников на уроках физики.

Повысить уровень самостоятельного (преобразующего) мышления у детей можно, если использовать элементы развивающего обучения при работе над текстовой задачей.

Формирование самостоятельного мышления, активности в поиске поставленной цели предполагает решение детьми нетиповых, нестандартных задач, имеющих иногда несколько способов решения, хотя и правильных, но разной степени оптимальных. Для того, чтобы решение таких задач способствовало действительному развитию активного, поискового мышления, оно должно быть организовано особым образом.

Решение задач на уроке может отличаться формой организации деятельности детей, характером и степенью руководства процессом решения, способом оформления записей и т.д.

Изучив разные методики обучения, я собрал и использовал в своей работе все возможные способы решения задач.

В методике обучения физике существует два подхода к обучению решению задач.

Первый подход (традиционный) - нацелен на формирование у детей умения решать задач определённых видов.

Второй подход – имеет своей целью научить детей выполнять семантический и математический анализ текстовых задач:

- выявлять взаимосвязи между условием и вопросом;
- между данными и искомыми;
- представлять эти связи в виде различных интерпретационных моделей.

В эффективном логическом мышлении человека центральное место занимает закон обратной связи. Ценным средством в развитии мышления является решение обратной задачи, так как в данном случае участвуют в совокупности несколько видов мыслительных операций.

В этом отношении меня заинтересовал методика укрупнения дидактических единиц П.М. Эрдниева, основанная на подаче учебного материала блоками, одновременном изучении взаимосвязанных тем, действий, явлений.

В работе по традиционным учебникам элементы технологии УДЕ могут быть использованы, как источник дополнительных упражнений.

Ключевым упражнением на уроке физики по технологии УДЕ является составление и решение взаимно-обратных задач.

Каждое укрупненное задание состоит, как правило, из трех пунктов:

● решить готовую задачу;

● составить и решить обратную;

● по возможности составить по аналогии новую задачу и решить ее.

На примере рассмотрим следующий урок.

Урок физике в 8 классе на тему «Решение задач на тему количества теплоты с применением методики УДЕ».

Цель: научить детей выражать формулы и закрепить навыки решение задач.

Решая задачи с учениками, мы зачастую гонимся за количеством, однако, как показывает практика, это бесполезно. На уроках физики мы учим решать только однотипные прямые задачи, забывая об обратных. Возьмем для примера следующую задачу. Сколько потребуется количества теплоты для нагревания 2 кг воды, взятой при 10^0C до 60^0C? Применим метод УДЕ к решению задачи. Построим таблицу.

Решая, задачу получаем, что $Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 4200 \cdot 2 \cdot 50 = 420000 Дж$.

Q, Дж	?	420000	420000	420000	420000
C, Дж/кг·^{0}C	4200	?	4200	4200	4200
t_1, ^{0}C	10	10	?	10	10
t_2, ^{0}C	60	60	60	?	60
m, кг	2	2	2	2	?

Записываем ответ в строку *Q*. Даем задание ученикам найти *c, m,* t_1 ,t_2. Зная ответы, они будут подбирать цифры, чтобы получить нужный ответ. Самые легкие формулы это на нахождение массы и теплоемкости, а нахождение t_1 и t_2 может вызывать осложнение у учеников.

За урок учащиеся выводят сами 4 новые обратные формулы и решают 5 задач. Это в дальнейшем помогает правильно выражать формулы и решать обратные задачи.

Но можно научить выражать формулы и другим способом. Например, $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$. Каждую букву представить числом: 24=2·3·4. Выражая цифру, мы получаем формулу. Поэтому при решении задач очень хорошо помогает методика УДЕ. Она позволяет научить решать обратные задачи.

Литература

Эрдниев П. М. Укрупнение дидактических единиц как технология обучения. М., 1992.

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМНО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Мунчинова Л. Д., Муева И. А.
Калмыцкий республиканский институт повышения квалификации работников образования, Элиста

Модернизация российского образования направлена на повышение качества образования, достижение новых образовательных результатов, адекватных требованиям современного общества. Приоритетным направлением новых образовательных стандартов является общекультурное, личностное и познавательное развитие личности, формирование такого важного умения, как умение учиться.

Все это подразумевает освоение различных умений и навыков, применяемых в учебе и повседневной жизни: быстро адаптироваться к новым условиям, находить оптимальные решения сложных вопросов, проявляя гибкость и творчество, не теряться в ситуации неопределенности, налаживать эффективные коммуникации с разными людьми и при этом оставаться нравственным.

Таким образом, в качестве главных результатов обучения должны быть не только предметные, но и личностные, метапредметные умения и навыки, а также формирование универсальных способов учебной деятельности. Какие же методики и технологии ведут к таким результатам? Одна из таких технологий – это системно-деятельностный подход. Системно-деятельностный подход позволяет выделить основные результаты обучения и воспитания в контексте ключевых задач и универсальных учебных действий, которыми должны владеть учащиеся.

Системно-деятельностный подход - это организация учебного процесса, в котором главное место отводится активной и разносторонней, в максимальной степени самостоятельной познавательной деятельности школьника. Ключевыми моментами подхода является постепенный уход от информационного репродуктивного знания к знанию действия.

Преподавание физики, в силу особенности самого предмета, представляет собой благоприятную среду для применения системно-деятельностного подхода, так как курс физики средней школы включает в себя разделы изучение и понимание которых требует развитого образного мышления, умения анализировать и сравнивать. Как отмечает М.Е. Бершадский, «курс физики - это уникальная школьная дисциплина, единственный школьный предмет, в ходе усвоения которого ученики вовлекаются во все этапы научного познания».

Самостоятельная познавательная деятельность обучающихся проявляется в учебно-познавательной компетенции, которая включает в себя элементы логической, методологической, общеучебной деятельности. Сюда входят способы организации целеполагания, планирования, анализа, рефлексии, самооценки. Ученик овладевает креативными навыками: добыванием знаний непосредственно из окружающей действительности, владением приемами учебно-познавательных проблем, действий в нестандартных ситуациях.

Школьный физический эксперимент способствует самостоятельной деятельности ученика по освоению системы физических знаний. Выполнение работ, включающих элементы исследования, развивает мышление, формирует познавательный интерес к предмету, подготавливает к творческой деятельности.

Эксперимент является важнейшим элементом обучения физике. Он выполняет несколько функций:

- повышает интерес к предмету,
- активизирует внимание учащихся,
- способствует политехническому образованию,

- играет большую роль в формировании физических понятий.

Физические абстрактные понятия учащимся легче формировать на основе богатого чувственного опыта. Эксперимент влияет на ученика через ощущение, восприятие, представление, формирует при этом определённую мыслительную деятельность. Вызывает у учащихся различные положительные эмоции: удовольствие от проделанной работы, уверенность в своих знаниях, восхищение, удивление, любопытство, которые надолго закрепляют в памяти нужную информацию. Учащиеся углубляют свои знания, повторяют изученный на уроках материал. Развивают память и мышление, учатся анализировать идею и результаты опытов, самостоятельно делают выводы.

Проведение фронтальных лабораторных работ, решение экспериментальных задач, выполнение кратковременного физического эксперимента в несколько раз эффективнее, чем ответы на вопросы или работа над упражнениями учебника. Предпочтение следует отдавать таким опытам, которые ученики могут провести сами или с помощью учителя в физическом кабинете.

Так, например, ученикам 7 класса, при изучении темы Плавание тел, можно предложить опыты, которые можно проделать и в классе, и дома.

- Измерьте, какая часть деревянного бруска погружена в воду, когда он плавает?
- Отпустите в воду пластилиновый брусок – он сразу пойдет ко дну, потому что плотность пластилина больше плотности воды. А теперь вылепите из этого же бруска пластилина лодочку и отпустите ее на воду. Она будет плавать. Почему?
- Налейте в стакан воду до половины и отпустите в воду ледяной кубик из морозильника. Понаблюдайте за вашим крохотным айсбергом – какая его часть погружена в воду? Будет ли изменяться уровень воды в стакане при таянии льда? Объясните результаты вашего опыта.

Работа будет выполняться более успешно, если пользоваться планом проведения работы.

План работы

1. Цель эксперимента.
2. Формулировать и обосновать гипотезу, которую можно положить в основу эксперимента.
3. Выяснить условия, необходимые для достижения поставленной цели эксперимента.
4. Составить план эксперимента, включающий ответ на вопросы:
    - какие наблюдения провести
    - какие величины измерить
    - приборы и материалы, необходимые для проведения опытов
    - ход опытов и последовательность их выполнения
    - выбор формы записи результатов эксперимента
5. Выбрать необходимые приборы и материалы
6. Собрать установку.
7. Провести опыт, сопровождаемый наблюдениями, измерениями и записью их результатов
8. Математически обработать результаты измерений
9. Анализ результатов эксперимента, формулировка выводов.

Данный план можно будет корректировать.

Следует отметить, что системно - деятельностный подход является методологической основой, парадигмой федеральных государственных стандартов нового поколения. Преподавание физики на этой основе - залог достижения нового качества.

Литература

Генденштейн Л. Э. Физика 7 класс. В 2 ч. Ч. 1. Учебник для общеобразовательных учреждений / Л. Э. Генденштейн, А. Б. Кайдалов, В. Б. Кожевников; под ред. В.А. Орлова, И. И. Ройзена. – М.: Мнемозина, 2009.

Гревцова, И. Системно-деятельностный подход в технологии школьного обучения /И. Гревцова // Школьные технологии. - 2003. - № 6. - С.

Деятельностный подход в обучении. Понятие проектирования как деятельности. Режим доступа: [http://festival.1september.ru/articles/419748/]

Леонтьев А.А. Что такое деятельностный подход в образовании /А.А. Леонтьева //Начальная школа плюс.-2001.-№1-С.3-6.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ФИЗИКЕ ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ

Отчиева Б. Ю.
МБОУ «Элистинская многопрофильная гимназия», Элиста

Исследовательская деятельность *– это преобразование реальности и субъективное взаимодействие между учителем и учеником для решения поставленной перед ними творческой исследовательской задачи. В современном образовании позиция учителя переходит из главенствующей во вспомогательную, где «добытчиком» знаний является ученик, а учитель – лишь помощником и консультантом.*

Современное образование ориентировано на развитие личности. Сегодня обществу необходим выпускник, самостоятельно мыслящий, умеющий видеть и творчески решать возникающие проблемы. Большую помощь в решении этой задачи может оказать исследовательская деятельность учащихся.

Мы знаем, что не все дети могут хорошо решать задачи по физике. Но эти дети могут применять свои знания в практической направленности физики.

Одной из форм работы с учащимися во внеурочное время является организация научно-исследовательской деятельности школьников.

При организации научно-исследовательской деятельности кардинально меняется функция педагога: он перестает быть основным источником информации для учеников и становится организатором их собственной познавательной деятельности. Учитель - это человек, чья работа основывается на принципах гуманизма и уважения к личности ребенка. Это, прежде всего друг по отношению к детям, их помощник, советчик. Сотворчество учителя и ученика заключается, ***во-первых***, в привлечении жизненного опыта детей к познанию окружающего мира, общественно-исторического опыта, прогнозу затруднений и ошибок, путей перестройки и обогащения опыта. ***Во-вторых***, учитель открывает детям не только мир знаний, но и свой внутренний мир, вызывая тем самым доверие к себе. Когда учитель передает учебный материал, пропуская его через призму своего восприятия, он тем самым моделирует отношение к этому материалу учащихся.

В ходе научно-исследовательской деятельности приобретаются и развиваются следующие качества ученика:

- навык самостоятельной исследовательской деятельности;
- навык работы с научно-познавательной литературой;
- инициатива и творчество;
- использование, расширение и углубление школьных знаний;
- навык совместной работы со специалистами;
- самоутверждение учащихся в данной предметной области и т.д.

Исследовательская деятельность представляет собой познавательную деятельность, так как направлена на поиск информации с целью познания или преобразования действительности.

При организации научно-исследовательской деятельности, нужно следовать следующему правилу – никакого принуждения и насилия над личностью ребёнка. Главный критерий – личный интерес и личная увлечённость.

При подготовке и организации научно – исследовательской работы, совместную работу учителя и ученика можно распределить на 5 этапов:

1 этап. Выявление предрасположенных к исследовательской деятельности учащихся.

Ведущая роль здесь принадлежит и мне, как учителю-предметнику. В процессе индивидуальной работы с учениками стараюсь не только разглядеть “искру” исследовательского таланта, но и помочь в выборе темы предполагаемого исследования, определить круг проблем, требующих решения, подобрать необходимую литературу.

На самом первом этапе исследовательской деятельности происходит ознакомление учащихся с основными требованиями к ней. Школьники должны видеть ее отличия от реферата, понимать, что исследование должно быть связано с решением творческой задачи с неизвестным заранее результатом.

В этой связи важно, чтобы учащийся с первых шагов понимал конкретную значимость своего исследования, возможность его использования не только в прикладных целях, но и в практическом плане (выступления на уроках и во внеурочных мероприятиях, участие в научных конференциях разного ранга).

2 этап. Выбор темы и определение задач для данной работы.

Работа над исследовательским проектом начинается с выбора темы, и очень часто название работы рождается не сразу. Выбор темы исследования – непростой момент, как для ученика, так и для учителя. Иногда ученики предлагают темы, которые им явно не по силам; зачастую - темы реферативного характера. Здесь он без консультации учителя не обойдется. Опыт показывает, что выбор темы связано тем, что интересно ученику, или с тем, что у него есть подходящий материал.

Таким образом, при определении техники ученических исследований необходимо учитывать следующие критерии:

- актуальность темы, недостаточность её изученности и важность в практическом отношении;

- соответствие интересам учащегося-исследователя;

- реальную выполнимость;

- возможность более глубокого осмысления общих закономерностей процессов,

- обеспеченность необходимым количеством различных источников.

3 этап. Выполнение работы учеником.

После определения формулировки рабочего названия темы учащийся переходит к составлению рабочей программы исследовательской работы. На этом этапе конкретизируется состояние проблемы, определяются степень актуальности и цель исследования (которая обычно легко вытекает из темы работы), его задачи, методы и этапы, а также делается прогноз ожидаемых результатов исследования.

Для определения состояния изученности темы, уточнения цели исследования, выбора оптимальных методов работы необходимо тщательное знакомство учащихся с литературой по выбранной ими проблеме. Первоначально ученик занимается поиском литературы, получив необходимую информацию по теме у руководителя работы.

На этом этапе 1 раз в неделю проходят консультации, где учащиеся представляют проделанную работу. Это позволяет:

- осуществлять контроль над процессом работы,

- оперативно решать возникающие проблемы.

4 этап. Совместный самоанализ перед защитой – разбор и исправление недочетов.

Учитель дает предварительную оценку проделанной работе, выявляют слабые стороны исследования, оказывают помощь в решении возникших вопросов.

На данном этапе исследователи работают над оформлением научно-исследовательской работы

5 этап. Творческий отчет (защита) перед школьной комиссией в рамках гимназической НПК «Ступенька в будущее», традиционно проводимой в гимназии в апреле.

Роль преподавателя при организации исследовательской деятельности учащихся:

• мотивировать – создавать условия для постановки личных целей учащимися; демонстрировать значимости исследовательской деятельности и ее результатов;

• обучать – оказывать содержательную и организационную помощь в работе: консультировать по просьбе ученика, в случае необходимости конкретизировать неявные проблемы, ставить наводящие вопросы, напоминать.

• стимулировать – предъявлять адекватные требования, создавать для учащихся возможности достижения успеха, своевременно и регулярно проверять и оценивать выполняемую работу, выказывать одобрение, применять различные виды поощрения.

В нашей школе научно – практические конференции проводятся систематически в течение 13 лет.

Учащиеся Элистинской многопрофильной гимназии принимают активное участие в НПК по физике. Так, например, в 2008 году Артемов Бадма и Церенов Антон (10 «в» кл.) приняли участие в гимназической НПК (заняли 1 место) с темой «Тунгусский метеорит - загадка 20 столетия», а в 2009 году в городской НПК «Первые шаги в науку» (3 место). В 2009 году в гимназической НПК приняли участие и заняли первое место учащиеся 10 класса социально-экономического профиля Замбаева Татьяна и Ходжаева Анастасия с темой «Влияние оптических иллюзий на кажущееся изменение пространства», а в городской НПК (2010 г.) заняли 4 место. В 2010 году первое место в гимназической НПК учащихся и в 2011 году первое место в городской НПК заняли учащиеся из 10 класса социально-экономического профиля Куртушева Татьяна и Сельдинова Долгор. Они выступили с темой «Влияние обуви на высоких каблуках на опорно-двигательный аппарат». В 2011 году на гимназической НПК выступили ученик 9 класса социально-экономического профиля Щербинин Арсений («Коси коса пока роса…», 2 место). В 2011 – 2012 учебном году Чурюмов Дэнбрэл, ученик 7 класса, стал победителем городской и республиканской НПК учащихся. Он выступил с темой «Источник тока - батарейка». В начале 2012-2013 уч. г. принял участие во всероссийском заочном конкурсе «Первые шаги в науку» и стал лауреатом II степени.

За время проведения конференций можно выделить следующие мотивы учащихся для занятия исследовательской деятельностью.

Несомненно – это интерес к предмету и желание углубить свои знания стоят на первом месте. На втором по значимости стоит расширение кругозора. Так же можно выделить желание учащихся самоутвердиться. И, конечно, желание получить награды на конкурсах.

Я считаю, что применение исследовательского подхода во внеурочной работе способствует формированию интереса к предмету, расширяет кругозор, активизирует творческую деятельность и развивает индивидуальные способности учащихся.

СИСТЕМА МЕТОДИЧЕСКОЙ РАБОТЫ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ГОРОДОВИКОВСКОГО РАЙОНА

Сафронова Э. Г.
МКОУ «Городовиковская СОШ №3», Городовиковск

Школа переживает в наши дни состояние переходности. Появление новых альтернативных программ и курсов, расширение рынка педагогических технологий обуславливает стремление повышать уровень профессионального мастерства, обновлять содержание обучения, совершенствовать методы и формы работы с учащимися. В связи с этим возрастает роль методических объединений как центров, обеспечивающих организацию систематической, планомерной работы, позволяющей учителю заниматься коллективной творческой деятельностью и саморазвиваться по одной из обозначенных самим педагогом тем.

Являясь руководителем РМО учителей физики уже несколько лет, я стараюсь увидеть и решить возникающие проблемы в методике преподавания физики, поэтому тема методической работы, над которой мы работаем «Повышение эффективности образовательного процесса как результат раскрытия творческого потенциала учащихся через применение новых педагогических технологий и инноваций; формирование личности с высоким уровнем интеллектуальных претензий».

Основные направления методической работы РМО:

- обеспечение освоения и использования наиболее рациональных методов и приемов обучения;
- способы повышения уровня профессионального мастерства учителей физики;
- обмен опытом успешной педагогической деятельности учителей физики;
- формы и методы работы с одарёнными детьми;
- повышение качества образования;
- творческое саморазвитие учителя.

Исходя из направлений деятельности, главной целью работы РМО является повышение уровня профессионального мастерства учителей физики.

В связи с этим на заседаниях мы решаем следующие задачи:

-совершенствование методического уровня педагогов в овладении новыми педагогическими технологиями;

-систематизация работы с детьми, имеющими повышенные интеллектуальные способности;

-продолжение работы по обобщению распространению и внедрению в практику накопленного передового педагогического опыта;

-пополнение методической копилки нетрадиционных и нестандартных уроков (интегрированных, бинарных, игровых и др.);

-сбор и систематизация современных информационных материалов для оказания помощи учителю в работе;

-активизация внедрения инноваций и современных технологий на уроках, (недостаточно обеспечить образовательный процесс компьютерной техникой, а необходимо самому учителю осознать необходимость использования ИКТ).

Исходя, из современных подходов к организации методической работы можно выделить следующие **принципы организации работы с учителями**:

- актуальность и связь с жизнью;
- научность;
- комплексный характер содержания;
- единство теории и практики;
- творческий характер деятельности;
- непрерывность и систематичность;

- целенаправленность и конкретность;
- преемственность и дифференциация;
- оперативность и гибкость.

На первый взгляд может показаться, что поставленные цели и решаемые задачи слишком объемны. Но методическая работа и должна охватывать весь спектр учебно-воспитательной работы.

Суть методической работы - ***поиск, организация, помощь, контроль, анализ, и опять поиск.***

Зададим себе вопрос: где учитель может получить ответы на актуальные проблемы образования? ЕГЭ, предпрофильная подготовка, экспериментальная деятельность, составление элективных курсов, проблемы подготовки олимпиадников, исследовательская деятельность учащихся - где дадут своевременную и аргументированную информацию? Где можно получить не только теоретические знания, но и практический опыт? Где можно учиться на опыте коллег? Общаться с единомышленниками? Ответ один - в районном методическом объединении учителей-предметников. РМО - традиционная и до настоящего времени самая мобильная форма повышения профессионализма. Мы убеждены, что главное в методической работе - оказание реальной действенной помощи всем членам педагогического коллектива. Не подлежит сомнению, что без постоянного обновления своих знаний и умений поспевать за динамикой общественного и научно-технического прогресса, работа преподавателя в современных условиях просто невозможна или сильно затруднена.

Я понимаю, чтобы работа МО была результативной и творческой, вызывала интерес, необходимо внедрять эффективные формы проведения методической работы. Накоплен опыт проведения обучающих семинаров, открытых уроков, деловых игр.

Думаю, что нет смысла раскрывать все стороны работы РМО - что-то получается лучше, что-то хуже, потому остановлюсь на двух направлениях:

Система работы с детьми, имеющими повышенные интеллектуальные способности.

Известно, что вторым пунктом **национальной образовательной инициативы «НАША НОВАЯ ШКОЛА» стоит вопрос по системе поддержки талантливых детей**, где подчёркивается: одновременно с реализацией стандарта общего образования должна быть выстроена разветвленная система поиска и поддержки талантливых детей, а также их сопровождения в течение всего периода становления личности.

В рамках этого направления целесообразно поддерживать творческую среду, обеспечивать возможность самореализации учащимся каждой общеобразовательной школы.

Особое внимание учителя района уделяют работе с одаренными детьми. Сообщество учителей разработало план, и главной целью поставило развитие творческого мышления учащихся, интеллектуальной инициативы, самостоятельности, развитие интереса к предметам естественно - математического цикла.

I. Семинары на темы:

- Формирование практического и теоретического интеллекта на уроках физики, как условие развития творческих способностей учащихся.
- Различные методы и формы активизации познавательных знаний, умений и навыков учащихся.
- Мотивация учителя и учащихся.
- Портфолио ученика как форма мониторинга развития учащихся.

II. Подготовка к олимпиаде велась в следующих направлениях:

- Индивидуальная работа на уроках (задания повышенной трудности).
- Внеурочная работа по собственному плану ученика.
- Консультационная работа учителя.

Работа с родителями увлеченных физикой учеников, которые могут стать лаборантами учителя, с целью поддержания интереса у ребят.

- Организация работы с учащимися по подгруппам, в зависимости от уровня их подготовки.

III. Учебно-тренировочные сборы

На каникулах учащиеся принимают активное участие в традиционных районных учебно-тренировочных сборах, на которых ведут занятия опытные учителя. Такие сборы развивают интеллектуальный уровень учащихся.

IV. В каждой школе организована работа физических кружков или клубов

V. Внедрение ИКТ

В настоящее время кабинеты физики обеспечены компьютерами. Информационная компетентность педагога предполагает освоение обобщенных видов информационной деятельности человека (сбор, поиск, хранение, обработка) на основе использования ИКТ. Многие учителя школы успешно используют на своих уроках возможности Интернета. Это позволило повысить познавательный интерес учащихся, улучшить качество преподавания и качество знаний учащихся.

С целью поддержки талантливых учеников используем такую систему стимулирования как награждение грамотами, дипломами, ценными подарками, благодарственными письмами родителям, денежными премиями из благотворительных фондов.

Чтобы успешно решать задачи первого направления, необходимо творчески подходить к решению задач **второго направления - это развитие творческого потенциала учителя, что отвечает одному из разделов национальной образовательной инициативы «Наша новая школа».**

Прежде всего, это – мониторинг, диагностика, аттестация, по результатам которых педагоги награждаются грамотами, дипломами различного уровня.

Кроме этого, учителя района имеют стимулирующие надбавки по результатам своих достижений.

Опыт лучших учителей обобщается и распространяется в районе.

Считаю, что лучшие **методические находки и удачи нашей работы:**

- уроки-презентации;
- интегрированные уроки;
- неделя творческой активности педагога (предметная неделя);
- творческие отчеты педагогов по методическим темам;
- мастер-класс.

Таким образом, деятельность районного методического объединения учителей физики отличается достаточно высоким уровнем содержания, разнообразием форм и методов методической работы. Но, как говорится, «Век живи - век учись». В этой пословице заключена народная мудрость о необходимости непрерывного образования. В полной мере эти слова относятся к педагогической деятельности.

Практика показывает, что основной путь, способный существенно повлиять на повышение уровня педагогического мастерства преподавателей, их компетенции и эрудиции – это четкая на подлинно научной основе организация методической и исследовательской работы районного методического объединения учителей физики, к чему мы и стремимся.

ФОРМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ

Яванова С. С.
МБОУ «Элистинская многопрофильная гимназия», Элиста

Математика является одним из самых значимых школьных предметов с точки зрения её вклада в развитие интеллекта учащихся. Школьное математическое образование «ум в порядок приводит», развивает воображение и интуицию, формирует навыки логического и алгоритмического мышления. Математика - обязательный предмет на государственной (итоговой) аттестации выпускников основной и старшей школы, является профильным предметом более чем для половины специальностей вузов и ссузов, а математическая подготовка школьников проверяется при проведении различных международных исследований. И именно поэтому процесс обучения математике требует постоянного совершенствования и обновления с позиций требований к современному образованию.

Так как же улучшить математическое образование наших детей? Что нужно предпринять, чтобы помочь им уже сегодня, не дожидаясь, пока реформы заработают? Мы, взрослые, ответственны за сложившуюся ситуацию.

Конечно, один из вариантов - это профильное обучение. Какие цели преследуют родители, определяя своих детей в тот или иной профиль? Это и подготовка в вуз, и подготовка к будущей профессии, и интеллектуальное развитие (физкультура мозга), а также формирование мировоззрения, ориентация в окружающем мире.

Одним из важных условий эффективного обучения предмету является грамотный выбор учебника и соответствующего учебно-методического комплекта. Документом, регламентирующим использование учебников в общеобразовательных учреждениях, является федеральный перечень учебников, рекомендованных и допущенных к использованию в школах. В 2012-2013 учебном году следует руководствоваться приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении федеральных перечней учебников, рекомендованных (допущенных) к использованию в образовательном процессе в образовательных учреждениях, реализующих образовательные программы общего образования и имеющих государственную аккредитацию, на 2012/2013 учебный год».

В нашей гимназии учителя в профильных классах работают по учебникам «Алгебра и начала анализа», под ред. Мордковича А.Г.и др., Ю.М Колягина и др. Эти УМК вошли в федеральный перечень учебников, рекомендованных (допущенных) к использованию в образовательном процессе в образовательных учреждениях.

Почему именно эти учебники? Во-первых, учебник и задачник - это две книги, во-вторых - мягкий, литературный стиль. Основное отличие - явный приоритет функционально-графической линии. Важно, чтобы дети понимали культурную часть математики, её идеологию. Математические модели, графики и функции, картинки помогают это понять, а формулы уже вторичны. К слову, эти УМК имеют четыре уровня сложности.

И.Ф. Шарыгин, автор нескольких учебных пособий по математике сказал: «Для нормального развития человека с момента рождения нужна полноценная интеллектуальная пища. Математика является одним из немногих полноценных, экологически чистых интеллектуальных продуктов, потребляемых в системе образования. Математическое образование влияет на оздоровление подрастающего поколения, психологическое и физиологическое. И сегодня сокращать часы на математику - это значит отказываться от оздоровительных возможностей для молодого поколения».

Конечно, хотелось бы, чтобы количество учебных часов в школе было достаточным и не зависело от числа учащихся в классе.

Алгебра и начала анализа:

10 классе-4ч+1(практикума)

11классе-4ч+1(практикум)

Геометрия:
10 классе- 2ч
11классе-2ч

Математика - наука замечательная, она требует развития наблюдательности. Учитель должен побуждать учеников к поиску истины. Что это значит? Это значит, что на каждом этапе школьного математического образования нужно учить детей наблюдать, сравнивать, замечать закономерности, формулировать гипотезы, учить доказывать или отказываться от гипотезы, если найден контрпример. Важно учить школьников самостоятельно строить определения и их отрицания.

При отборе содержания учебного материала к уроку с целью повышения качества образования педагогам можно порекомендовать:

- четко ранжировать учебный материал по степени важности, отказываясь от второстепенной информации;
- определять уровень усвоения элементов содержания образования на конкретном уроке;
- определять, какие специальные и общеучебные умения будут формироваться при изучении учебного материала на уроке;
-подбирать информацию о значении изучаемого материала в жизни человека.

На протяжении всех лет работы в школе для меня актуальным остаётся вопрос: как учить детей? Как развивать у учащихся внутреннюю мотивацию к обучению математике? Свои уроки я планирую таким образом, чтобы они способствовали приобретению навыков самостоятельного поиска ответов на поставленные вопросы, умений анализировать факты, обобщать и делать логические выводы. Самостоятельно найденный ответ - маленькая победа ребенка в познании сложного мира природы, придающая уверенность в своих возможностях, создающая положительные эмоции, устраняющая неосознанное сопротивление процессу обучения.

Учитель должен преподносить содержание предмета учащимся не как готовое задание, а как систему познавательных задач, решая которые, учащиеся самостоятельно формулируют теоретические положения. Я использую различные формы познавательных заданий: вопросы, упражнения, вычислительные и логические задачи, дидактические игры, алгоритмические предписания, математические диктанты, тесты разного типа, поисковую сеть Интернет, виртуальный эксперимент, создание учащимися компьютерных презентаций, web-сайтов.

На мой взгляд, наиболее приемлемая для реализации таких задач форма урока – беседа с элементами проблемно-поискового подхода, переходящая в дискуссию. Вопросы, на которые учащимся предстоит ответить в ходе урока, формулирую таким образом, чтобы они позволяли создавать ситуации неожиданности, конфликта, предположения, опровержения. Уверена, что каждый ответ ученика ценен тем, что это результат его собственных умозаключений. Нет беды в том, что ответ на какой-либо вопрос не найден сразу. Нерешенная задача будет постоянно побуждать к поиску решения, создавать дополнительную мотивацию к познанию.

Проблемно-поисковый подход удачно реализуется при решении задач. Одно дело - просто решить задачу по алгоритму, совсем другое – провести исследование и найти решение. Много времени в учебных курсах я отвожу на проведение практических работ, иногда сверхпрограммных. Считаю, что, только дав возможность ученику попробовать себя в роли исследователя, экспериментатора, можно добиться усвоения учебного материала. Теория без практики - ничто, поэтому групповой и индивидуальный исследовательский эксперимент - частый гость на моих уроках. Как приятно видеть достижения своих учеников, пусть небольшие, но все же это - удача каждого. Особая гордость - это участие и победы в различных конкурсах, проектах по математике, в которых мои ученики показывают хорошие результаты.

Баирова А. (1место, 2006г.), Одыков Б. (2007г.), Бадма-Горяев С. (2008г.), Джанжиев Л. и Басангова А. (2010г) - НПК. Мухараева В., Чурюмова О., Щербинин А., Манджиев Х., Лиджиев К., Аммаева Н. - олимпиадники разного уровня.

Важно планировать организацию самостоятельной работы учащихся по изучению нового учебного материала, так как малая доля самостоятельной работы на уроке приводит к тому, что ученик не отделяет свою деятельность от работы учителя, в результате чего исчезает главное в учении – осознанное усвоение учебного материала, прочные навыки самообразования, прочность знаний и умений.

Следует выбирать формы организации учебно-познавательной деятельности учащихся на уроке с учетом современных подходов к конструированию урока: дискретного, системно-структурного, коммуникативного, демонстрационного и др.

При проведении уроков необходимо:

-использовать различные приемы формирования мотивации учебной деятельности учащихся;

-корректировать математические знания учащихся, используя индивидуальные карточки;

-на каждом уроке обязательно проверять выполнение домашнего задания с целью обнаружения и устранения пробелов в знаниях учащихся.

Устранению пробелов в знаниях учащихся будут также способствовать:

- обязательный качественный анализ результатов контрольных работ;
- оказание индивидуальной помощи в ходе самостоятельной работы;
- проведение поддерживающих занятий;
- рефлексия учебной деятельности учащихся и её результатов и др.

(проводить рефлексию учебной деятельности учащихся нужно не только в ходе подведения итогов урока, но и для устранения затруднений на любом этапе урока, акцентируя внимание учащихся на смысле рефлексии, важности этого умения в жизнедеятельности человека);

- предотвращение ситуации незанятости учащихся на уроке, приводящей к шуму и нарушениям дисциплины;
- коррекция домашнего задания (объем, уровень сложности) с учетом результатов учебной деятельности учащихся на уроке, индивидуальных познавательных возможностей учащихся.

Дефицит учебного времени на уроке можно снизить путем:

- четкой регламентации всех видов деятельности учителя и учащихся на этапе составления плана урока;
- тщательного отбора учебной информации к уроку, отказа от воспроизведения (пересказа) учителем всего нового учебного материала на уроке;
- целенаправленного формирования общеучебных умений и навыков учащихся (умение работать с текстом, владение приемами рациональной организации учебного труда, рефлексии, логического мышления существенно экономят время усвоения учебного материала);
- систематизации работы по повышению мотивации учения;
- использования игровых форм проведения уроков при решении задач.

Главное достоинство этих форм в том, что в решении задач принимает участие каждый ученик, а работа проходит на высоком эмоциональном уровне.

Повышению результатов учебной деятельности учащихся по математике будет способствовать также использование:

- элементов *дифференциации и индивидуализации* обучения, которые направлены на корректировку содержания обучения, регулирование трудностей и длительности выполнения отдельных заданий. Для этого организуется работа в парах, группах, индивидуальная работа с учениками;

• различных *форм внеурочной работы* (факультативные занятия, ЗФТШ, праздники, выставки детских работ, олимпиады, экскурсии, «Недели математики», летние профильные лагеря). В нашей гимназии уже 4 года действует летний лагерь, в котором дети отдыхают и учатся. Его создатели Мемеева Р. Н., учитель физики, Эрдниев А.Б., учитель математики. По аналогии с этим лагерем в школе действуют профильные лагеря на всех каникулах.

• основных положений *концепции поэтапного формирования умственных действий* (Гальперин П. Я., Талызина Н. Ф.), реализация которых способствует поэтапной и последовательной отработке математических умений и навыков;

• элементов *опережающего обучения* (опережающее консультирование по трудным темам математики, Лысенкова С. Н.);

• *проблемного изложения учебного материала* (Махмутов М. И.), когда перед школьниками создаются проблемные ситуации, решить которые возможно только при изучении данной темы. Для создания проблемных ситуаций учитель может использовать различные методические приемы: подводит учащихся к противоречию и предлагает самостоятельно разрешить его; излагает различные точки зрения по одному и тому же вопросу; побуждает учащихся к активной аналитической деятельности: делает сравнения, обобщения, выводы из ситуации; формулирует различного рода проблемные задачи: с недостаточными или избыточными исходными данными, с неопределенностью в постановке вопроса.

• заданий с заведомо допущенными ошибками, ограниченным временем решения на них.

В заключение хотелось бы отметить, что мы должны всегда помнить: ученик – это личность, и он не должен превратиться в сосуд, который нужно наполнить знаниями. Он – факел, который мы, учителя, должны зажечь! В этом нам поможет личностно-ориентированный подход, который осуществляется посредством ориентации на индивидуальное становление математических способностей, компетентности педагога, осмысления им гуманитаризации математического образования.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ: ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ СТАТЬИ

Михаляев Б. Б.[1], Мусцевой В. В.[2]
[1] *Калмыцкий государственный университет, Элиста*
[2] *Волгоградский государственный университет, Волгоград*

(пустая строка)

Abstract

FAST SAUSAGE WAVES IN CURRENT-CARRYING CORONAL LOOPS, *by Khongorova O.V., Mikhalyaev B.B., and M.S. Ruderman*. Fast sausage waves in a model coronal loop that consists of a cylindrical core with axial magnetic field and coaxial annulus with purely azimuthal magnetic field are considered. …

(пустая строка)

Оформление статьи. Настоящий текст представляет собой правила по оформлению статей в сборнике трудов научно-практической конференции “Актуальные проблемы современной физики и математики”. Иными словами, статья должна выглядеть примерно так, как эта страница. Объем статьи не ограничен.

Материалы должны быть подготовлены средствами Word. Размер всех шрифтов, кроме мест работы авторов и подписей к рисункам – 12 пунктов. Размер шрифта мест работы авторов и подписей к рисункам – 10 пунктов. Шрифт – Times New Roman. Заголовок, слово “**Abstract**”, наименования разделов статьи и заголовок “**Литература**” выделяются жирным шрифтом. Заголовок, список авторов, места их работы и заголовок “**Литература**” форматируются от центра. Наименования мест работы авторов выделяются курсивом (см. выше). Переносы включаются автоматически.

Размер полей справа и слева – 20 мм, сверху и снизу – 25 мм. Статья не должна содержать нумерации страниц, номера страниц будут размещаться при верстке всего сборника в целом.

Статья должна быть снабжена **Abstract**-ом на английском языке, размером не более 200 слов, включая предлоги, помещенным перед основной частью статьи. Это требование является некритичным: переведите аннотацию на английский, если хотите, чтобы англоязычный читатель смог ознакомиться с вашей работой.

Наименование раздела статьи указывается в начале первого абзаца и выделяется жирным шрифтом раздела (см. **Оформление статьи.**). Нумерация разделов не производится. Между разделами устанавливается интервал в 6 пунктов. Принято использовать **Введение** с изложением сути рассматриваемой проблемы, кратким обзором ее современного состояния и литературы по теме исследования, а также **Заключение** с формулировкой результатов проведенного исследования и обсуждением перспектив его продолжения.

Все формулы, выделенные в отдельную строку, должны быть пронумерованы (следующие формулы размещены на странице с помощью таблицы с четырьмя строками и двумя столбцами, один из которых отведен для нумерации; ее границы выбраны невидимыми):

$$\rho\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\nabla p + \frac{1}{4\pi}\mathrm{rot}\mathbf{B}\times\mathbf{B}, \tag{1}$$

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho\,\mathrm{div}\mathbf{v} = 0, \tag{2}$$

$$\frac{d\mathbf{B}}{dt} = \mathrm{rot}(\mathbf{v}\times\mathbf{B}), \tag{3}$$

$$\frac{dp}{dt} - \frac{\gamma p}{\rho}\frac{d\rho}{dt} = -(\gamma-1)\rho L, \tag{4}$$

Должны быть пронумерованы и подписаны все рисунки. Подписи располагаются снизу или сбоку от рисунка (рис. 1-2). Обратите внимание на соответствие масштабов рисунков размеру шрифта. Формат рисунка не оговаривается, поскольку уже предполагается, что он читается в Word.

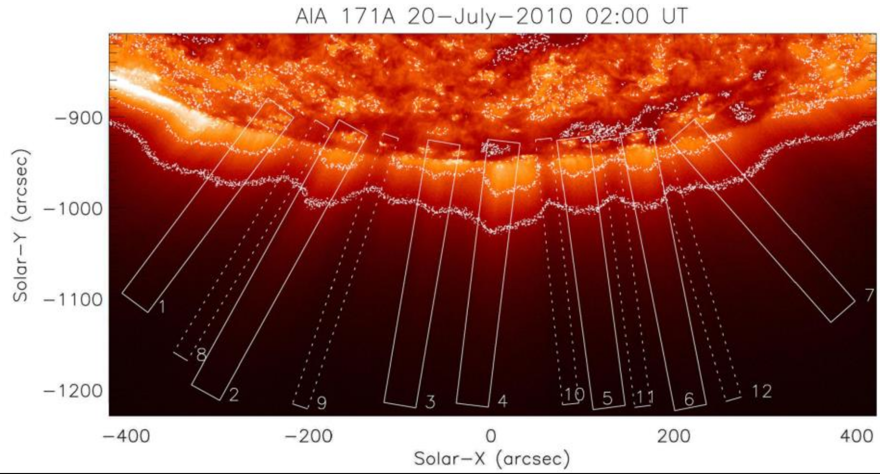


Рис. 1. Здесь для размещения рисунка использована таблица с двумя строками и одним столбцом. Границы таблицы приведены для наглядности, в реальной работе их следует выбрать невидимыми.

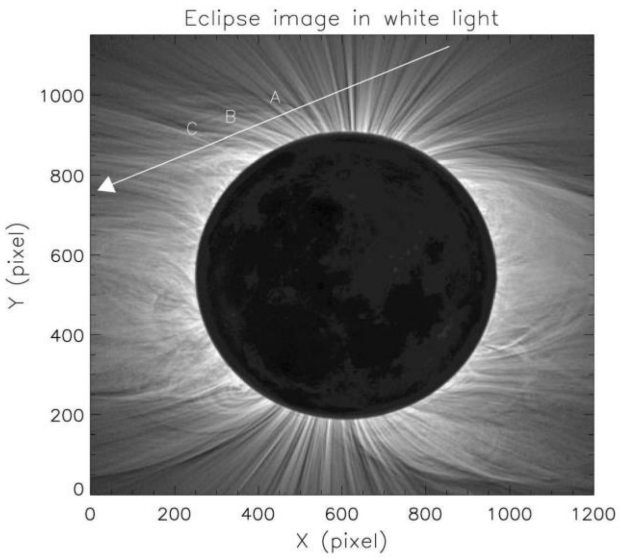


Рис. 2. Для размещения подписи сбоку от рисунка использована таблица с одной строкой и двумя столбцами. Границы таблицы выбраны невидимыми.

Список литературы и ссылки на нее. Список литературы приводится в алфавитном порядке, сначала на русском языке, затем – на английском. Цитируемая работа дается в виде фамилий авторов (указываются все авторы), названия работы, года опубликования работы с добавлением буквы при ссылках на несколько публикаций данного автора в том же году, названия издания (приводится полностью), номера тома, номера выпуска и первой страницы работы. Подробные сведения о работах необходимы потому, что издание не является специализированным и имеет разнородную читательскую аудиторию.

Ссылка в тексте на цитируемую литературу дается в виде фамилии автора и года опубликования работы (Паркер, 1972). При двух авторах указываются обе фамилии через запятую (Дворяковский, Файнштейн, 1981), при трех и более соавторах указывается лишь первая фамилия с добавлением “и др.” или “et al.” (De Moortel et al., 2002a). Подобный тип ссылки мы считаем более приемлемым по сравнению с использованием нумерованных ссылок, поскольку не придется при чтении каждой ссылки “прокручивать” статью в ее конец.

Представление и публикация статьи. Конференция проводится ежегодно в конце ноября. Статью следует до конца первого квартала следующего календарного года представить в электронном виде на кафедру теоретической физики КалмГУ или послать по адресу fmif@kalmsu.ru.

Публикация статей является свободной, то есть статьи не рецензируются. Публикация статей в электронном сборнике является бесплатной для авторов.

Литература

Дворяковский В.П., Файнштейн С.М. *О параметрической неустойчивости магнитозвуковых волн в плоском плазменном волноводе* // 1981, Известия ВУЗов. Радиофизика, 24, №5, 533.
Паркер Е., 1972, *Космические магнитные поля.* Т. 1. -М.: Мир, с. 416.
De Moortel I., Ireland J., Walsh R.W., Hood A.W. *Longitudinal intensity oscillations in coronal loops observed with trace. I. Overview of measured parameters* // 2002a, Solar Physics, 209, 61.
De Moortel I., Hood A.W., Ireland J., Walsh R.W. *Longitudinal intensity oscillations in coronal loops observed with trace. II. Discussion of measured parameters* // 2002b, Solar Physics, 209}, 89.
Foullon C., Fletcher L., Hannah I. G., Verwichte E., Cecconi B., Nakariakov V.M., Phillips K.J. H., Tan B.L. *From large-scale loops to the sites of dense flaring loops: preferential conditions for long-period pulsations in solar flares* // 2010, Astrophysical Journal, 719, 151.