

***К 10 - летию  
Аэрокосмического факультета  
(1987 - 1997г.г.)***

**Студенческая  
научно-техническая конференция  
Аэрокосмического факультета  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
при НПО машиностроения  
*22 мая 1997 года.***



**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
и комментарии**

Москва  
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
1997

---



**Студенческая научно-техническая конференция  
Аэрокосмического факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана при  
НПО машиностроения: Тезисы докладов и комментарии**  
/Под редакцией Р.П. Симоньянца. -М.: Издательство МГТУ  
им. Н.Э. Баумана, 1997

ISBN 5-7038-1313-1

Кратко изложено содержание научных и проектных работ студентов Аэрокосмического факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана, выполненных в 1996-1997 учебном году по проблемам оптики, обработки радиолокационных изображений, проектирования летательных аппаратов (ЛА), управления движением ЛА, экономики.

Открывает сборник обращение к студентам Генерального конструктора Ефремова Г.А. Комментарии ко всем работам дают их руководители и декан. Отражена связь работ с Непрерывной научно-производственной практикой студентов на предприятии.

Для студентов, аспирантов и преподавателей технических вузов, инженеров и научных работников промышленности.



Под редакцией  
декана факультета,  
к.т.н., доцента  
**Симоньянца Р.П.**



Компьютерная верстка  
Куркова М.А.

107005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5.  
Телефоны: 307-05-90, 528-63-38.



143952, Московская область,  
г. Реутов, ул. Гагарина, д. 33.



© Московский государственный  
технический университет им.  
Н.Э. Баумана, Аэрокосмический  
факультет, 1997

© Издательство МГТУ  
им. Н.Э. Баумана, 1997

ISBN 5-7038-1313-1



**Студенческая  
научно-техническая конференция  
Аэрокосмического факультета  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
при НПО машиностроения  
22 мая 1997 г.**



**Тезисы докладов и комментарии**

**С о д е р ж а н и е**



□ **Мы** даем элитное образование.  
*Генеральный конструктор, генеральный директор НПО машиностроения, к.т.н., профессор **Ефремов Г.А.** ..... 5*

□ **Воплощение** идеи интеграции.  
*Декан Аэрокосмического факультета МГТУ, к.т.н., доцент **Симоньянц Р.П.** ..... 6*

1. **Математическое** моделирование лазерного фотоакустического спектрометра.  
*Студент 6 курса (гр.АКЗ-Д1) **Абдулаев Ш.Р.**  
Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доц. каф. ФН2 **Алехнович В.И.**..... 7*

2. **Температурная** коррекция измерений автоматического рефрактометра.  
*Студент 4 курса (гр. АКЗ-81) **Макастров С.Л.**  
Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 **Алехнович В.И.**..... 8*



3. **Дифракция** лазерного излучения на отверстиях неправильной формы.  
*Студент 4 курса (гр. АКЗ-81) **Федоров В.А.**  
Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 **Алехнович В.И.**..... 9*

4. **Математическое** моделирование и программное обеспечение рефрактометрических измерений.  
*Студент 6 курса (АКЗ-Д1) **Дерезовский Д. В.**  
Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 **Алехнович В.И.**..... 10*



5. **Оценка** устойчивости криптосистемы RSA в программах защиты информации.  
*Студент 5 курса (гр. АКЗ-101) **Артемов А.А.**  
Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 **Алехнович В.И.**..... 11*



6. Генерация цифровой модели рельефа местности интерферометрическим методом.

Студент 5 курса (АК3-101) **Трошкин Д. В.**  
 Научный руководитель: инж. I категории отд.  
 09-25, к.т.н. доцент **Елизаветин И. В.**..... 12

7. Применение адаптивного фильтра для улучшения процедуры развертки фазы радиолокационной интерферограммы.

Студент 4-го курса (АК3-81) **Виноградов М. В.**  
 Научный руководитель: инж. I категории отд.  
 09-25, к.т.н. доцент **Елизаветин И. В.**..... 13

8. Разработка технологии первичной обработки данных с КА "Ресурс".

Студент 4 курса (АК4-81) **Афонин В.В.**  
 Научный руководитель: инж. I-ой категории  
 отдела 00-30 **Зайцев В.В.**..... 15

9. Разработка малого КЛА для мониторинга солнечного ветра.

Студент 4 курса (АК2-81) **Светлов С.Д.**  
 Научный руководитель: нач. НИЛ 01-07, доцент  
**Натаров Б.Н.**..... 16

10. Выполнение межорбитальных и межпланетных перелетов космическим аппаратом с малой тягой.

Студент 7 курса **Сулимов П.С.**  
 Научный руководитель: вед. науч. сотр. ФЭС,  
 к.т.н., доцент **Григорьев А.Е.**..... 17

11. Выбор состава и метода формирования многофункционального покрытия.

Студент 5 курса (АК1-101) **Бибер А.В.**  
 Научный руководитель: нач. НИО 07-20, д.т.н.,  
 профессор **Епифановский И.С.**..... 19

12. Исследование колебаний подкрепленных систем.

Студент 4 курса (АК1-81) **Мироненко Р.А.**  
 Научный руководитель: к.т.н., доцент  
**Клюев Ю.И.**..... 20

13. Конечный элемент для балки с учетом поперечного сдвига.

Студент 4 курса (АК1-81) **Зайцев С.Э.**  
 Научный руководитель: к.т.н., доцент  
**Клюев Ю. И.** ..... 20

14. Старт воздушно-космического самолета с самолета-носителя.

Студент 6 курса (АК3-Д1) **Лобачев П.Н.**  
 Научный руководитель: к.т.н., доцент **Тимофеев В.Н.**, к.т.н., с.н.с. **Баранов Н.А.**..... 21

15. Разработка гибридной силовой установки автомобиля.

Студенты 2 курса (АК-4-41) **Антоневич Д.В., Попов М.А.** Научный руководитель: нач. отдела 08-06, к.т.н., доцент **Авраменко Н.Г.**..... 22



16. **Разработка автоматизированной системы прогнозирования финансовых показателей.**

*Студент 6 курса (АК3-Д1) **Родионов А.И.***

*Научные руководители: д.т.н., профессор каф. ФН-2 **Тёскин О.И.**, нач. Финансово-экономического управления НПО маш., доцент*

***Бунак В.А.**..... 23*



17. **Математическое моделирование функционирования расчетно-гарантийной системы (РГС) организованного рынка корпоративных ценных бумаг (ОРКЦБ).**

*Студент 5 курса (АК3-101) **Зайцев В.А.***

*Научный руководитель: к.т.н., доцент*

***Краснов И.К.**..... 24*



18. **Разработка алгоритмов принятия решений банком при работе на рынке МБК.**

*Студент 6 курса (АК4-Д1) **Перемыслов Д.Г.***

*Научный руководитель: д.т.н., профессор*

*кафедры ИУ-1 **Зверев В.Ю.**..... 25*



19. **Оптимизация режимов углового маневрирования и стабилизации КЛА с реактивными двигателями и маховиком.**

*Студенты 5 курса (АК1-101) **Будыка С.М.,***

***Савосин Г.В., Горяев А.Н., Назаренко В.В.,***

***Габдуллин И.М.***

*Научный руководитель: к.т.н., доцент*

***Симоньянц Р.П.***

*Консультанты: нач. отдела 04-04 к.т.н., доцент*

***Туманов А.В.**, нач. сектора 02-02-04 к.т.н., доцент*

***Плавник Г.Г.**..... 26*

20. **О научных работах студентов**

***Рудакова А.Б.,***

***Каютина И.С.,***

***Сахно Ю.В.** (АК4-Д1),*

***Бузина Д.А.** (7 год),*

***Плешкова Д.И.** (АК2-81),*

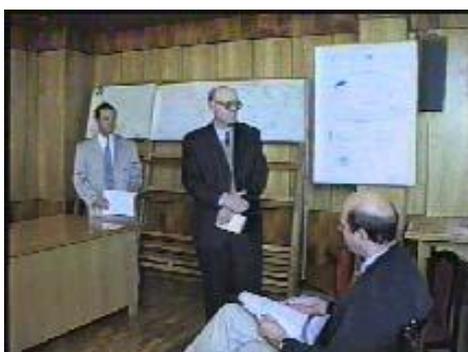
***Цымбала О.А.** (АК4-81)*

*и первокурсников*

***Коптева П.В.,***

***Корепанова А.С.** (АК3-21)..... 28*

\* \* \*



*10-ая Студенческая научно-техническая конференция Аэрокосмического факультета Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана при Научно-производственном объединении машиностроения* состоялась 22 мая 1997 года в конференц-зале объединение (г. Реутов). Присутствовали студенты, преподаватели и сотрудники предприятия. В их числе Генеральный конструктор и генеральный директор НПО машиностроения профессор Ефремов Г.А., первый заместитель генерального директора доцент Мартынов В.И., заместитель генерального директора доцент Чех В.М., начальники отделов доценты Туманов А.В. и Авраменко Н.Г., ведущий научный сотрудник Финансово-экономической службы предприятия доцент Григорьев А.Е., заместитель начальника ФЭУ Петров В.С., инженеры 1 категории отдела 00-30 доцент Елизаветин И.В. и Зайцев В.В., декан Аэрокосмического факультета доцент Симоньянц Р.П. и заместители декана доцент Краснов И.К. и Орлова Г.П., заведующий кафедрой СМ-2 МГТУ профессор Челомей С.В. и заместитель заведующего доцент Зеленцов В.В., профессор Тушев О.Н., доценты Ключев Ю.И., Никитенко В.И., Алехнович В.И., Филимонов Н.Б., Тимофеев В.Н. и др

Конференцию открыл декан факультета. С приветственным словом к участникам конференции обратился Генеральный конструктор. Был показан короткий видеофильм о Студенческих научно-технических конференциях Аэрокосмического факультета за последние 5 лет (1991-1996гг.).

С пленарными докладами выступили студенты Д. Дерезовский, Д. Трошкин, Д. Афонин, С. Светлов, А. Родионов, П. Коптев и П. Сулимов. Остальные авторы представили свои работы в форме стендовых докладов. Авторам было задано много вопросов. По некоторым работам развернулись оживленные дискуссии.

## Мы даем элитное образование

Генеральный конструктор, генеральный директор  
НПО машиностроения, к.т.н., профессор *Ефремов Г.А.*



Уважаемые молодые коллеги!

Сейчас, почему-то, таких как мы с вами принято относить к чудачкам. Нас, предприятие, – за то, что живем в Науке и Технике, что не имеем долгов, что платим зарплату и, вообще, что нацелены в Будущее. Вас – за то, что занимаетесь Наукой, такими вещами, которые теперь считают экзотическими. Я думаю, что все уладится и будет не так. Ведь Россия была, есть и будет страной с высокими технологиями.

Кто-то из вас станет менеджером, кто-то – финансистом – без этого нельзя. Но большинство будут научно-техническими работниками – учеными, инженерами, конструкторами, производственниками. Верьте, как и мы верим, что это нужно, что вы будете востребованы.

Мы с МГТУ готовим вас как специалистов ближе к оборонным направлениям. *Это – элитное образование*, которое дает вам возможность работать по любым направлениям в области высоких технологий. Это не просто слова. В этом мы убедились на деле. Важно знание обстановки, важно понимание нашего места и роли, понимание наших подходов к образованию и, особенно, понимание этого симбиоза – НПО машиностроения и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

К нам много приходит начальства, партнеров, союзников из разных организаций и даже ведомств. И всех удивляет: как много у нас молодежи! Да, вы скрашиваете нашу ветеранскую среду. Вас принимают за наших сотрудников. А мы так и считаем. Вы наши сотрудники, даже пока учитесь. Но я верю, что большинство из вас нашими сотрудниками и останутся, и мы будем вместе решать стоящие перед объединением большие задачи – занять и сохранить достойное место в мире в области высоких технологий.

Работы, представленные вами на конференцию, очень любопытны, очень нужны и все могут найти применение. Хочу пожелать вам успехов в работе и веры, огромной веры, что знания, которые вы здесь приобрели, будут служить Вам всю жизнь, сделают вас достаточно богатыми и счастливыми.

## Воплощение идеи интеграции.

Декан Аэрокосмического факультета  
МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
к.т.н., доцент *Симоньянц Р.П.*



В этом году исполняется 10 лет Аэрокосмическому факультету МГТУ им. Н.Э. Баумана при НПО машиностроения. И мы проводим 10-ю, юбилейную Студенческую научно-техническую конференцию. Поражает, что все эти годы творческая энергия студентов, их энтузиазм сохраняли неизменно высокий уровень. Секрет прост: авторов работ питает благодатная почва реальных задач, живого дела и высококлассной профессиональной среды.

Воплощение идеи интеграции университетского образования с наукой и производством дает результаты, превосходящие самые оптимистические прогнозы. Это значительно больше, чем соединение теории и практики. Здесь встречаются стремление юных к высокому профессионализму с потребностью зрелых профессионалов сохранить и передать свое дело и опыт. А ныне, в наше трудное время, эти тенденции усилились.

Каждый год научные конференции студентов факультета демонстрируют успех этой плодотворной идеи. Нас восхищают яркие таланты студентов, глубина и смелость их творческого мышления. И мы, университет и предприятие, всё лучше осознаем свою взаимную значимость, все больше гордимся друг другом, гордимся нашим нелегким делом, нашими великолепными преподавателями и замечательными студентами - гордимся своим факультетом.

## 1. Математическое моделирование лазерного фотоакустического спектрометра.

Студент 6 курса (гр.АКЗ-Д1) *Абдулаев Ш.Р.*

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доц. каф. ФН2 *Алехнович В.И.*



На основе фотоакустического метода, известного высокими метрологическими характеристиками и чувствительностью, разработана математическая модель измерения слабого поглощения в жидких средах. В качестве исходной математической модели взята линейная система термоупругих процессов относительно векторного и скалярного потенциалов смещения и температура среды. С учетом специфических особенностей жидкостей, и в предположении о пространственном распределении интенсивности лазерного пучка в приближении слабого поглощения, получена связанная система из двух уравнений: волнового и теплопроводности.

Для численного решения системы уравнений выбран метод конечных разностей, реализованный в виде программного комплекса. Проведены расчеты для различных значений частоты модуляции лазера. Результаты численного эксперимента хорошо согласуются с известными по литературе экспериментальными данными и позволяют оптимизировать характеристические параметры спектрометра. Метод апробирован при анализе жидких ракетных топлив на определение концентрации инородных жидких сред, негативно влияющих на работу двигательной установки.

### *Комментарий научного руководителя:*



Работа Ш. Абдулаева интересна в плане разработки некоторых аспектов взаимодействия излучения с веществом. Система уравнений, которую он успешно решил с учетом связности и теплопроводности позволяет рассматривать реально движущиеся источники в жидкости со скоростями большими, чем скорость звука. Здесь наблюдаются эффекты, которые позволяют решить некоторые проблемы связи и локации подводных объектов. Возможны и такие варианты использования этого метода, как связь с подводными лодками и космическим летательными аппаратами. Работа интересна и имеет интересное продолжение.

Шухрат работает по этой теме на протяжении последних пяти лет. Начиная с самых простых задач, скажем, интегрирования быстро осциллирующих функций в применении к частным случаям решения единой модели фототермоупругих колебаний. А в последнее время – больше приложений к постановкам более общей задачи с учетом многих реальных факторов среды, в которой распространяются эти колебания – теплопроводность, вязкость, процессы адиабатического приближения и связанные с кинетикой развития этих процессов.

Работа Ш. Абдулаева, достигнутые им результаты позволяют сделать оптимистические оценки о возможности создания подводных устройств связи, локации и контроля.

## **2. Температурная коррекция измерений автоматического рефрактометра.**

Студент 4 курса (гр. АКЗ-81) *Макатров С.Л.*

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 *Алехнович В.И.*



Как известно, показания автоматического рефрактометра зависят от температуры контролируемой среды в узком слое, прилегающем к поверхности измерительной призмы. Температурная коррекция измерений осуществляется путем измерения температуры в двух или трех точках вблизи контролируемого слоя и восстановления температуры этого слоя путем решения обратной задачи стационарного температурного распределения внутри призмы.

Такая коррекция позволяет уменьшить погрешность измерения  $\Delta n$  от температурной неравномерности до величины  $3 \cdot 10^{-5}$ .

### ***Комментарий научного руководителя:***

Сергей Макатров решил очень интересную и практически важную обратную задачу для восстановления температурного распределения на измерительной поверхности призм разрабатываемого оптического прибора.

### 3. Дифракция лазерного излучения на отверстиях неправильной формы.

Студент 4 курса (гр. АКЗ-81) *Федоров В.А.*

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 *Алехнович В.И.*



В практике измерений отверстий небольших диаметров оптические методы имеют неоспоримое преимущество, например в оптический микроскоп видны отклонения от среднего профиля отверстия порядка 1 мкм.

В работе представлены результаты расчета дифракции лазерного излучения на отверстиях неправильной формы, позволяющие определить по характерным изгибам дифракционных полос ошибки изготовления отверстия. Такой метод обладает чувствительностью порядка 0.1 мкм.

#### *Комментарий научного руководителя:*

Владимир Федоров решил задачу промышленного контроля отверстий малого диаметра, измерение параметров которых представляют известные трудности. При всей простоте и понятности постановки задачи на концептуальном уровне, решение не тривиально. Это, по сути, обратная задача с дискретным восприятием информации, с ограничением по спектру. Получена методика, представляющая интерес для решения задач подобного уровня.

При производстве большого количества мелких деталей актуальна задача достоверного контроля качества всей совокупности деталей. При этом индивидуальный контроль затруднен, а выборочный не всегда позволяет выявить недопустимо большие отклонения размеров и формы деталей. Эту проблему исследовал студент 6 курса **Борисов А.Н.** (гр. АКЗ-Д1). Им разработан лазерный статистический метод контроля качества фильер для производства химических волокон, который позволяет за время порядка 1 минуты без снижения достоверности контроля проанализировать до 1000 однотипных отверстий с определением математического ожидания и дисперсии распределения диаметров. Рассмотрена возможность определения шероховатости цилиндрической поверхности при диаметрах несколько микрометров.

#### 4. Математическое моделирование и программное обеспечение рефрактометрических измерений.

Студент 6 курса (АКЗ-Д1) *Дерезовский Д. В.*

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 *Алехнович В.И.*



Решение разнообразных задач контроля и анализа природных и промышленных сред невозможно без современных высокоточных и высокопроизводительных измерительных приборов. Одним из таких приборов является разрабатываемый на НПО маш. автоматический рефрактометр, позволяющий с помощью оптического метода контролировать состав и свойства жидких сред. Для оптических методов характерна высокая информативная точность, быстроедействие, надежность, возможность неразрушающего метода контроля и автоматизации измерений.

В работе построена математическая модель процесса измерения, отражающая влияние наиболее существенных факторов, влияющих на точность измерения показателя преломления и связанных с ним концентрационных характеристик. На основе анализа и решения математической модели разработан алгоритм корреляционной обработки информации, позволяющей уменьшить влияние случайных и систематических факторов на погрешность измерения. Использован ассоциативный метод сравнения характеристик контролируемого раствора с характеристиками эталона. Введены коррекция формы сигнала с учетом конечности спектральной ширины источника излучения и температурная коррекция результатов измерения.

В работе проведен расчет методом конечных элементов стационарного поля температур призмы рефрактометра, в результате которого оценено влияние неоднородности температуры на точность измерения угла полного внутреннего отражения. Все полученные результаты использованы при разработке автоматического рефрактометра, который планируется изготавливать в НПО маш. Достигнута высокая для такого класса приборов точность измерения показателя преломления.

##### *Комментарий научного руководителя:*

Работой Дмитрия Дерезовского завершён цикл студенческих работ, куда вошло много идей и изобретений, сделанных как самим автором, так и его коллегами-студентами за последние несколько лет. Результаты вошли в дипломную работу автора. Следует отметить огромный личный вклад автора в разработку прибора, который уже подготовлен к производству на предприятии.

## 5. Оценка устойчивости криптосистемы RSA в программах защиты информации.

Студент 5 курса (гр. АКЗ-101) *Артемьев А.А.*

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. НИЛ 05-55, доцент каф. ФН2 *Алехнович В.И.*



Кодирование сообщений по системе RSA основано на использовании произведений больших простых чисел в кодовом слове. Устойчивость такой системы к декодированию может быть определена как число операций по нахождению делителей кодового числа.

В работе исследуется алгоритм поиска делителей чисел за количество операций порядка  $n^{1/8}$ , где  $n$  - исследуемое число. Рассматривается возможность отметания ложных локальных минимумов при поиске глобального.

Результаты работы имеют приложения при решении диофантовых уравнений.

### *Комментарий научного руководителя:*

Работа Александра Артемьева достаточно интересна в плане получения новых методов кодирования и декодирования информации. Он применил статистический метод к исследованию чисто классической задачи нахождения нулей Дзета-функции Римана и разложения на множители больших чисел. Это, возможно, позволит разработать тот самый алгоритм, который может за короткое время расшифровать любое сложное и секретное сообщение.

\*\*\*

В числе работ оптического направления, выполненных студентами в этом году, следует назвать и работу **Мостяева И.В.** (гр. АКЗ-Д1), в которой решена задача синтеза тонкослойного оптического элемента, преобразующего лазерный пучок в кольцевое распределение интенсивности излучения в пространстве с минимальными потерями. При анализе задачи разработан численный алгоритм решения двумерного уравнения Фредгольма 1-го рода с неопределенной фазой выходного распределения интенсивности.

Создание такого оптического элемента актуально для многих оптико-электронных информационных приборов. Например, применение его в зеркальных объективах лидаров позволит увеличить чувствительность и дальность измерений при контроле состава атмосферы с орбиты КЛА.

## **6. Генерация цифровой модели рельефа местности интерферометрическим методом.**

Студент 5 курса (АКЗ-101) *Трошкин Д. В.*

Научный руководитель: инж.1 категории отд. 09-25, к.т.н. доцент *Елизаветин И. В.*



Автоматическая генерация высокоточной цифровой модели рельефа местности является актуальной задачей для многих отраслей народного хозяйства. Один из методов получения такой модели - интерферометрическая обработка пар радиолокационных изображений, позволяющая использовать информацию о фазе принятого сигнала.

Данная работа проводилась в рамках разработки усовершенствованного программного модуля обработки радиолокационной информации для пакета Erdas Imagine 8.3. Были разработаны алгоритмы автоматического совмещения (корегистрации) радиолокационных изображений, фильтрации фазовых шумов и пересчета относительных возвышений, получаемых в результате обработки, в абсолютные высоты.



## **7. Применение адаптивного фильтра для улучшения процедуры развертки фазы радиолокационной интерферограммы.**

Студент 4-го курса (АКЗ-81) **Виноградов М. В.**

Научный руководитель: инж.1 категории отд. 09-25, к.т.н. доцент **Елизаветин И. В.**



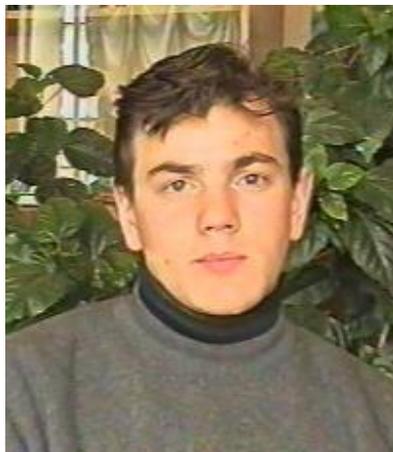
Для целей картографирования Земли используется ряд способов, один из них - метод интерферометрии с использованием данных РСА (радиолокатора с синтезированием апертуры) космического базирования. Обработка данных, полученных РСА состоит из нескольких шагов: коррегистрации (совмещения) двух снимков, формировании комплексной интерферограммы, компенсации фазового набега по дальности, фильтрации фазового шума и фазовой развертки (т.е. устранения 2π неоднозначности), результаты которой непосредственно пересчитываются в высоту рельефа. При обработке интерферограмм с высоким уровнем шума для корректной работы ключевого алгоритма фазовой развертки интерферограмму необходимо подвергнуть высокочастотной фильтрации с большим окном, что понижает точность восстановления рельефа. Однако интерферограмма неоднородна и на ней имеются участки с различным уровнем шума.

С целью повышения качества обработки предложено использовать для предварительной фильтрации адаптивный фильтр, размер окна которого зависит от значений корреляционной функции двух снимков. Произведено сравнение цифровых моделей рельефа, полученных с использованием предложенного и классического алгоритмов с цифровой картой. Результаты показали эффективность предложенного подхода, что выражается в уменьшении среднеквадратической ошибки восстановления рельефа с 12 до 4.5 метров.

## 8. Разработка технологии первичной обработки данных с КА “Ресурс”.

Студент 4 курса (АК4-81) *Афонин В.В.*

Научный руководитель: инж. 1-ой категории отдела 00-30 *Зайцев В.В.*

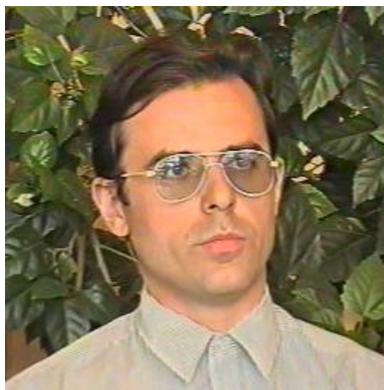


В НПО машиностроения с февраля 1997 года работает Центр, в котором осуществляется прием данных с ИСЗ “Ресурс-03”. Для получения изображений подстилающей поверхности на этом КА установлены сканирующие устройства среднего разрешения (150 м) с конической разверткой и высокого разрешения (45 м) с электронной разверткой. Данные принимаются в кодированной форме и записываются на жесткий диск ПЭВМ.

В работе подробно рассмотрены радиометрические искажения датчиков, причины их возникновения, методы коррекции. Проведен анализ различных подходов к построению алгоритмов радиометрической коррекции: универсальных (не требующих точного знания характеристик датчика) и алгоритмов, ориентированных на точные измерения параметров сканирующих устройств для проведения абсолютной калибровки.

В работе даны рекомендации по типам алгоритмов и способам их реализации для приемного центра НПО Машиностроения.

### *Комментарий научного руководителя:*

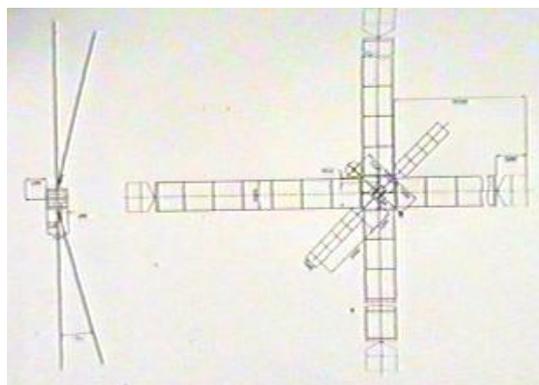


Работа студента В. Афонина имеет большое значение для предприятия, поскольку это первый опыт создания такого приемного Центра и приема реальной космической информации. Мы вместе рассмотрели все радиометрические искажения принимаемой информации, рассмотрели природу этих искажений и наметили пути их корректировки. Работа будет продолжаться. Мы планируем развить теорию алгоритмов радиометрической коррекции. Подготовили к публикации статью. Но главная наша задача – внедрение алгоритмов в реальную работу Центра.

## 9. Разработка малого КЛА для мониторинга солнечного ветра

Студент 4 курса (АК2-81) *Светлов С.Д.*

Научный руководитель: нач. НИЛ 01-07, доцент *Натаров Б.Н.*



Разрабатывается малый космический летательный аппарат (КЛА) для мониторинга солнечного ветра. Учитывая специфичность решаемой аппаратом задачи и срок функционирования КЛА, в качестве системы стабилизации используется солнечный парус. В работе проводится анализ динамики паруса (раскрытие, движение относительно центра масс аппарата). Оптимизируется площадь паруса и масса в соответствии с техническим заданием.

Парус совершает в вакууме незатухающие колебания. Для их подавления в конструкцию аппарата вводится жидкостной каналовой демпфер. Он удовлетворяет заданным требованиям по затуханию колебательного движения паруса.

Данная работа включена в проект малого космического аппарата, разрабатываемого коллективом НИЛ 01-07 НПО машиностроения, в котором автор проходит стажировку.

### *Комментарий научного руководителя:*



Студент С. Светлов сейчас стажировается в моей лаборатории. Его работа во многом будет определять облик разрабатываемого космического аппарата. Это новая для нас пассивная система ориентации и стабилизации, использующая давление света. Впервые формулируются технические требования к системе, впервые для подобного аппарата ставятся оптимизационные циклы по критерию минимума массы. Могу оценить работу Сергея как весьма успешную.

Исходя из личного опыта многолетнего творческого общения со студентами факультета, могу сказать, что с течением лет попытки использовать студенческий потенциал в решении проектных проблем становятся все более и более успешными, все более плодотворными.

## 10. Выполнение межорбитальных и межпланетных перелетов космическим аппаратом с малой тягой.

Студент 7 курса *Сулимов П.С.*

Научный руководитель: вед. науч. сотр. ФЭС, к.т.н., доцент *Григорьев А.Е.*



В работе разрабатывается программа движения космического аппарата с комбинированной двигательной установкой (ЭРД+ЖРД) по “раскачивающейся” траектории. Показаны результаты расчетов по предлагаемому и по традиционному методам на примере перелета аппарата с околоземной орбиты ожидания до границы сферы действия Земли.

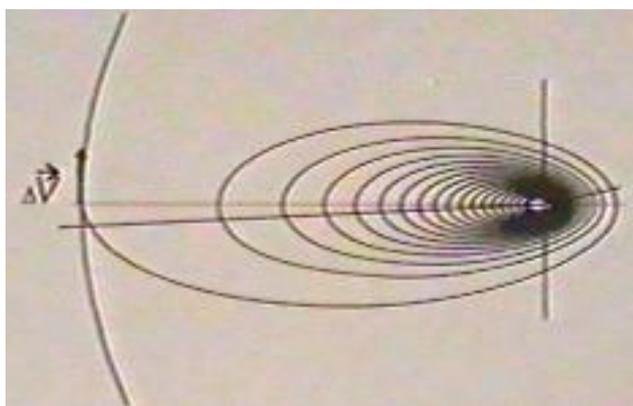


Рис. 1. Движение на планетоцентрическом участке с помощью ЭРД.  
Метод «раскачивающейся» траектории.

Рассмотрен вариант конструкции базового модуля Универсального Межпланетного Комплекса, предназначенного для полетов к внешним планетам Солнечной Системы и использующего в своем движении метод “раскачивающейся” траектории. Разработана методика расчета траектории.

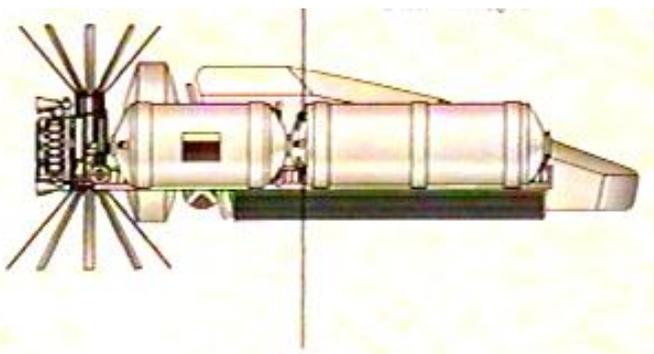


Рис. 2. Базовый модуль.

*Комментарий научного руководителя:*



Автор разработал вариант дальнего межпланетного перелета по «раскачивающейся траектории», который позволяет в 1,5-2 раза экономить энергетические ресурсы и в 2-3 раза сократить время перелета, что очень важно. Это новый, оригинальный подход. Он заслуживает большого внимания и более глубокого рассмотрения. Работа выполнялась в рамках 7-го года обучения, получила высокую оценку специалистов нашего предприятия и ученых Института космических исследований АН РФ. Получены приглашения выступить на ряде профессиональных конференций различного уровня.

## **11. Выбор состава и метода формирования многофункционального покрытия.**

Студент 5 курса (АК1-101) *Бибер А.В.*

Научный руководитель: нач. НИО 07-20, д.т.н., профессор *Епифановский И.С.*



Актуальность работы обусловлена тем, что проблема защиты металлоконструкций от теплового и эрозионного разрушения не решена и требует дальнейших фундаментальных и прикладных исследований. Особенно остро эта проблема ставится в авиационно—космической промышленности, где защита конструкционных материалов от воздействия высокотемпературных химически активных сред зачастую обеспечивает надежность выполнения изделием всей летной программы. Поэтому, поставленная в работе задача создания многофункциональных покрытий рационального состава с использованием сверхзвукового холодного двухфазного потока является своевременной и имеет большие перспективы практического внедрения.

Проведенный анализ сущности физико-химических процессов, сопутствующих формированию многофункциональных покрытий холодным газодинамическим методом позволил:

- разработать состав материала, обеспечивающего возможность использования физической модели инерционного выпадения частиц из сверхзвукового двухфазного потока на преграду для формирования покрытия с заданными свойствами;
- предложить модель физико-механического и химического взаимодействия наносимого материала и подложки и формирования его структуры.

Результаты работы могут найти широкое применение в различных отраслях: ракетно-космической, авиационной, нефте- и газодобывающей промышленности и в машиностроении.

**Комментарий научного руководителя:**



Автор в своей работе решал две основные проблемы: 1) обоснование выбора многокомпонентного керамического материала и 2) обеспечение высокой адгезии между керамическим материалом и подложкой. Особенность физико-химического взаимодействия между частицами двухфазного потока и подложкой обеспечили формирование нового промежуточного слоя с высокими свойствами по пластическим деформациям в отношении частиц набегающего потока. Это обеспечило высокую стойкость покрытия в условиях интенсивного аэродинамического нагрева и силового воздействия. Работа актуальна и позволяет решить ряд конкретных задач в аэрокосмической технике и при создании некоторых изделий народного потребления.

## **12. Исследование колебаний подкрепленных систем.**

Студент 4 курса (АК1-81) *Мироненко Р.А.*

Научный руководитель: к.т.н., доцент *Клюев Ю.И.*

В реальных конструкциях часто встречаются цилиндрические оболочки, подкрепленные дискретными упругими элементами. Колебания таких конструкций изучены слабо. В данной работе как 1-й этап решения такой задачи рассмотрены колебания упругих колец, закрепленных в пространстве с помощью дискретных пружин. Задача рассматривается в рамках гипотезы Кирхгоффа-Лява.

Целью работы является определение собственных частот и форм колебаний однослойного кольца. Система дифференциальных уравнений получена вариационным методом и решалась с помощью разложения в ряд Фурье по окружной координате. При этом решение не распадается на отдельные гармоники, а выделяются 10 отдельных систем уравнений, в которые входит по несколько гармоник.

Для численного решения этой задачи была составлена программа расчетов на ПЭВМ.



### **13. Конечный элемент для балки с учетом поперечного сдвига.**

Студент 4 курса (АК1-81) *Зайцев С.Э.*

Научный руководитель: к.т.н., доцент *Клюев Ю. И.*

Известно, что матрицы жесткости и масс для конечного элемента балки с учетом поперечного сдвига, полученные с помощью полиномов, являются плохо обусловленными.

В данной работе конечно-элементные соотношения получены аналитическим методом с помощью матричных рядов и являются точными решениями дифференциальных уравнений. Для балки с шарнирным опиранием результаты по частотам и формам колебаний совпадают с известными аналитическими решениями.

### **14. Старт воздушно-космического самолета с самолета-носителя.**

Студент 6 курса (АК3-Д1) *Лобачев П.Н.*

Научный руководитель: к.т.н., доцент *Тимофеев В.Н.*, к.т.н., с.н.с. *Баранов Н.А.*



Рассматривается старт с самолета-носителя (СН), движущегося с дозвуковой скоростью, воздушно-космического самолета (ВКС). Ставится задача определения рациональных режимов, обеспечивающих безопасность движения на стартовом участке. Анализируются уравнения поступательного и вращательного движений двух летательных аппаратов (ЛА), находящихся в условиях взаимного аэродинамического воздействия друг на друга.

Приближенные решения рассматриваемой системы уравнений производились с использованием метода разложения граничных условий в рамках гипотезы гармоничности изменения во времени аэродинамических сил и моментов. Это позволило вычислить интегральные значения дополнительных линейных и угловых скоростей, обусловленных взаимным воздействием ВКС и СН. Определены траектории движения ВКС и СН после разделения, зависимости углов и угловых скоростей от времени. На основе анализа полученных результатов выявлены диапазоны начальных параметров движения системы, обеспечивающих безопасность на стартовом участке.



***Комментарий научного руководителя:***

При решении поставленной задачи автор продемонстрировал отличные знания как математики, так и компьютера. После кропотливого труда громоздкие и сложные формулы теории были выстроены в вычислительный алгоритм. Для облегчения рутинного процесса составления программ автор использовал эффективный пакет стандартных программ. Были определены рациональные режимы старта в том диапазоне, в котором справедливы принятые допущения. Работа заслуживает самой высокой оценки.

## **15. Разработка гибридной силовой установки автомобиля.**

Студенты 2 курса (АК-4-41) *Антоневич Д.В., Попов М.А.*

*Научный руководитель:* нач. отдела 08-06, к.т.н., доцент *Авраменко Н.Г.*



В настоящее время в мире остро стоит проблема экологии и энергосбережения при использовании автомобильного транспорта. Наиболее простой способ решения проблемы - замена ДВС гибридными силовыми установками (ГСУ), включающими в себя: ДВС меньшей мощности, электродвигатель, устройство хранения энергии, преобразователь напряжения, блок управления моментами (вместо коробки передач). В работе проведен анализ различных аналогов и предложена одна из возможных схем конструкции, которая может быть рекомендована для легкового автомобиля среднего класса.

Разработана структурная схема системы автоматического управления гибридной силовой установкой автомобиля, а также функциональная схема стендовой системы автоматического управления экспериментальным образцом ГСУ. Результаты работы могут быть использованы при создании стендовой системы автоматического управления.

***Комментарий научного руководителя:***

Наше предприятие совместно с фирмами США ведет разработку экологически безопасного и экономичного гибридного двигателя для автомобиля. К этой работе приглашаются и студенты Аэрокосмического факультета. Студенты Д. Антоневи́ч и М. Попов приняли участие в начальной стадии исследования по этой проблеме. Ими проведен анализ литературных источников, который позволил сделать некоторые рекомендательные предложения.

\* \* \*

*Работам финансово-экономического цикла* на Аэрокосмическом факультете постоянно уделяется серьезное внимание. В 1995 и 1996гг. под руководством доцента Краснова И.К. выполнялись и были представлены на конференцию интересные работы студентов Колготина А., Мошонкина В., Зайцева В., Попова М.. В этом году Зайцев В. представил на конференцию свое новое исследование. Еще четыре работы этого цикла выполнены на факультете в рамках дипломного проектирования. Это работы дипломников кафедры ФН-2 Александра Родионова и Максима Попова, кафедры ИУ-1 Дмитрия Перемыслового и кафедры СМ-2 Алексея Желтова.

## **16. Разработка автоматизированной системы прогнозирования финансовых показателей.**

Студент 6 курса (АКЗ-Д1) *Родионов А.И.*

Научные руководители: д.т.н., профессор каф. ФН-2 *Тёскин О.И.*,

нач. Финансово-экономического управления НПО маш., доцент *Бунак В.А.*



Рассматривается система автоматизированного прогнозирования финансовых показателей. Разработан алгоритм и создана программа реализации одного из трех её основных блоков - блока “Прогноз”, в котором реализовано: 12 моделей экспоненциального сглаживания (комбинация обобщенного метода Хольта, модели с аддитивной сезонностью Тейлора - Вейджа и мультипликативной сезонностью Хольта - Винтера); три режима и три методики получения лучшей модели прогнозирования; семь основных критериев качества модели прогнозирования. Программа создана на Borland C++5.1

### ***Комментарий:***

В аналитическом отделе предприятия или банка для устойчиво успешной работы необходим оперативный прогноз на 1-2 дня об изменении финансовых показателей на рынке ценных бумаг. Расчет производят на ЭВМ с помощью пакетов прикладных программ, решающих задачу по одной из моделей прогнозирования. Финансовых показателей много, до нескольких сотен, и выбор наилучшей модели занимает много времени, т.к. требует большого количества рутинных операций.

Разработанная автором программа имеет большое преимущество перед существующими: она позволяет автоматизировать процесс выбора лучшей модели и существенно повысить оперативность прогнозирования без снижения точности.

Автор проявил глубокие знания математики, компьютерных технологий и финансовых дисциплин. Его работа, выполненная в рамках дипломного проектирования, представляет большой практический интерес.

## 17. Математическое моделирование функционирования расчетно-гарантийной системы (РГС) организованного рынка корпоративных ценных бумаг (ОРКЦБ).

Студент 5 курса (АКЗ-101) *Зайцев В.А.*  
Научный руководитель: к.т.н., доцент *Краснов И.К.*



В работе представлена модель расчетно-гарантийной системы (РГС) организованного рынка корпоративных ценных бумаг (ОРКЦБ). В рамках системы решается задача прогнозирования изменения цены закрытия (построение доверительного интервала); для решения привлекаются модели Блэка-Шоулза, Брауна и "скользящего среднего"; проводится сравнительный анализ их эффективности.

В целях повышения надежности исполнения участниками ОРКЦБ своих обязательств, приводится алгоритм расчета вариационной марки, гарантийного взноса и депозитной марки, опирающийся на результаты прогноза изменения цены закрытия.

### *Комментарий:*

Актуальность работы обусловлена хаотичностью рынка ценных бумаг и достаточно высокой вероятностью невыполнения участниками торгов принятых на себя обязательств. Расчетно-гарантийная система содержит аппарат прогнозирования, который строится на основе дифференциально-стохастических уравнений с привлечением аппарата теории вероятностей и математической статистики. Схема торгов аппроксимируется по модели независимых испытаний Бернулли. Поведение рынка ценных бумаг представляется в виде Винеровского процесса.

Цель работы - правильно применить уже существующие модели прогнозирования и получения доверительного интервала, оценить их эффективность. Алгоритмы таких оценок на цивилизованных рынках, например на Чикагской бирже, есть, но они не публикуются. При решении этой задачи автор проявил глубокое понимание её финансовой сути, знание рынка, прекрасную математическую подготовку и незаурядные способности.

## 18. Разработка алгоритмов принятия решений банком при работе на рынке МБК.

Студент 6 курса (АК4-Д1) *Перемыслов Д.Г.*

Научный руководитель: д.т.н., профессор кафедры ИУ-1 *Зверев В.Ю.*



Рассмотрены проблемы принятия решений финансовыми институтами при проведении операций на рынке МБК, методология принятия решений и стратегии работы на рынке, выбран метод оптимизации - дискретное динамическое программирование.

На основании анализа рынка, стратегий работ и возможных ситуаций развития событий составлена математическая модель принятия решений. Выбран метод описания системы - ориентированный граф, который позволяет наглядно показать движение денежных средств и определить состояние системы в любой момент времени.

В качестве программной реализации использовалась интерактивная система «Вектор-граф», разработанная руководителем работы.

### *Комментарий:*

Работа Дмитрия Перемыслового удачно демонстрирует универсальность методологических подходов к проблемам управления. Отличные знания из области теории автоматического управления, высшей математики, информационных технологий в сочетании с основами знаний финансово-экономических дисциплин позволили автору, творчески осмыслив проблему, найти весьма оригинальное решение. Работа представляет практический интерес.

## 19. Оптимизация режимов углового маневрирования и стабилизации КЛА с реактивными двигателями и маховиком.

Студенты 5 курса (АК1-101) *Будыка С.М., Савосин Г.В., Горяев А.Н., Назаренко В.В., Габдуллин И.М.*

Научный руководитель: к.т.н., доцент *Симоньянц Р.П.*

Консультанты: нач. отдела 04-04 к.т.н., доцент *Туманов А.В.*

нач. сектора 02-02-04 к.т.н., доцент *Плавник Г.Г.*

Рассматривается плоская задача управления ориентацией и стабилизации КЛА с использованием реактивных двигателей и инерционного маховика. Разработаны алгоритмы, обеспечивающие оптимальные по экономичности режимы, сочетающие реактивные развороты с разгрузкой маховика. Такие оптимизационные режимы углового маневрирования, позволяют утилизировать накапливаемый кинетический момент. Определены условия и программные задачи ориентации, при которых эти режимы реализуются.

Предложены адаптивные режимы стабилизации, в которых компенсация возмущения достигается за счет изменения геометрии масс аппарата и взаимодействия с гравитационным полем. Дана оценка влияния нежесткости конструкции на динамику разворотов и стабилизации. Рассмотрены варианты применения в контуре релейного регулятора аperiodической обратной связи.

Исследование динамики системы выполнялось численным моделированием на ПЭВМ. Для этого была разработана программа, позволяющая анализировать сложные предельные циклы автоколебаний, их бифуркации, переходные режимы на фазовом цилиндре, устойчивость.

Показано, что внедрение предлагаемых оптимизационных алгоритмов в систему управления объекта типа орбитальной станции Алмаз позволит снизить затраты топлива на 50%.

### *Комментарий научного руководителя:*



Работу С. Будыки, А. Горяева, Г. Савосина, В. Назаренко и И. Габдуллина следует рассматривать как один из примеров реализации на Аэрокосмическом факультете программы Непрерывной научно-производственной практики в части выполнения курсовых проектов и НИРС по тематике предприятия. Студенты группы АК1-101 (направление подготовки – Космические летательные аппараты) весь семестр были погружены в профессиональную среду отделов

02-04 и 02-02, занимающихся разработкой систем управления ЛА.

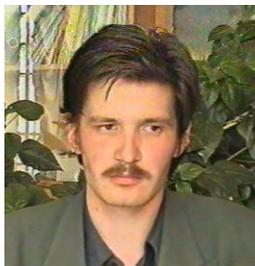
Консультанты предоставили необходимую для работы информацию и помощь. *Регулярное общение с опытнейшими специалистами, наличие богатейшего материала по реальным разработкам предприятия, отличные знания, незаурядные способности и трудолюбие студентов невероятно быстро дали прекрасные результаты.* Практически в каждой студенческой работе содержится оригинальная идея или рационализация. Специалисты общались со студентами как равные коллеги на профессиональном языке, понимая друг друга с полуслова, получая глубокое творческое удовлетворение.



*Сергей Будыка*



*Ильдар Габдуллин*



*Андрей Горяев*



*Вадим Назаренко*



*Геннадий Савосин*



*Михаил Букин*

Природный талант и отличную теоретическую подготовку продемонстрировал **Сергей Будыка**. Им было разработано и внедрено программное обеспечение на ПЭВМ, позволившее эффективно исследовать сложнейшие динамические процессы в этой существенно нелинейной системе.

Специальную программу моделирования релейной динамической системы с существенно нелинейными характеристиками элементов и чистым запаздыванием управляющего воздействия разработал **Ильдар Габдуллин**. Используя эту программу он сумел выявить и исследовать в пространстве параметров системы неизвестные до того, но практически важные явления и режимы.

Оригинальный алгоритм углового маневрирования КЛА разработал **Андрей Горяев**. Оптимально сочетая реактивные развороты и разгрузку маховика, он добился существенного увеличения экономичности системы, снижения затрат массы рабочего тела.

Идею адаптивного алгоритма стабилизации маховиком с использованием гравитационного момента для разгрузки разработал **Вадим Назаренко**. Глубоко проанализировал влияние вентиляционного момента маховика на динамические режимы стабилизации **Геннадий Савосин**.

\*\*\*

*Высокую эффективность подобной практики групповых студенческих работ в рамках курсового и дипломного проектирования по тематике предприятия и с участием его специалистов подтверждает теперь уже многолетний опыт факультета. Достаточно напомнить замечательную работу группы студентов под руководством нач. 11 отделения к.т.н. доцента Сапронова В.В., выполненную в 1995-1996 г.г.*

\*\*\*

Вовлечение студентов в профессиональное творчество осуществляется и в рамках обычных домашних заданий. В качестве примера можно назвать работу студента 4 курса (АК2-81) **Михаила Букина**. Им рассмотрена задача оптимального по быстродействию управления статически неустойчивым объектом при наличии чистого запаздывания регулятора, внешнего возмущения и сухого трения. Проявив творческий подход к задаче, Михаил развил тривиальное домашнее задание в оригинальное исследование.

**20. О научных работах студентов Рудакова А.Б., Каютина И.С., Сахно Ю.В. (АК4-Д1), Бузина Д.А. (7 год), Плешкова Д.И. (АК2-81), Цымбала О.А. (АК4-81) и первокурсников Коптева П.В., Корепанова А.С. (АК3-21).**

*На конференцию 1997 года, кроме приведенных выше, были представлены и следующие работы студентов Аэрокосмического факультета:*



Дипломники (АК4-Д1) **Рудаков А.Б.** и **Каютин И.С.** под руководством к.т.н., доцента кафедры ИУ-1 **Лобусова Е.С.** разработали для кафедрального 6-степенного робота-манипулятора вычислительное управляющее устройство. Применение транспьютеров позволило параллельно вести обработку данных и тем самым повысить качество процессов управления.



Работа **Сахно Ю.В.** (АК4-Д1) выполнена под руководством сотрудника НИИ ИСУ МГТУ к.т.н. **Жильцова А.И.** и ведущего конструктора отд. 00-15 НПО маш. к.т.н. доцента **Фролова А.Ф.** Автор исследовал структуру системы управления легкого дистанционно пилотируемого летательного аппарата. Им разработана программа численного моделирования на ЭВМ динамики управляемого полета и на основе численных экспериментов выбран алгоритм управления.



Под руководством нач. отд. 04-04, к.т.н., доцента **Туманова А.В.** студент 7 года обучения **Бузин Д.А.** выполнял исследование по вопросам унификации приборов и систем космических аппаратов, которая позволяет при создании новых объектов снизить стоимость и сроки разработки. Рассмотрены методы коррекции характеристик и ускоренная программа комплексных испытаний.



Студент 4 курса (АК2-81) **Плешков Д.И.** под руководством нач. сектора 02-23-01 **Сабирова Ю.Р.** изучал возможность создания практически бесшумного подводного транспортного аппарата. Снижение уровня шума позволит повысить эффективность работы специального бортового оборудования. Рассмотрены некоторые модификации системы.

Под руководством д.т.н., профессора **Хабарова В.С.** студент 4 курса (АК4-81) **Цымбал О.А.** исследовал автоматическое управление боковым движением самолета. Задача синтеза закона управления решена двумя способами. Получены решения при ограничениях, обусловленных конструктивными, прочностными и эксплуатационными соображениями. Проведен сравнительный анализ результатов.

*Самое юное поколение студентов на конференции представлено двумя первокурсниками.*



Студент 1 курса (АК3-21) **Коптев П.В.** разработал программу на ПК, позволяющую распознать символьную информацию. На первом этапе программа производит обучение (черно-белые изображения не более 16x16 пикселей), на втором этапе - распознавание с указанием коэффициента подобия введенного изображения и хранящегося в памяти компьютера образа.

Работу автор выполнил в 11 классе и представлял её на XV областной (г. Пермь) научно-практической конференции учащихся, где занял III место.



Студент 1 курса (АК3-21) **Корпанов А.С.** еще в школе выполнил под руководством аспиранта ОГУ **Колоса С.П.** работу по изучению взаимодействия колец Сатурна с его спутниками. На основании информации, полученной с космических кораблей, дана оценка длин и частот волновых движений в кольцах, определено альbedo частиц кольца. Работа автора была опубликована в Одесском журнале «Квантум».

---

### ***Тезисы докладов и комментарии***

Студенческая научно-техническая конференция  
Аэрокосмического факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана  
при НПО машиностроения, 22 мая 1997

Лицензия №020523 от 25.04.97

Сдано в набор 08.06.97. Подписано в печать 17.06.97  
Формат 60x90/8. Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 3,68.  
Изд. № 127      Заказ №      Тираж 300 экз.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
107005 Москва, 2-я Бауманская, 5.

143952, Московская область, г. Реутов, ул. Гагарина, 33.

---



*МГТУ им. Н.Э. Баумана – НПО машиностроения,  
Аэрокосмический факультет. СНТК-97*